INTERSOSTENIA

Vol. 1 Núm. 02 2026



Por la convergencia de saberes

CIENCIA DESARROLLO E INNOVACIÓN

@ Editorial: Servicios Académicos Intercontinentales S.L. B-93417426,
Málaga, España.

@ Los autores de las colaboraciones son responsables de los contenidos expresados en los mismos.

@ Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Equipo editorial

Director

Dr. en Ed. Enoc Gutiérrez Pallares

Consejo Editorial

Director General: Dra. Liliana Antonia Mendoza Gonzalez

Editor Ejecutivo: Dra. Karina González Roldán, Universidad Autónoma del Estado de México, México

Comité Científico

Miembros ajenos a la entidad editora internacionales

Dra Sonia Verena Lapinski — Universidad Nacional de Misiones Argentina
Dra. Fernanda Domingos Caetano Ricardo José — Universidade Católica de Moçambique
Dr. Jeiler Jhon Bejarano Córdoba — Universidad I.E Santa Rita Colombia
Dr. Cristian Adrian Villegas Dianta — Universidad de Las Américas, Chile
Dr. Biembe Bakamba Médard — Universidade Católica de Moçambique
Dra. Mayra Antonieta Sandoval Quintero — Universidad de Alcalá, España
Dra. Diana Gluhaia — Universidad de Valladolid, España
Dra. Fiorela Anaí Fernández Otoya — Universidad Católica Santo Toribio de Mogrov, Perú
Dra. Neus Crous-Costa — Universidad del País Vasco, España
Dra. Angélica Saeteros Hernández — Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Ecuador
Dr. Carluys Suescum Coelho — Centro De Estudios Gerenciales Avanzados (Cega), Venezuela
Dr. Julio Hernández Pajares — Universidad de Piura, Perú
Dr. Car-Emyr Suescum Coelho — Universidad Metropolitana, Venezuela

Miembros ajenos a la entidad editora Mexicanos

Dr. Gastón Martínez de Jesús — Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Dr. Sergio Hernández Corona — Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla
Dra. Laura Valdés Santiago — Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
Dra. Yesenia Reyes Severiano — Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Dra. Nataly García Gutiérrez — Universidad Autónoma de Querétaro
Dr. Gurmercindo Honorato de la Cruz Guzmán — Universidad Nacional Autónoma del México
Dra. Jeanette Karina López Alanis — Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
Dra. Geidy de los Ángeles Gómez Xul — Instituto Tecnológico Superior de Escárcega
Dra. Paula Villalpando Cadena — Universidad Autónoma de Nuevo León
Dra. María del Rosario Baray Guerrero — Universidad Autónoma de Chihuahua
Dra. Lourdes Magdalena Peña Cheng — Universidad Tecnológica de Querétaro
Dra. María Concepción Martínez Rodríguez — Instituto Politécnico Nacional
Dra. Margarita Isabel Sena Sánchez — Universidad Autónomal del Estado de México
Dra. Jacqueline Zapata Vazquez. — Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán
Dra. Lourdes del Carmen Pineda Celaya — Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Dra. Jessica Lizbeth Cisneros Martínez — Universidad Autónoma de Baja California

Dra. Jocelyn Dafne Valenzuela Romero — Universidad Autónoma Metropolitana
Dr. Naú Silverio Niño Gutiérrez — Universidad Autónoma de Guerrero
Dr. Rolando Heredia Dominico — Universidad CECCE Escolar, México

Miembros participantes de la Entidad Editora

Dr. Enoc Gutiérrez Pallares — Universidad Autónoma del Estado de México
Dr. Joel Mendoza Ruíz — Universidad Autónoma del Estado de México
Dr. Marco Antonio Piña Sandoval — Universidad Autónoma del Estado de México
Dr. Mauricio José Hernández Sartí — Universidad Autónoma del Estado de México
Dr. Miguel Ysrrael Ramírez Sánchez — Universidad Autónoma del Estado de México
Dr. Rubén Escobedo Cabello — Universidad Autónoma del Estado de México
Dra. Jenny Álvarez Botello — Universidad Autónoma del Estado de México
Dra. Karina González Roldán — Universidad Autónoma del Estado de México
Dra. Liliana Antonia Mendoza González — Universidad Autónoma del Estado de México
Dra. Virginia Martínez Campos — Universidad Autónoma del Estado de México
Dra. Yaritza Pérez Pacheco — Universidad Autónoma del Estado de México
Dra. Patricia Cortés Hernández — Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli
Dra. Erika María Pecina Rivas — Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli
Dr. Gabriel Adrián Vázquez Valerio — Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli
Mtra. Anabel Martínez Guzmán — Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
Mtra. Rebeca Díaz Téllez — Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
Dr. Rogelio Fernando Retes Mantilla — Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
Mtro. Jorge Rogelio Zenteno Domínguez

INTERSOSTENIA

Artículos

Desarrollo sustentable desde la perspectiva de la desigualdad social y económica en América Latina y México. 01
Laysha J. Jurado-Herrejon, Diego A. Celis-Trejo, Mauricio De la Cruz-Ávila.

La inteligencia artificial en universidades, reflexión para la filosofía de la ciencia y la sostenibilidad. 33
Alfredo Gómez González, Lucero Gómez González, Rodrigo Cornejo Ortega.

La clasificación arancelaria como ventaja competitiva para un negociador internacional. 46
María De Jesús Téllez Bbarrera.

Erosión cognitiva en la industria 5.0: los riesgos ocultos de la IA generativa cognitive. 55
Adriana Zavala Martínez, Martha Yaneth Segura Ruiz, María Erika Pecina Rivas.

Monitoreo inteligente y gestión sostenible del agua en una olla de captación pluvial. 71
María Teresa Torres Mancera, Nancy Elizabeth Velázquez Salinas, Anabel Martínez Guzmán.

Sistema automatizado para la producción sostenible de Pleurotus sp. 88
María Teresa Torres Mancera, Nancy Elizabeth Velázquez Salinas, Nohemí Casiano-Sánchez, Rogel Fernando Retes-Mantilla.

INTERSOSTENIA

Artículos

Del castigo a la restauración. Innovación tecnológica y nuevos paradigmas para la prevención de la reincidencia delictiva. 103

Rubén Escobedo Cabello.

Hiperconsumo digital silencioso: huella ecológica de las compras en línea y su mitigación mediante alfabetización en consumo responsable. 137

Jesús Edmundo López Hernandez, María De Jesús Tellez Barrera, María del Carmen Arreola.

Entornos de aprendizaje tecnológico: en la formación de posgrado en salud. 149

Lapinski Sonia Verena, Cardozo, Delia Paciela, Lunge Nadia Vanesa.

Inteligencia artificial y sostenibilidad educativa en la educación superior virtual. 162

Marco Antonio Román Villegas, Liliana Benítez Jaimes, Juan Manuel Peña Aguilar.

Desarrollo sustentable desde la perspectiva de la desigualdad social y económica en América Latina y México

Sustainable development from the perspective of social and economic inequality in Latin America and Mexico

Laysha J. Jurado-Herrejon[1]
Diego A. Celis-Trejo[1]
Mauricio De La Cruz-Ávila[1,2]
0000-0002-2964-6740
[1] Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. Departamento de Ingeniería Industrial, Coacalco, México.
mauricio.ca@tesco.edu.mx
[2] Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Atizapán de Zaragoza, Cd López Mateos, México.
mauriciodlca1@gmail.com

RESUMEN

En América Latina y, particularmente, en México, la brecha social y económica representa uno de los frenos más importantes para lograr un desarrollo que sea verdaderamente sustentable, situación que se ha visto agravada por décadas de políticas neoliberales y esquemas de privatización intensiva que han profundizado las fracturas estructurales de la región. Este trabajo tiene como propósito examinar, mediante una revisión de la literatura especializada, cómo se interrelacionan la desigualdad, la sostenibilidad y los distintos modelos económicos, así como mapear las respuestas (sociales, políticas y comunitarias) que han surgido frente a dichas problemáticas. Con ese fin, se revisaron estudios publicados entre 2015 y 2025 en revistas académicas de alto impacto, cubriendo ejes temáticos como la economía social y solidaria, la autonomía de los pueblos indígenas, la descentralización del gasto social y las reformas a los sistemas de bienestar. Metodológicamente, se realizó un análisis cualitativo de fuentes especializadas orientado a detectar patrones, puntos de convergencia y tensiones presentes en la búsqueda de equidad y sustentabilidad. De este ejercicio se desprende que los modelos de desarrollo sustentados en la cooperación, la autogestión y la justicia distributiva ofrecen mayores probabilidades de reducir la desigualdad y de robustecer la sostenibilidad tanto social como ambiental. Avanzar hacia un modelo sustentable en la región exige, por tanto, repensar los

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

sistemas económicos y de bienestar vigentes, mediante políticas inclusivas capaces de articular autonomía territorial, equidad social y resiliencia comunitaria.

Palabras clave: Desarrollo sustentable, desigualdad social en México, autonomía indígena, economía social y solidaria en América Latina.

ABSTRACT

In Latin America, and particularly in Mexico, social and economic inequality stands as one of the most significant barriers to attaining genuinely sustainable development, a situation worsened by decades of neoliberal policy and heavily privatized models that have widened structural divides. This paper sets out to examine, through a review of specialized literature, how inequality, sustainability and economic models intersect, while also mapping the social, political and community-based responses that have emerged in reaction to these challenges. To this end, studies published between 2015 and 2025 in high-impact academic journals were reviewed, covering themes such as the social and solidarity economy, indigenous autonomy, the decentralization of social spending, and welfare reform. Methodologically, a qualitative analysis of specialized sources was carried out to identify patterns, points of convergence and tensions surrounding the pursuit of equity and sustainability. The evidence gathered suggests that development approaches grounded in cooperation, self-management and distributive justice offer greater potential for reducing inequality and reinforcing both social and environmental sustainability. Moving toward a sustainable model in the region therefore calls for rethinking existing economic and welfare structures through inclusive policies that bring together territorial autonomy, social equity and community resilience.

Keywords: Sustainable development, social inequality in Mexico, indigenous autonomy, social and solidarity economy in Latin America.

INTRODUCCIÓN

Lejos de ser un asunto simple, la brecha social y económica es un fenómeno con múltiples capas que incide de forma directa sobre las posibilidades reales de sustentabilidad. En el caso particular de América Latina y México, esta brecha se ve potenciada por una combinación de factores históricos, económicos y políticos que se han ido acumulando con el tiempo. A lo largo de este artículo de estado del arte se busca entender de qué manera dichas desigualdades condicionan la sostenibilidad, así como identificar las respuestas (tanto sociales como políticas) que se han generado frente a estos retos.

Tanto la desigualdad social como la económica figuran entre las problemáticas estructurales de mayor arraigo en la región latinoamericana y, de modo particular, en México, limitando de manera directa las posibilidades de avanzar hacia un desarrollo realmente sustentable. Aun cuando en las últimas décadas se han observado ciertos avances institucionales y periodos de crecimiento económico, persisten niveles elevados de concentración del ingreso,

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

inestabilidad laboral y exclusión social. Buena parte de esta situación puede rastrearse hasta la adopción de esquemas económicos neoliberales sustentados en la privatización, la desregulación y un Estado con menor margen de acción; si bien estos esquemas lograron mejorar algunos indicadores macroeconómicos, también terminaron ahondando las fracturas sociales y territoriales. Ante este panorama, resulta indispensable someter a revisión crítica el vínculo entre desigualdad y sostenibilidad, explorando las alternativas, tanto teóricas como prácticas, orientadas a conjugar justicia social, bienestar colectivo y equilibrio ambiental.

Este trabajo toma como base teórica la noción de desarrollo sustentable comprendida como un proceso que articula simultáneamente lo económico, lo social y lo ecológico, la cual, aplicada al contexto latinoamericano, dialoga con planteamientos sobre economía social y solidaria, autonomía indígena y políticas públicas de corte inclusivo. Apoyándose en aportes de autores como Asa Cristina Laurell, José Luis Calva y James Veltmeyer, esta revisión busca reconocer las tendencias y respuestas que han ido surgiendo frente a la desigualdad, así como su aporte al fortalecimiento de la sostenibilidad social. El objetivo principal consiste en examinar aquellos modelos alternativos de desarrollo que, apoyados en la cooperación, la equidad y la autogestión, constituyen una contribución tanto teórica como práctica para construir un paradigma sustentable ajustado a la realidad latinoamericana. Su pertinencia radica en aportar una mirada integradora capaz de conectar las dinámicas económicas con las transformaciones sociales que se requieren para construir un futuro más equitativo y resiliente. Si todos los seres humanos tienen los mismos derechos ¿Por qué no todos tienen las mismas oportunidades?

DESIGUALDAD Y MODELOS ECONÓMICOS

Modelos latinoamericanos

En la región latinoamericana, los esquemas económicos sustentados en una fuerte privatización y en una baja regulación por parte del Estado federal han recibido críticas constantes por su contribución a perpetuar la desigualdad.

Diversos análisis coinciden en señalar que estos modelos tienden a concentrar la riqueza en pocas manos, lo que termina agravando tanto la pobreza como la disparidad de ingresos. Al dar prioridad a la privatización y a la desregulación, dichos esquemas han alimentado un crecimiento sostenido de la desigualdad social y económica en toda la región. El artículo "*Neoliberalismo y su impacto en la calidad de vida y el bienestar de las poblaciones*" de Asa Cristina Laurell (Laurell, 2015) ofrece un análisis crítico de las tres décadas de neoliberalismo en México, destacando sus consecuencias políticas, económicas y sociales. A través de un relato contundente, se muestra cómo la implementación de estas políticas ha distorsionado la democracia representativa, concentrando el poder en grupos con intereses particulares, y desdibujando la línea entre el estado de derecho y la excepción.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Este ajuste estructural, edificado sobre la liberalización económica y la privatización, provocó episodios recurrentes de crisis que minaron el aparato productivo del país, beneficiando sobre todo a corporaciones transnacionales, particularmente del ámbito financiero. El texto profundiza además en el vínculo entre economía criminal y crimen económico, mostrando cómo la privatización de beneficios sociales se tradujo en que las ganancias quedaron en manos privadas mientras las pérdidas se socializaban.

Las huellas sociales de estos cambios son evidentes: se intensificó la desigualdad, los ingresos reales descendieron y se desató una ola de violencia de magnitud considerable. A esto se suma un deterioro notable en las condiciones de salud de la población, asociado a padecimientos vinculados con la violencia y el estrés sostenido. Pese a este panorama adverso, el texto también da cuenta de la movilización política y social surgida como respuesta, la cual posibilitó el ascenso de gobiernos de corte progresista comprometidos con revertir los efectos del modelo neoliberal.

Por otro lado, el artículo de Calva, L. (Calva, 2019) presenta un detallado análisis del desempeño económico de México a lo largo de seis sexenios, durante los cuales se aplicó una estrategia neoliberal desde 1983 hasta 2018. En este marco, el autor explora cómo esta estrategia ha impactado en la distribución funcional del ingreso, el empleo y el bienestar social. A través de un enfoque comparativo, Calva evalúa los instrumentos de política económica del neoliberalismo en contraste con la estrategia de desarrollo dirigida por el estado que predominó de 1935 a 1982.

Los datos resultan elocuentes: el PIB real mexicano avanzó a un ritmo apenas del 2.3% anual durante la etapa neoliberal, frente al 6.1% anual que se había registrado en el periodo previo. De forma similar, el PIB per cápita real solo creció 0.7% anual a partir de 1983, muy por debajo del 3.2% observado anteriormente.

El autor contrasta este desempeño con la ruta heterodoxa de desarrollo seguida por China entre 1982 y 2018, señalando que mientras en 1982 la economía mexicana aventajaba a la china, en la actualidad esta última la supera por un factor de diez.

Calva cierra su análisis examinando los orígenes del neoliberalismo mexicano, su irrupción en los años ochenta y el conjunto de condiciones internacionales y nacionales que facilitaron su consolidación, ofreciendo así una mirada de largo plazo sobre los modelos de desarrollo y su huella en la economía y la sociedad del país.

Impacto en la equidad social

La equidad social se ha visto perjudicada por la implementación de políticas neoliberales, en la medida en que estas han restringido el acceso a servicios básicos y han ampliado la precariedad en el empleo. En este sentido, el artículo de Castillo Fernández (Castilllo Fernández, 2022) examina el modelo de desarrollo, la precariedad laboral y las nuevas formas de desigualdad social en la región. Desde el surgimiento del capitalismo industrial, el trabajo se constituyó como un eje central de la identidad individual, otorgando al trabajador un estatus de libertad y de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

propiedad sobre su propia fuerza laboral. No obstante, la llegada del modelo neoliberal comenzó a resquebrajar ese vínculo, fragmentando dicho estatus y debilitando los lazos sociales construidos en torno al trabajo. Lo que antes funcionaba como un mecanismo de integración social ha perdido buena parte de su valor simbólico, transformándose más bien en una fuente de inestabilidad que en un factor de cohesión. Aunque conserva relevancia dentro de la vida social, el trabajo ya no desempeña el papel hegemónico de antaño, lo que da lugar a nuevas formas de desigualdad tanto laboral como social.

El artículo titulado "*Social spending at the state-level in the neoliberal era: A renaissance of federalism in Mexico?*" de Anahely Medrano (Medrano, 2023), aborda el desempeño de los estados mexicanos en términos de inversión social dentro de un contexto de federalismo y neoliberalismo. A través de un análisis exhaustivo de los indicadores de gasto social, busca comprender las preferencias de los gobiernos estatales en políticas sociales y cómo estas afectan los resultados sociales relevantes.

Medrano organiza su trabajo en distintos apartados: comienza planteando un marco teórico que sienta las bases de la investigación, para después adentrarse en las particularidades y contradicciones propias del sistema federal mexicano en su relación con la política social. En la parte central del documento se ofrece un examen de las tendencias y rasgos del gasto social a nivel estatal, poniendo énfasis en la relevancia de contar con información a escala subnacional.

Con esta estructura enfatiza cómo la federalización influye en el bienestar social, señalando que, aunque no hay un consenso claro sobre las condiciones específicas que afectan este impacto, hay un acuerdo general sobre que el federalismo puede tener efectos variados en el bienestar social, dependiendo del contexto. Mediante la exploración de diferentes configuraciones de federalismo y descentralización, Medrano ilumina las diversas circunstancias que pueden influir en el gasto social, subrayando la heterogeneidad territorial de los fenómenos de bienestar y la necesidad de entender los arreglos institucionales particulares para captar la variabilidad en el gasto social en México.

Finalmente, este estudio no solo aporta a la literatura sobre federalismo y bienestar social, sino que también invita a reflexionar sobre el papel de las políticas sociales en el contexto de un federalismo renovado en el país, sugiriendo que la descentralización podría abrir nuevas avenidas para mejorar la inversión social en un entorno complejo.

Desigualdad de ingresos

La implementación de políticas de alta privatización ha resultado en una desigual distribución del ingreso, donde los beneficios económicos no alcanzan a las poblaciones más vulnerables. En su artículo "*La economía social en América Latina como desarrollo alternativo*" Veltmeyer (Veltmeyer, 2018) explora el panorama de las alternativas de desarrollo en la región, enfatizando cómo la economía social ha surgido como una respuesta a las limitaciones del modelo

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

neoliberal. A lo largo del texto, describe diversos movimientos y experiencias que han emergido, destacando la importancia de la autogestión y la solidaridad entre trabajadores.

Agudamente, Veltmeyer analiza la recuperación de empresas por parte de los trabajadores en Argentina, situando este fenómeno dentro de un contexto más amplio de resistencia social frente a la crisis económica. Además, presenta una discusión sobre el capital social y su relevancia en la construcción de redes comunitarias que fomentan un desarrollo más inclusivo y equitativo. El artículo también hace referencia a diferentes autores y estudios que han contribuido a la comprensión de estos procesos, aportando perspectivas críticas sobre el desarrollo y la democracia en la región. En última instancia, se propone que la economía social no solo representa una alternativa viable, sino también una forma de transformación social que puede desafiar las estructuras de poder existentes y promover un futuro más sostenible y justo para todos.

A su vez Bolaños et al., (Bolaños et al., 2021) con su artículo "*Inequality, social capital, and varieties of capitalism in Latin America*", centra la relación entre la desigualdad, el capital social y las diferentes formas de capitalismo en América Latina. Los autores examinan cómo estos elementos interactúan dentro de un contexto económico complejo, donde la informalidad laboral juega un papel significativo en el mercado.

A través de un análisis cuantitativo que utiliza modelos de efectos fijos y aleatorios para 29 países a lo largo de 17 años, se establece una conexión entre el índice de Gini y diversos factores como la confianza generalizada, la economía informal, los años de escolaridad y la capitalización de mercado. El estudio también considera el impacto de variables de control, como la fuerza laboral femenina y el PIB.

Los hallazgos destacan la importancia del capital social en la mitigación de la desigualdad y sugieren que, en economías con una alta informalidad, las relaciones laborales son más fluidas y a corto plazo. De este modo, el artículo contribuye a la comprensión de las dinámicas de desigualdad en la región, evidenciando la multifacética naturaleza del capitalismo latinoamericano y su interacción con el capital social y la estructura informal del trabajo.

Respuestas políticas y sociales

Aunque las políticas económicas neoliberales han sido ampliamente implementadas, ha habido movimientos sociales y políticos que han surgido en respuesta, demandando un cambio hacia modelos más inclusivos y sostenibles.

El artículo "*Indigenous Autonomies in Latin America in the Face of Contemporary Capitalism*" (Martínez Navarrete & Stahler-Sholk, 2024) explora las dinámicas de resistencia y autogestión de los pueblos indígenas frente a los desafíos del capitalismo contemporáneo. En un contexto donde las políticas estatales suelen ignorar las tradiciones culturales y el derecho a la autodeterminación, las comunidades indígenas han buscado formas de autonomía que fomentan su identidad y bienestar.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Los autores Navarrete y Stahler-Sholk destacan, a través de diversos casos en América Latina, la forma en que las luchas por la autonomía se entrelazan con el rechazo al neoliberalismo y la búsqueda de alternativas a un sistema capitalista que ha mostrado su incapacidad para garantizar una vida digna. Las experiencias compartidas revelan la creatividad y la resiliencia de estas comunidades, que han logrado articular sus demandas a través de movimientos sociales y estrategias legales, promoviendo así un cambio en la narrativa sobre los derechos colectivos y la soberanía territorial.

Asimismo, el artículo plantea la importancia de entender la autonomía no solo como un fin, sino como un proceso continuo que requiere redefinir las relaciones de poder y construir nuevas formas de convivencia que respeten la diversidad cultural. Las contribuciones de los diferentes autores ofrecen un panorama enriquecedor sobre el papel de las autonomías indígenas en el ámbito socio-político actual, reafirmando la necesidad de un diálogo intercultural que desafíe las hegemonías dominantes.

Hanrahan y Fugellie en su artículo "*Reflections on the Transformation in Mexico,*" (Hanrahan & Aroch Fugellie, 2019) invitan a la reflexión sobre la compleja relación entre la verdad, la política y la cultura en México, particularmente a la luz de eventos significativos como la Noche de Iguala. A través de una movilización cívica apasionada, surgió un torrente de producción documental que abarcó diversas formas de periodismo y medios contemporáneos, revelando las interconexiones de poder, violencia y corrupción.

El artículo describe cómo esta ola de producción no solo arrojó luz sobre los trágicos acontecimientos de 2014, sino que también demostró la complicidad que existe entre el Estado, el crimen organizado y otros actores políticos. A través de una "imágenes dialécticas," los autores sugieren que esta búsqueda colectiva de verdad se convierte en una herramienta de resistencia social, un proceso continuo que busca no solo entender, sino también influir en la realidad política mexicana. La reflexión se centra en la comprensión de que este discurso es el resultado de una lucha histórica donde la producción de conocimiento social se alimenta de la emoción y la experiencia compartida.

Así, el artículo se convierte en un poderoso recordatorio de cómo la cultura y el arte pueden servir como vehículos de verdad y resistencia en contextos de dolor y desesperanza.

METODOLOGÍA

Esta investigación adopta un diseño de revisión de alcance (*scoping review*) siguiendo el marco metodológico formulado por Arksey y O'Malley (2005), quienes establecieron la primera guía sistemática para conducir estudios de este tipo en el ámbito de las ciencias sociales y de la salud. A diferencia de la revisión sistemática clásica, orientada a medir la eficacia de intervenciones mediante la agregación de evidencia experimental, la revisión de alcance tiene como propósito mapear la extensión, el rango y la naturaleza de la literatura disponible sobre un fenómeno complejo, identificar conceptos clave y detectar vacíos de conocimiento. Esta distinción

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

es crucial para el presente trabajo: la relación entre desigualdad estructural y sostenibilidad en América Latina no constituye un campo unificado de evidencia acumulativa, sino un espacio de convergencia disciplinar en el que coexisten la economía política, la sociología del trabajo, la antropología de la autonomía y los estudios de política social. Una revisión de alcance permite cartografiar esa heterogeneidad sin imponer una jerarquía de evidencia inadecuada al problema, y sin reducir la riqueza conceptual del campo a un conjunto de indicadores cuantitativos.

La naturaleza del diseño es **exploratoria y descriptiva-interpretativa**. Exploratoria porque el objetivo no es confirmar hipótesis causales, sino **identificar patrones de convergencia, tensiones y vacíos** en un corpus de literatura reciente. Descriptiva-interpretativa porque, una vez identificados los patrones, se procede a su interpretación a la luz de un marco analítico que articula las categorías de regulación neoliberal, autonomía territorial, economía social y solidaria (ESS) y desmercantilización del bienestar.

La búsqueda se realizó en bases de datos seleccionadas por su cobertura de la producción científica latinoamericana y su indexación en ciencias sociales: **Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc**. La combinación de bases internacionales (Scopus, Web of Science) y regionales (SciELO, Redalyc) permitió equilibrar la visibilidad de la literatura de alto impacto global con la producción académica latinoamericana que, en muchas ocasiones, no está indexada en las grandes bases anglófonas pero constituye un acervo indispensable para el objeto de estudio.

Para garantizar la calidad del proceso se aplicaron tres criterios de rigor. **Primero**, la **triangulación de fuentes**: los hallazgos se construyeron a partir de la convergencia de estudios provenientes de tradiciones disciplinares distintas (economía política, sociología, antropología, estudios de bienestar), lo que reduce el riesgo de sesgo interpretativo derivado de una única perspectiva. **Segundo**, la **explicitación de los criterios de codificación**: las categorías analíticas y los procedimientos de agrupamiento se describen con suficiente detalle para que otro investigador pueda replicar el análisis. **Tercero**, la **reflexividad metodológica**: se reconoce que la selección del corpus y la interpretación de los datos están mediadas por el marco analítico del equipo investigador, lo que no invalida el conocimiento producido, pero exige transparentar las decisiones que lo hacen posible. Estos criterios son consistentes con los estándares de rigor que las revisiones de alcance en ciencias sociales deben satisfacer para ser publicables en revistas indexadas.

RESULTADOS

Comparación Internacional

Comparaciones con países que han adoptado modelos alternativos muestran que las estrategias de desarrollo más inclusivas tienden a reducir la desigualdad más efectivamente que las basadas en el neoliberalismo (Calva, 2019). Aquí, Calva presenta un análisis comparativo entre la estrategia neoliberal implementada en México y las estrategias de desarrollo alternativo

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

aplicadas en otros países. Él menciona que, a diferencia del neoliberalismo, las estrategias de desarrollo más inclusivas han demostrado ser más efectivas en la reducción de la desigualdad. Este contraste resalta los efectos adversos que el neoliberalismo ha tenido en la distribución del ingreso y el bienestar social en México, evidenciando que, durante los seis sexenios de aplicación de esta estrategia económica, no solo no se logró una mejora en la distribución del ingreso, sino que se incrementó la inequidad y se deterioró el bienestar de la mayoría de la población mexicana.

Rojas (Rojas, 2020) por su parte, realiza un análisis detallado del impacto de la desigualdad de ingresos en el bienestar en América Latina, señalando que la región presenta uno de los niveles más altos de desigualdad a escala global. Su estudio aborda distintas dimensiones de este fenómeno, entre ellas el bienestar percibido según los quintiles de ingreso. A lo largo del texto se muestra que la desigualdad no solo afecta las condiciones materiales, sino también la percepción de justicia social, generando malestar y descontento colectivo. El caso de Venezuela se presenta como una excepción que rompe con las tendencias regionales, lo que permite evidenciar la complejidad del fenómeno y su vínculo estrecho con el bienestar. En conjunto, el análisis plantea la necesidad de políticas públicas orientadas a reducir estos efectos adversos.

IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD

Las políticas económicas centradas en la privatización no solo han afectado la equidad social, sino que también han tenido consecuencias adversas para la sostenibilidad ambiental, erosionando las posibilidades de desarrollo a largo plazo. Frente a ello, diversas comunidades han articulado respuestas alternativas que apuntan hacia modelos de vida basados en la autonomía y la defensa del territorio.

Un ejemplo significativo se encuentra en el artículo *"El territorio como piedra angular de la construcción de alternativas al capitalismo: El caso de organizaciones indígenas campesinas de la Sierra Norte de Puebla, México"*, de Wuendy Armenta y Erika Carcaño (Armenta & Carcaño, 2021). Las autoras muestran cómo, en estas comunidades indígenas, el territorio no es únicamente un espacio físico, sino el eje de identidad, organización y resistencia frente a las lógicas del capitalismo contemporáneo. A través de procesos de revalorización territorial, estas organizaciones impulsan mecanismos de autogestión que combinan sostenibilidad ambiental con cohesión comunitaria.

El estudio también expone cómo la acumulación neoliberal se manifiesta como un patrón de despojo que es confrontado desde lo local, siendo el territorio el bastión desde el cual se construyen alternativas al individualismo capitalista. En este sentido, la autonomía se concibe como un proceso gradual que requiere mantener viva la memoria colectiva y los saberes ancestrales. Escuchar estas experiencias, plantean las autoras, es indispensable para imaginar futuros donde la sostenibilidad no sea un discurso tecnocrático, sino una práctica cotidiana de convivencia comunitaria.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Una perspectiva complementaria aparece en "*Forging Post-Capitalist Societies in Mexico*", de Benavides y Rappaport (Camacho Benavides & Barkin Rappaport, 2025), donde se analiza el papel de las comunidades que sostienen la economía solidaria (CS) como agentes de transformación. Lejos de ser simples unidades productivas, estas organizaciones persiguen tres objetivos simultáneos: mejorar la calidad de vida colectiva, enfrentar los desequilibrios bioclimáticos y construir sociedades más igualitarias. La autogestión de los sistemas productivos y la generación de excedentes (tanto monetarios como no monetarios) se convierte en la base para ampliar la autonomía sin romper completamente con el Estado, sino redefiniendo las relaciones con él.

El artículo presenta tres casos ilustrativos: *Territorios de Vida México*, dedicado al fortalecimiento comunitario y la protección ecosistémica; la *Universidad Autónoma Comunal de Oaxaca* (UACO), como proyecto educativo anticapitalista y decolonial; y la *Red Nacional de Manejo de Maguey*, que promueve la producción agroforestal del agave para sostener el mezcal artesanal en equilibrio con el bienestar comunitario. En todos los casos, la defensa del territorio aparece no como consigna ideológica, sino como principio ético y organizativo desde el cual es posible imaginar sociedades post-capitalistas con justicia ecológica y social.

REFORMAS NECESARIAS

Ante estas experiencias de base comunitaria, surge la pregunta sobre cómo las instituciones estatales podrían transitar hacia modelos que integren equidad social y sostenibilidad. Diversos estudios sugieren que una reforma económica efectiva debe considerar no solo la redistribución del ingreso, sino también la transformación del régimen de bienestar.

En este sentido, Velázquez Leyer (Velázquez Leyer, 2020) analiza la evolución de la teoría del régimen de bienestar en América Latina, particularmente en México, retomando conceptos como decomodificación y defamilialización. La decommodificación se refiere a la capacidad de las personas para mantener condiciones de vida dignas sin depender exclusivamente del mercado laboral, lo cual (según el autor) no debe limitarse al ingreso monetario, sino incluir el acceso efectivo a servicios como salud y cuidados. Complementariamente, la defamilialización plantea la necesidad de que los individuos no recaigan exclusivamente en la familia como red de sostén, lo que implica políticas públicas que equilibren las responsabilidades domésticas y laborales.

Desde una perspectiva empírica, Campos Vázquez et al. (Campos Vázquez & Monroy-Gómez-Franco, 2016) analizan la relación entre política social y pobreza en México mediante un modelo de regresión lineal simple centrado en municipios con alta incidencia de pobreza.

El estudio examina indicadores como las transferencias por beneficiario y el número de programas relevantes, con el objetivo de evaluar en qué medida los recursos públicos llegan realmente a los sectores más necesitados. Los resultados muestran que, cuando la política social

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

es progresiva y bien focalizada, las transferencias se concentran en las poblaciones más vulnerables.

Sin embargo, también revelan que la geografía y las desigualdades territoriales condicionan los efectos de dichas políticas, lo que obliga a diseñar estrategias que reconozcan la diversidad regional del país.

En conjunto, estas investigaciones convergen en una misma conclusión: la sostenibilidad social y ambiental no puede alcanzarse sin justicia distributiva, autonomía territorial y un sistema de bienestar que reduzca la dependencia tanto del mercado como de la familia, generando condiciones para una vida digna en equilibrio con el entorno.

IMPACTO EN COMUNIDADES INDÍGENAS

Desafíos económicos y sociales

Las comunidades indígenas en México y América Latina enfrentan desafíos únicos debido a la desigualdad económica y social. Proyectos de autonomía indígena han surgido como respuesta a las políticas de despojo territorial y capitalista.

Las comunidades indígenas enfrentan desigualdades significativas debido a la marginalización económica y social. Estas comunidades a menudo carecen de acceso a recursos básicos y oportunidades económicas, exacerbando su vulnerabilidad. El artículo "*Indigenous Autonomies in Latin America in the Face of Contemporary Capitalism*" (Martínez Navarrete & Stahler-Sholk, 2024) explora las dinámicas de resistencia y autogestión de los pueblos indígenas frente a los desafíos del capitalismo contemporáneo. En un contexto donde las políticas estatales suelen ignorar las tradiciones culturales y el derecho a la autodeterminación, las comunidades indígenas han buscado formas de autonomía que fomentan su identidad y bienestar.

Las autoras y autores destacan, a través de diversos casos en América Latina, la forma en que las luchas por la autonomía se entrelazan con el rechazo al neoliberalismo y la búsqueda de alternativas a un sistema capitalista que ha mostrado su incapacidad para garantizar una vida digna. Las experiencias compartidas revelan la creatividad y la resiliencia de estas comunidades, que han logrado articular sus demandas a través de movimientos sociales y estrategias legales, promoviendo así un cambio en la narrativa sobre los derechos colectivos y la soberanía territorial.

Asimismo, el artículo plantea la importancia de entender la autonomía no solo como un fin, sino como un proceso continuo que requiere redefinir las relaciones de poder y construir nuevas formas de convivencia que respeten la diversidad cultural. Las contribuciones de los diferentes autores ofrecen un panorama enriquecedor sobre el papel de las autonomías indígenas en el ámbito socio-político actual, reafirmando la necesidad de un diálogo intercultural que desafíe las hegemonías dominantes.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Este análisis se presenta dentro de la edición de julio de 2024 de la revista Latin American Perspectives, donde se busca generar un espacio para reflexionar sobre las luchas contemporáneas y las posibilidades de emancipación desde las realidades latinoamericanas.

El artículo "*Ruta Mixteca: Derechos indígenas y la inmersión de México en la globalización*", escrito por Rodolfo Stavenhagen (Stavenhagen, 2015), aborda las complejas dinámicas de las migraciones indígenas, en particular de los trabajadores agrícolas, que se desplazan entre el estado de Oaxaca en México y California. Este fenómeno de migración circular ha sido objeto de estudio por investigadores como Michael Kearney.

Stavenhagen señala que la expansión de estas migraciones en los últimos años se ha visto impulsada por el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y modificaciones en la legislación agraria de México, las cuales han propiciado una mayor privatización de la tierra y recursos naturales. Estas políticas han desencadenado la desposesión de la pequeña agricultura tradicional, así como conflictos locales relacionados con la tierra y los recursos.

El levantamiento zapatista también desempeñó un papel crucial en la consolidación de organizaciones indígenas militantes, que ahora se benefician de cambios constitucionales que reconocen los derechos humanos de los pueblos indígenas de acuerdo con estándares internacionales.

El artículo invita a reflexionar sobre la intersección entre la lucha por los derechos indígenas y el contexto global de la globalización, revelando cómo estos diferentes factores confluyen en la vida de las comunidades indígenas en México.

Proyectos de autonomía indígena

En respuesta a las políticas de despojo territorial, muchas comunidades han iniciado proyectos de autonomía que buscan preservar sus tierras y culturas, resistiendo la explotación capitalista En el contexto de la búsqueda de sociedades post-capitalistas en México, los Proyectos de Autonomía Indígena se erigen como iniciativas que buscan la auto-sostenibilidad y el fortalecimiento de las comunidades indígenas frente a las presiones de los proyectos de megainfraestructura. Según se menciona en la fuente, estos proyectos fomentan la gestión comunitaria y la creación de redes de solidaridad intercomunitaria. La autonomía se entiende no solo como el aislamiento de comunidades, sino como una auto-suficiencia relativa que permite a los grupos decidir su nivel de producción y sus relaciones de intercambio con otros.

Además, las comunidades buscan promover su propio desarrollo mientras defienden su territorio y patrimonio cultural, enfrentándose a los desafíos impuestos por el sistema económico dominante que ha contribuido al empobrecimiento y marginalización histórica. A través de procesos de planificación estratégica, estas iniciativas buscan consolidarse y expandirse, evidenciando la importancia de la diversidad productiva y la gestión sostenible de los ecosistemas regionales (Camacho Benavides & Barkin Rappaport, 2025).

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

El documento "*El territorio como piedra angular de la construcción de alternativas al capitalismo:*

El caso de organizaciones indígenas campesinas de la Sierra Norte de Puebla, Mexico" (Armenta & Carcaño, 2021), aborda los Proyectos de Autonomía Indígena en el contexto de la construcción colectiva de alternativas al capitalismo. Estas iniciativas surgen como respuesta a la necesidad de las comunidades indígenas y campesinas de autogestionar su territorio y problemáticas, estableciendo un autogobierno que les permita crear condiciones de vida digna y sustentable.

La organización social se refleja en la capacidad de las comunidades para tomar decisiones de manera conjunta, donde la participación activa de los miembros es fundamental para resolver los problemas que les aquejan, ya sean sociales, culturales, económicos, entre otros.

Los proyectos buscan el control y manejo del territorio de forma colectiva, permitiendo que estas comunidades se resistan a ser meros receptores de la lógica capitalista y, en cambio, se conviertan en actores protagónicos de su propia historia. Estos esfuerzos son fundamentales para el fortalecimiento de sus identidades culturales y la preservación de sus ecosistemas, promoviendo un desarrollo que sea respetuoso con su entorno y que fomente la equidad y la justicia social.

Resistencia cultural y política

Las comunidades indígenas han utilizado su rica herencia cultural como una herramienta de resistencia contra las influencias externas que buscan explotar sus recursos. La información sobre Proyectos de Autonomía Indígena no se encuentra en las páginas del PDF proporcionadas. Sin embargo, en general, los proyectos de autonomía indígena suelen abordar la construcción de sistemas de autogobierno, la recuperación y preservación de culturas y lenguas, así como la implementación de prácticas económicas y sociales que respeten los derechos y tradiciones de los pueblos indígenas. Además, se destaca la importancia de la participación activa de estas comunidades en los procesos de toma de decisiones que afectan sus vidas y territorios (Alejos García, 2024).

Sin embargo, se puede inferir que las luchas de los pueblos indígenas y sectores subalternos en América Latina representan una forma de resistencia tanto cultural como política. Estas luchas se enmarcan en un contexto de oposición a modelos dominantes de estado-nación y capitalismo neoliberal, buscando la autodeterminación y la recuperación de prácticas socioculturales alternativas que desafían la hegemonía colonial y racista. Así, se destaca la importancia de estas resistencias en la búsqueda de un horizonte de emancipación social y autonomía (Makaran & Brancaleone, 2022).

Impacto de la privatización y globalización

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Las políticas neoliberales y la globalización han intensificado los desafíos para las comunidades indígenas, al promover la privatización de tierras y recursos que tradicionalmente han pertenecido a las comunidades

El artículo "*The Demise of Mexican State Nationalism and the Rise of Purhépecha Ethnicity: Kurikahueri K'uinchikua and Purhéecherio*" de Andrew Roth-Seneff (Roth-Seneff, 2018) examina cómo las transiciones nacionales de gran envergadura, especialmente las que se iniciaron en la década de 1990 en México, han impactado a las comunidades indígenas, comenzando por la cultura y la identidad de los purhépechas. Roth-Seneff argumenta que, a medida que el nacionalismo del estado comenzó a declinar, surgieron formas de solidaridad rural históricamente enraizadas que han permitido a estas comunidades organizar cambios colectivos significativos desde abajo, desconectándose de la dependencia estatal.

A través de un análisis conceptual y etnográfico, se destaca que la identidad purhépecha y su patrimonio cultural han jugado un papel crucial en la recuperación de su voz y sustento en un contexto donde históricamente han sido excluidos del ámbito público. Se plantea que las formas de comunicación cultural y la continuidad generacional de sus tradiciones han sido fundamentales para la autoorganización social y la configuración de un nuevo imaginario social que desafía el modelo dominante.

Por ende, este artículo no solo revela la transformación del nacionalismo en México, sino que también resalta el potencial de las comunidades indígenas para innovar y reivindicar su identidad en un mundo en constante cambio, marcando un camino hacia el reconocimiento y su lugar en la esfera pública.

Asi también, el artículo de Stavenhagen (Stavenhagen, 2015), reflexiona sobre el impacto de la globalización y la privatización en las comunidades indígenas, destacando la tensión entre el desarrollo económico y la preservación de derechos fundamentales. Este dilema se manifiesta en el contexto latinoamericano, donde naciones como Bolivia y Ecuador han adoptado nuevas constituciones que reconocen ciertos derechos indígenas, sin embargo, las promesas de estos documentos no han sido plenamente cumplidas, lo que ha generado descontento.

La elección de Evo Morales en Bolivia, por ejemplo, trajo esperanzas para muchos, pero también evidenció divisiones dentro de las comunidades indígenas; algunos apoyan su liderazgo, mientras que otros cuestionan su legitimidad. Ecuador, por su parte, introdujo el concepto de *sumak kawsay*, que simboliza un vivir bien, aunque la mayoría de los indígenas aún luchan por acceder a esos ideales.

La privatización y las políticas neoliberales, como lo demuestra el acuerdo de NAFTA, han marginalizado más a estas comunidades, dejando sus derechos sin atención. Stavenhagen (Stavenhagen, 2015), argumenta que el verdadero problema radica en la brecha entre la legislación y su implementación, lo cual requiere no solo leyes adecuadas, sino también la voluntad política para llevarlas a cabo. Así, las luchas de las comunidades indígenas continúan,

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

desafiando las narrativas de desarrollo que ignoran sus derechos fundamentales y su conexión con la tierra.

Este análisis invita a una reflexión profunda sobre cómo la globalización, si no se maneja con responsabilidad y respeto, puede exacerbar las inequidades y la exclusión de aquellos que han sido históricamente despojados de sus derechos y recursos.

Ejemplos de autonomía indígena

Ejemplos notables incluyen las autonomías zapatistas en México y las resistencias mapuches en Chile, que representan modelos exitosos de autogobierno y defensa territorial.

El artículo de Navarrete y Stahler-Sholk (Martínez Navarrete & Stahler-Sholk, 2024), aborda el impacto del capitalismo contemporáneo en las comunidades indígenas en América Latina, resaltando cómo este sistema ha generado intensos conflictos de "acumulación por desposesión". Las comunidades indígenas, frente a la amenaza del despojo territorial, han buscado formas de resistencia que se materializan en proyectos de autonomía.

Los autores analizan el concepto de autonomía, sus orígenes y las distintas manifestaciones en diversos contextos históricos. En particular, se destacan tres ejemplos paradigmaticos de autogestión indígena: la autonomía zapatista en México, la comunidad purépecha de Cherán y la lucha mapuche en Wallmapu, Chile. Estas experiencias representan modelos únicos donde no solo se defiende el territorio, sino que también se forjan nuevas subjetividades colectivas. A través de sus procesos organizativos, estas comunidades están creando alternativas al neoliberalismo que les permiten recuperar su agencia, fortalecer su identidad cultural y resistir las presiones económicas del capitalismo actual.

El artículo no solo ofrece un análisis académico, sino que también muestra cómo la resistencia de las comunidades indígenas puede inspirar movimientos más amplios en la lucha contra la injusticia social y ambiental, reafirmando la importancia de la autonomía como un camino hacia la dignidad y el respeto por sus derechos en un mundo cada vez más globalizado.

El artículo presenta una compleja narrativa sobre la autonomía indígena en México y Guatemala, enfocándose en cómo las comunidades han ejercido su poder a lo largo de la historia frente a las dinámicas de dominación estatal y de mercado. Se menciona que, aunque han existido prácticas de autonomía histórica, estas no siempre han sido radicalmente anti-capitalistas o anti-sistema.

Se destacan ejemplos significativos, como la coexistencia de comunidades indígenas con la propuesta de 'poder autónomo controlado' durante el período republicano. El vínculo con el Partido Revolucionario Institucional (PRI) demuestra cómo la estructura estatal tuvo un rol dual: permitió la preservación de territorios y formas de autogobierno, mientras que al mismo tiempo controlaba a las comunidades.

La resistencia indígena se ha transformado, siendo hoy una lucha más antagonista por la defensa de sus territorios y derechos, especialmente en el contexto del despojo neoliberal. Sin

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

embargo, la historia recuerda que algunos líderes comunitarios, como el caso de Sebastián Guzmán en Guatemala, colaboraron con intereses externos, lo que evidencia la complejidad de las relaciones entre las comunidades y las estructuras de poder más amplias.

Finalmente, el artículo resalta que la comunidad indígena no es un ente aislado; forma parte de un entramado social más amplio, y su evolución se entrelaza con los desafíos contemporáneos que enfrentan. Esto implica que su lucha por el reconocimiento y la plena ciudadanía está enmarcada en un diálogo constante con la modernidad y el capitalismo (Bastos, 2021).

ECONOMÍA SOCIAL Y SOLIDARIA

Concepto y aplicación

Se ha propuesto la economía social y solidaria como una alternativa al desarrollo capitalista tradicional. Este enfoque busca empoderar a las comunidades a través de prácticas económicas inclusivas y sostenibles.

La economía social y solidaria (ESS) se presenta como una alternativa viable al desarrollo capitalista, enfocándose en la inclusión social y la sostenibilidad. Este modelo promueve prácticas económicas que priorizan el bienestar comunitario sobre el beneficio individual.

Para examinar la economía social y solidaria en América Latina, destacando su dualidad conceptual y su aplicación práctica en diferentes contextos, se introduce el concepto de "Buen Vivir" (Camacho Benavides & Barkin Rappaport, 2025), que busca la armonía entre lo social y lo ambiental, y se enfatiza cómo las acciones colectivas han llevado a la construcción de una economía social que responde tanto a la lógica del capitalismo como a las demandas del movimiento anti-capitalista.

Desde la perspectiva de la economía social y solidaria (Veltmeyer, 2018), se enfrentan dos enfoques: uno que trata de manejar el desarrollo urbano y rural dentro de un marco neoliberal, y otro que surge del grassroots, buscando alternativas al sistema capitalista. Ambos enfoques, aunque aparentemente contradictorios, pueden ser complementarios y funcionales tanto para la perpetuación del capitalismo como para las luchas de resistencia.

A lo largo del documento, se reconstruye la historia del cooperativismo en la región y se examinan las experiencias de autogestión laboral que han contribuido a esta economía social. Además, se aborda el desarrollo comunitario basado en la solidaridad, destacando proyectos concretos en países como Venezuela, donde la economía social y solidaria ha sido impulsada desde instancias gubernamentales, aunque no sin sus desafíos.

El análisis concluye que el desarrollo de una economía social y solidaria puede surgir desde diversas esferas, tanto de abajo hacia arriba como de arriba hacia abajo, reflejando la complejidad y las múltiples facetas de este fenómeno en el contexto latinoamericano.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Otro claro ejemplo sobre las comunidades que promueven la economía social y solidaria (ESS) como una alternativa viable frente al capitalismo es el que destaca que estas comunidades (Camacho Benavides & Barkin Rappaport, 2025), organizadas en torno a modelos de producción responsable y sostenibles, están asumiendo un papel fundamental en la gestión territorial de sus recursos. A través de la ESS, buscan no solo mejorar la calidad de vida colectiva, sino también generar autonomía y defender su territorio frente a las imposiciones del Estado-nación.

En el artículo se caracteriza a la economía social y solidaria, resaltando su potencial transformador al fomentar modelos de organización que previenen desequilibrios biológicos y promueven sociedades más igualitarias. De manera particular, analiza el papel de la ESS en la construcción de sociedades post-capitalistas, donde las comunidades triunfan al redefinir sus relaciones con el Estado y al buscar grados de autonomía que les permitan satisfacer sus demandas dentro de un marco de cooperativismo y solidaridad.

Es asi que ofrece ejemplos concretos, como "Territorios de Vida México", que ilustra cómo la ESS puede coexistir con la conservación de ecosistemas, la "Universidad Comunal Autónoma de Oaxaca", que se presenta como un modelo educativo alternativo, y la "Red Nacional de Manejo de Maguey", que muestra la integración de la producción agroforestería con una visión ecológica y comunitaria.

En conjunto, estos ejemplos subrayan cómo la economía social y solidaria puede ser un vehículo poderoso para la transformación social y económica en un contexto de creciente crisis ambiental y desigualdad.

Empoderamiento comunitario

La ESS busca empoderar a las comunidades locales mediante la creación de empleo, el fortalecimiento de la cohesión social y el apoyo a iniciativas locales que promueven la autogestión y la autonomía económica

Armenta y Carcaño (Armenta & Carcaño, 2021) nos extienden en su artículo un enfoque sobre el empoderamiento comunitario a través de la economía social y solidaria, destacando la importancia del territorio como un elemento fundamental en la construcción de alternativas al capitalismo. Se subraya cómo las organizaciones indígenas y campesinas en la Sierra Norte generan y distribuyen su producción de manera colectiva, desafiando las premisas del sistema capitalista que tiende a despreciar las prácticas que no generan valor económico inmediato.

El control del territorio en estas comunidades se basa en una sólida organización social, donde las decisiones se toman de manera colectiva, fomentando así una mayor participación y responsabilidad entre los integrantes. La producción no se limita a la agricultura de subsistencia, sino que abarca una variedad de actividades que incluyen la fabricación de productos artesanales, la prestación de servicios y el desarrollo de proyectos comunitarios que fortalecen los lazos entre los miembros, reforzando su cosmovisión y conexión con la naturaleza.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Además, la diversificación productiva es crucial, ya que permite no solo mejorar la calidad de los suelos, sino también evitar la dependencia económica de un solo mercado. Las comunidades, al desarrollar sus capacidades y recursos de forma colectiva, buscan además establecer mercados alternativos que les permitan comercializar sus productos a precios justos y solidarios, promoviendo así un modelo de desarrollo que prioriza el bienestar comunitario sobre el lucro individual.

Este enfoque de economía social y solidaria resalta el valor de la cooperación y el trabajo conjunto, proponiendo un camino hacia la autosuficiencia y el fortalecimiento de identidades culturales, donde el territorio no es solo un espacio físico, sino un escenario de reivindicación y resistencia en la búsqueda de alternativas a las estructuras económicas convencionales.

En el artículo de Makaran y Brancaleone (Makaran & Brancaleone, 2022) se examinan las "anarquías empíricas" y cómo la antropología libertaria puede contribuir a la comprensión de las experiencias de autonomía en América Latina. Desde la perspectiva de la economía social y solidaria, se plantea que las dinámicas sociales no estatales tienden a ser horizontalmente estructuradas, lo que promueve el empoderamiento comunitario.

En lugar de seguir el relato hegemónico que se centra en el poder vertical y las narrativas históricas de conquista, se busca destacar la vitalidad de las relaciones humanas en comunidades que operan de manera colectiva y cooperativa.

Los antropólogos argumentan que, a través de métodos etnográficos, se puede problematizar el poder y la justicia desde la perspectiva de sociedades no estatales, resaltando la importancia de evitar la concentración de poder político y económico.

Este enfoque apoya la creación de instituciones que fomenten la inclusión y el bienestar colectivo, características esenciales de la economía social y solidaria. De esta manera, el artículo nos invita a reconocer las múltiples trayectorias y formas de vida que coexisten, ofreciendo una crítica al modelo dominante y resaltando las alternativas que emergen a partir de la cooperación y la solidaridad comunitaria.

Sostenibilidad y resiliencia

Las prácticas de la ESS son intrínsecamente sostenibles, promoviendo la resiliencia económica y social a través de la diversificación de actividades económicas y la reducción de la dependencia de modelos capitalistas tradicionales.

El artículo "*Inequality, social capital, and varieties of capitalism in Latin America*" (Bolaños et al., 2021) explora las intersecciones entre la desigualdad, el capital social y los diferentes modelos de capitalismo presentes en América Latina. Desde la perspectiva de la Economía Social y Solidaria (ESS), se puede interpretar que la sostenibilidad y resiliencia de las comunidades dependen en gran medida de la capacidad de estas para construir redes de confianza y cooperación entre los individuos.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La ESS propugna un enfoque donde el bienestar colectivo y la justicia social son prioritarios, en contraposición a un modelo capitalista que a menudo prioriza las ganancias individuales. En este sentido, el artículo destaca cómo la desigualdad puede erosionar el capital social, lo que a su vez puede impactar negativamente en la cohesión social y la resiliencia comunitaria.

La sostenibilidad, en el contexto de la ESS, se manifiesta a través de modelos económicos que fomentan la solidaridad, la participación y la inclusión, permitiendo a las comunidades no solo resistir las crisis económicas, sino también prosperar mediante el fortalecimiento de sus relaciones interpersonales. Así, se sugiere que una economía que respete estos principios puede contribuir a mitigar los efectos negativos de la desigualdad y facilitar un desarrollo sostenible en América Latina.

El estudio invita a reflexionar sobre la necesidad de fomentar la ESS como una vía para lograr un equilibrio entre la economía y el bienestar social, destacando la importancia de construir un capital social robusto como piedra angular de la resiliencia frente a las adversidades económicas y sociales.

El artículo de Campos-Vázquez, Delgado-Barrera y Medina-Cortina (Vázquez et al., 2020), examina el estado actual del bienestar social en México, caracterizándolo como residual y con un enfoque en la eficacia de los programas sociales dirigidos a la población en pobreza. Desde la perspectiva de la economía social y solidaria, se subraya la importancia de transformar las políticas focalizadas en estrategias más inclusivas y sostenibles, que promuevan la participación activa de las comunidades en la mejora de su situación.

La sostenibilidad se presenta como un objetivo clave, donde los servicios públicos de salud y educación de calidad son esenciales para una inclusión efectiva. La resiliencia de las comunidades se fortalece a través de una administración eficiente y un registro adecuado de beneficiarios que permita una coordinación efectiva entre distintas iniciativas sociales.

Se argumenta que solo así se puede combatir de manera integral la pobreza y fomentar un crecimiento económico incluyente.

El texto destaca que, para lograr este cambio necesario, es fundamental rediseñar las políticas sociales, basándolas en datos concretos y en la experiencia vivida por los beneficiarios. La intervención debe ser adaptativa, integrando los conocimientos locales y promoviendo una cultura de cooperación que impulse no solo el bienestar individual, sino también colectivo, generando un tejido social robusto y resiliente ante las adversidades económicas y sociales que enfrenta el país.

En conclusión, al adoptar una perspectiva de economía social y solidaria, se propone que el camino hacia la sostenibilidad y resiliencia en México debe centrarse en políticas integradas que reconozcan y valoren la capacidad de las comunidades para participar en la construcción de su propio futuro, contribuyendo así a una sociedad más justa y equitativa. Esto no solo es crucial

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

para la mitigación de la pobreza, sino también para el desarrollo sostenible a largo plazo, donde todos los elementos de la sociedad sean considerados actores fundamentales en la búsqueda del bien común (Vázquez et al., 2020).

Políticas públicas y economía social

La implementación efectiva de la ESS requiere un apoyo sólido de políticas públicas que faciliten el entorno regulatorio y financiero necesario para que estas iniciativas prosperen.

El artículo de Velazquez Leyer (Velázquez Leyer, 2020) aborda la relación entre la economía social y solidaria y las políticas públicas, destacando cómo estas últimas pueden contribuir al desarrollo de un modelo económico más inclusivo y equitativo. Se argumenta que las políticas públicas, al enfocarse en el bienestar social y en la reducción de desigualdades, pueden fomentar el crecimiento de iniciativas de economía social, que priorizan la cooperación y el beneficio comunitario sobre la maximización de ganancias individuales.

Se explora el papel de diversas organizaciones y movimientos que fomentan la economía social y solidaria, enfatizando la importancia de su consolidación a través de marcos regulativos que apoyen su desarrollo. Se menciona que estas políticas deben orientarse a facilitar el acceso a recursos, la capacitación y la inclusión de grupos vulnerables, promoviendo así un entorno favorable para la sostenibilidad de estas iniciativas.

A medida que se implementan políticas que favorecen la economía social, se observa una transformación hacia un modelo más justo que busca no solo el crecimiento económico, sino también el bienestar social integral, promoviendo una mayor cohesión y resiliencia en las comunidades.

En resumen, la interrelación entre políticas públicas y economía social es crucial para construir sociedades más solidarias y equitativas, donde el enfoque en el bien común sea fundamental.

Un artículo que presenta un análisis sobre la literatura maya y su evolución en el contexto de la decolonialidad indígena en América Latina es el de Alejos Garcia (Alejos García, 2024). En él, distingue que la emergencia de una voz literaria indígena se ha visto influenciada por el movimiento zapatista, que marcó un hito en la historia literaria nacional, permitiendo a los intelectuales indígenas formarse de manera más autónoma y crítica. Este proceso no solo ha fomentado la creación de obras que abordan abiertamente violencias y exclusiones, sino que también ha dado lugar a un diálogo profundo con la naturaleza, donde los elementos naturales son integrados en la poesía como interlocutores.

Desde la perspectiva de la economía social y solidaria, se puede interpretar que esta nueva ola literaria no solo busca la autoexpresión y la resistencia cultural, sino que también potencia el desarrollo de políticas públicas inclusivas que reconozcan y apoyen la diversidad cultural y lingüística. La producción literaria maya se alinea con la economía social al promover iniciativas que favorecen la cohesión social, empoderando a las comunidades indígenas y

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

fomentando prácticas que contrarrestan la explotación. A través de herramientas narrativas y literarias, los escritores indígenas contribuyen también a la creación de un espacio para presentar sus realidades y reivindicaciones, fomentando la solidaridad y la búsqueda de un modelo económico más equitativo.

Así, la literatura no solo se convierte en un medio de resistencia cultural, sino en un vehículo para que las voces indígenas sean escuchadas, reafirmando su presencia en la esfera pública y jurídica, en un proceso que podría considerarse como parte integral de la economía social y solidaria. De esta manera, el artículo subraya la importancia de vincular la literatura con acciones concretas en políticas públicas que fortalezcan la autonomía y sostenibilidad de las comunidades indígenas.

Algunos Casos De Estudio

Diversos casos de estudio en América Latina han demostrado el éxito de la ESS en mejorar las condiciones de vida de las comunidades, reducir la pobreza y fomentar el desarrollo sostenible. Entre los más destacados es del de Navarrete y Stahler-Sholk (Martínez Navarrete & Stahler-Sholk, 2024).

El artículo explora el fenómeno de las autonomías indígenas en América Latina frente al capitalismo contemporáneo, centrándose en las experiencias de diversas comunidades que han optado por modelos de organización que se alinean con principios de economía social y solidaria. A través de un enfoque de caso de estudio, se analizan iniciativas que promueven la autogestión y la cooperación entre miembros de las comunidades, resaltando la creación de redes de apoyo mutuo y la búsqueda de alternativas al modelo económico dominante.

Se presenta cómo estas comunidades han desarrollado economías locales que priorizan el bienestar de sus miembros y el cuidado de sus territorios, desafiando así las lógicas del capitalismo, que frecuentemente conduce a la explotación y la marginalización.

El artículo enfatiza la importancia de la identidad cultural y la resistencia en la construcción de estos modelos de economía social, mostrando que no solo se trata de un enfoque económico, sino también de una reivindicación política y social.

Asimismo, se abordan los desafíos que enfrentan estas iniciativas, tales como la presión de las políticas neoliberales y el acoso de intereses corporativos, y se propone que la fortaleza de la economía social y solidaria reside en la colaboración y la unidad entre las comunidades, así como en la creación de espacios donde se valore y respete la diversidad cultural.

Estos casos de estudio ilustran cómo, mediante la economía social, las comunidades indígenas no solo buscan sobrevivir, sino también prosperar y redefinir sus propias autonomías en el contexto de un mundo que a menudo los ignora.

Así, el artículo destaca que las experiencias de las comunidades indígenas en América Latina pueden servir como modelos inspiradores para otros movimientos sociales que buscan

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

alternativas al capitalismo, mediante la implementación de sistemas económicos que promuevan la equidad, la justicia social y la sostenibilidad.

Descentralización y gasto social

En México, la descentralización ha tenido un impacto mixto en el gasto social. Aunque ha aumentado la participación de los estados en la política social, el gasto no siempre se ha traducido en mejoras significativas en la equidad social.

El artículo "*Inequality and Growth in Latin America: Achievements and Challenges*" (Bustillo et al., 2018), aborda la intersección entre el crecimiento económico y la desigualdad en la región, poniendo un énfasis notable en la descentralización y el gasto social. A lo largo de las últimas décadas, la llegada de gobiernos democráticos en América Latina ha propiciado un renovado enfoque hacia la inclusión social, motivada por las demandas electorales de mayores oportunidades para todos.

Se observa que el contexto de las crisis financieras en los años 90, así como desastres naturales y caídas en los precios internacionales, impulsaron una reformulación de las políticas sociales y antipobreza. Las nuevas estrategias propusieron la necesidad de garantizar derechos económicos, sociales y culturales, buscando una distribución más equitativa de los beneficios del desarrollo económico. En este sentido, la descentralización de la gestión del gasto social se presenta como un mecanismo clave para abordar las disparidades que han caracterizado históricamente la región.

La transición hacia un enfoque que combina la universalidad de los derechos con mecanismos de focalización fue un paso importante. Esto llevó a un avance en la creación de políticas que, a pesar de estar dirigidas a grupos específicos, sostenían un marco de derechos universales. La atención se desplazó hacia la creación de redes de protección para aquellos excluidos del mercado laboral formal, acentuando así la relevancia del gasto social a nivel local, donde las necesidades son diversas y diferenciadas.

Por lo tanto, el artículo sugiere que la descentralización del gasto social no solo puede facilitar una respuesta más eficaz a las necesidades de la población, sino que también puede contribuir a una distribución más equitativa de los recursos, promoviendo una verdadera inclusión social en un contexto marcado por la desigualdad. Esta reconfiguración del gasto social es esencial para construir un futuro más justo y sostenible en América Latina.

MIGRACIÓN Y DESIGUALDAD

Impacto mixto de la descentralización

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La migración, especialmente entre México y Estados Unidos, revela profundas desigualdades socioeconómicas, así como deficiencias en las políticas públicas para la reintegración de los migrantes deportados según Medrano (Medrano, 2023).

La descentralización en México ha sido un proceso complejo, con resultados mixtos en términos de equidad social. Si bien ha incrementado la autonomía de los estados, no siempre ha llevado a una distribución más equitativa de los recursos

A medida que los países enfrentan desafíos económicos, la migración emerge como una respuesta a las restricciones laborales y la búsqueda de mejores oportunidades. Este fenómeno tiene un impacto mixto sobre la desigualdad, tanto dentro como entre los países de la región.

Por un lado, la migración permite que las personas que abandonan sus comunidades en busca de trabajo envíen remesas a sus familias, lo que puede ayudar a aliviar la pobreza y mejorar las condiciones de vida en sus lugares de origen. Estas remesas, en muchos casos, se destinan a la educación y la salud, favoreciendo el empoderamiento y el acceso a oportunidades que antes eran inalcanzables. Sin embargo, el efecto de las remesas no es uniforme, ya que las comunidades que dependen de la migración pueden experimentar una creciente desigualdad entre aquellos que tienen acceso a estas fuentes de ingresos y aquellos que no.

Por otro lado, el artículo también destaca cómo la descentralización puede influir en estos procesos. Si bien se reconoce que la descentralización busca empoderar a las comunidades locales y mejorar la gestión del gasto social, su implementación a menudo puede ser desigual. Las regiones que ya son más prósperas pueden beneficiarse más de los sistemas descentralizados, mientras que las áreas menos desarrolladas podrían quedar rezagadas, exacerbando así la desigualdad.

En este contexto, la migración puede ser vista como una estrategia de adaptación frente a las ineficacias de la política social. Las personas migrantes a menudo enfrentan numerosas barreras en su búsqueda de empleo y estabilidad, tanto en el extranjero como en su país de origen, lo que a su vez refleja las tensiones presentes en la estructura socioeconómica de sus comunidades.

Así, el artículo revela un panorama complejo donde la interacción entre la migración y la descentralización en América Latina presenta un impacto mixto en la desigualdad, sugiriendo que para maximizar los beneficios de la migración y mitigar sus efectos adversos, es esencial promover políticas públicas que fortalezcan la inclusión social y aseguren que el impulso hacia la descentralización no produzca inequidades más profundas en la región (Medrano, 2023).

El artículo de Campos Vázquez (Vázquez et al., 2020) aborda con especial énfasis, la política social y su relación con el combate a la pobreza en México, proponiendo un análisis que integra la migración y la desigualdad en un contexto de impacto mixto de la descentralización.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

A través de una revisión profunda de datos inéditos, se evidencia que la geografía juega un papel crítico en el desarrollo regional. Esto se traduce en que las personas que residen en áreas aisladas o desfavorables enfrentan mayores retos para mejorar sus condiciones económicas.

La migración emerge como un mecanismo de adaptación ante la desigualdad, puesto que los individuos, en busca de mejores oportunidades, son impulsados a trasladarse hacia regiones con mayores recursos. Sin embargo, el artículo también señala que la desarticulación de las políticas sociales ha dificultado el acceso equitativo a los programas de apoyo, intensificando la pobreza en localidades marginadas.

La propuesta de diferenciar los montos de transferencia en los programas sociales apunta a mejorar la efectividad en la reducción de la pobreza. Esto podría permitir que los recursos se distribuyan de manera más eficiente, especialmente en áreas donde la vulnerabilidad es mayor. El costo de implementar un esquema que cubra a todos los pobres es considerable, sugiriendo que el enfoque debe ser, no solo en la asignación de recursos, sino en el diseño de políticas que consideren las especificidades regionales, incluida la migración como un fenómeno que afecta directamente la distribución del bienestar.

Por último, el artículo resalta la necesidad de una estrategia integral que no solo enfoque el combate a la pobreza desde la centralización de esfuerzos, sino que también reconozca el papel de la migración y la desigualdad como factores cruciales en la efectividad de las políticas sociales en México.

Participación estatal en política social

El aumento de la participación de los estados en las políticas sociales ha permitido una mejor adaptación a las necesidades locales, pero también ha revelado disparidades significativas en la capacidad de implementación y en los resultados obtenidos.

A medida que las desigualdades geográficas se manifiestan, el Estado enfrenta el reto de definir políticas que no solo atiendan a la población en situación de pobreza, sino que también reconozcan la realidad de aquellos que migran en busca de mejores oportunidades asi lo resalta Velázquez Leyer (Velázquez Leyer, 2020). Este movimiento poblacional, a menudo impulsado por la necesidad de escapar de condiciones precarias, revela un aspecto fundamental: la inequitativa distribución de recursos y oportunidades.

El artículo argumenta que la participación estatal debe ser proactiva y adaptativa, implicando un diseño de programas sociales que integre las diferentes realidades de los migrantes y de las comunidades de origen. Esto implica no solo atender a quienes permanecen en condiciones vulnerables, sino también comprender cómo la migración puede ser tanto una solución como un factor que perpetúa la desigualdad.

La necesidad de ajustar las transferencias y apoyos económicos según las particularidades de cada región se propone como una forma de mejorar la efectividad de las políticas sociales. Al hacerlo, el Estado no solo aborda la pobreza en un sentido superficial, sino

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

que también se enfrenta a las causas estructurales que dan origen a la migración y que perpetúan la desigualdad.

En suma, el artículo resalta la urgencia de transformar la participación estatal en política social, incorporando un enfoque que considere las complejidades de la migración y su relación con la desigualdad, con el objetivo de crear un entorno más equitativo para todos los ciudadanos.

En el contexto de la migración y la desigualdad, el artículo de Hugo Martínez Montoya (Martínez-Montoya, 2022), aborda la problemática de las personas deportadas desde Estados Unidos hacia México, específicamente a la franja fronteriza de Chihuahua. La investigación se centra en comprender las dinámicas que enfrentan estos individuos tras su repatriación, así como la intervención de instituciones públicas mediante el Programa Somos Mexicanos.

Este programa, diseñado por la administración federal, busca facilitar la reintegración de los deportados a su país, pero el autor destaca que la realidad con la que se encuentran dista de asegurarles los derechos fundamentales como ciudadanos. A través de un enfoque metodológico que combina técnicas cuantitativas y cualitativas, se logró realizar un acercamiento con 313 deportados, revelando la marginalización y las luchas que enfrentan.

La participación estatal se presenta como un elemento crucial dentro de las políticas sociales, donde las ciudades fronterizas como Ciudad Juárez y Ojinaga juegan un papel relevante no solo en el proceso de deportación, sino en la construcción de un entorno social que amplifica las desigualdades existentes. La estrategia estatal, aunque intenta ofrecer un soporte mediante normativas y programas, es insuficiente y muchas veces inadecuada para atender la complejidad de las realidades vividas por las personas migrantes.

En resumen, el artículo plantea que la migración y la desigualdad están intrínsecamente ligadas a la acción estatal y su capacidad para abordar las necesidades de los deportados, quienes a menudo ven vulnerados sus derechos en el mismo país que los absolvió.

DESIGUALDADES PERSISTENTES

A pesar de los esfuerzos de descentralización, las desigualdades regionales persisten, en parte debido a la falta de recursos y capacidades técnicas en algunos estados para gestionar eficazmente los programas sociales.

El artículo "*Reflections on the Transformation in Mexico*" (Hanrahan & Aroch Fugellie, 2019) presenta una rica narrativa sobre las relaciones complejas y persistentes entre migración y desigualdad en el contexto mexicano. Destaca cómo la migración, tanto interna como externa, ha sido un reflejo de las desigualdades estructurales que persisten en la sociedad. A medida que las comunidades buscan oportunidades en medio de la falta de acceso a recursos básicos y la violencia, se evidencia una movilidad forzada provocada por la marginalización económica y social.

La obra enfatiza que los eventos trágicos, como la desaparición de los 43 estudiantes en Ayotzinapa, han catalizado un movimiento de resistencia y una movilización cívica que, aunque

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

fulgurante, también revela las profundas inequidades dentro del sistema. Esta realidad sugiere que la migración no es solo una búsqueda de mejoras en las condiciones de vida, sino también una respuesta necesaria a un paisaje social que constantemente excluye y marginaliza a amplios sectores de la población.

El proceso de "deictic revelation", al que el texto se refiere, nos invita a observar con atención las diversas facetas de la complicidad estatal y el crimen organizado, donde las estructuras de poder no solo actúan como un obstáculo para el desarrollo comunitario, sino que también perpetúan formas de exclusión que impulsan la migración como única solución viable. La narrativa nos lleva a entender que la transformación social en México está intrínsecamente ligada a la lucha contra dichas desigualdades persistentes, y que el camino hacia un futuro más equitativo dependerá de la capacidad de la sociedad civil de unirse y resistir estas condiciones opresivas (Hanrahan & Aroch Fugellie, 2019).

También el artículo de Veltmeyer (Veltmeyer, 2018) presenta una profunda reflexión sobre cómo la economía social en América Latina ofrece un enfoque alternativo al desarrollo, en un contexto marcado por la migración y la desigualdad persistente. A través de un análisis crítico, se destaca que las inequidades no solo son el resultado de condiciones económicas desfavorables, sino que también están intrínsecamente ligadas a los procesos de migración. Las comunidades afectadas por la desigualdad suelen verse impulsadas a migrar en busca de mejores oportunidades, lo que a su vez perpetúa un ciclo de marginalización.

La economía social, con su énfasis en la cooperación y la solidaridad, propone un modelo que desafía la lógica neoliberal que ha dominado en la región. Este enfoque se manifiesta en iniciativas locales que buscan fortalecer el tejido social y reducir las brechas económicas. Sin embargo, el artículo advierte que, para que la economía social tenga un impacto significativo en la lucha contra la desigualdad, es fundamental abordar de manera integral los factores que impulsan la migración, como la falta de acceso a recursos y oportunidades.

La migración, en este sentido, no solo es una respuesta a la desigualdad, sino que también puede ser un factor que contribuya a su perpetuación. Las comunidades migrantes a menudo enfrentan nuevos desafíos en sus destinos, lo que resalta la necesidad de políticas que no solo atiendan a los migrantes, sino que también aborden las condiciones que generan la desigualdad en sus lugares de origen. El artículo concluye que la economía social puede ser un camino hacia el desarrollo más equitativo, siempre y cuando se reconozca y se actúe sobre las conexiones entre migración y desigualdad persistente.

Eficacia del gasto social

Se ha observado que el gasto social descentralizado no siempre ha sido eficaz en reducir la pobreza o mejorar la equidad social, lo que sugiere la necesidad de una mejor planificación y coordinación entre los niveles de gobierno.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Bolaños et al. extienden el análisis de la dinámica entre desigualdad social y capital social en América Latina, situando este análisis dentro del contexto de diferentes variedades de capitalismo (Bolaños et al., 2021). Durante el periodo entre 2000 y 2016, se destaca que América

Latina se define como economías jerárquicas, donde la desigualdad es significativamente elevada, superando incluso a regiones como África subsahariana. Esta desigualdad se vincula a múltiples factores, incluyendo el crecimiento económico lento y el impacto negativo de la falta de confianza social.

Desde la perspectiva de la migración, los fenómenos de movilidad y desplazamiento están intrínsecamente ligados a estas desigualdades sociales. La migración, muchas veces impulsada por la búsqueda de mejores condiciones de vida y oportunidades laborales, puede ser tanto una respuesta a la desigualdad estructural como un factor que la exacerba. Cuando las poblaciones migrantes se integran en nuevas economías, enfrentan desafíos relacionados con su estatus social y acceso a servicios, lo que representa un impacto directo en la efectividad del gasto social.

El gasto social, en este contexto, debe ser eficaz para abordar no solo las necesidades de las poblaciones locales, sino también las de los migrantes. La falta de inversión en programas que fomenten la inclusión social y el desarrollo de habilidades puede perpetuar ciclos de desigualdad y limitar las oportunidades de los migrantes en países de acogida.

En resumen, la eficacia del gasto social en América Latina no solo influye en las tasas de desigualdad, sino que también determina cómo se integran y se empoderan los migrantes en estas economías jerárquicas. Debe considerarse como un elemento crucial para mitigar la desigualdad y fomentar una cohesión social más robusta en una región marcada por la diversidad y los retos migratorios (Bolaños et al., 2021).

No obstante L. Calva expone la compleja relación entre la migración y la desigualdad en el contexto del gasto social en México (Calva, 2019). Se hace evidente que la precariedad laboral afecta a millones de mexicanos, impulsando a muchos a buscar oportunidades en el extranjero. La Encuesta de Ocupación y Empleo del INEGI señala que más de 32 millones de trabajadores se encuentran en el empleo informal, donde la falta de prestaciones y la inestabilidad son comunes.

Si bien la migración puede funcionar como una vía de escape frente a la desesperanza que genera el desempleo, también deja entrever un panorama inquietante: el saldo migratorio negativo registrado a lo largo de varias décadas confirma que, para amplios sectores de la población, mejorar sus condiciones de vida sigue siendo una necesidad apremiante. A esto se suma una política salarial que, al limitarse a ajustes mínimos en función de la inflación, ha terminado por agravar la desigualdad, mermando el poder de compra de los trabajadores y reforzando la exclusión social.

Lo anterior pone de relieve las limitaciones del gasto social actual, que debería orientarse a elevar la calidad de vida y ampliar las oportunidades laborales de la población, en lugar de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

perpetuar un ciclo de precariedad para la mayoría. Resulta indispensable diseñar políticas que, además de garantizar un salario digno, fortalezcan los derechos laborales, impulsen la inclusión y disminuyan las brechas económicas, de manera que emigrar sea una opción y no una salida forzada por la ausencia de oportunidades (Calva, 2019).

Reformas y políticas necesarias

Para mejorar los resultados del gasto social descentralizado, se requieren reformas que fortalezcan las capacidades institucionales a nivel local y promuevan la equidad en la asignación de recursos.

El artículo examina la emergencia de la literatura maya contemporánea dentro del contexto de los pueblos originarios en América Latina, enfocándose en cómo esta producción literaria se relaciona con un movimiento cultural y político más amplio y decolonial. En la segunda mitad del siglo XX, las condiciones de vida de las comunidades indígenas en la región sufrieron cambios significativos, en gran parte a raíz de movimientos revolucionarios que enfatizaron la lucha por los derechos y dignidad de las mayorías.

A pesar de que dichos movimientos no lograron cambios políticos radicales, establecieron un ambiente propicio para que las demandas de los pueblos originarios fueran reconocidas en las agendas nacionales e internacionales. La figura de Rigoberta Menchú destaca como un ejemplo de activismo y resistencia, cuya obra ha sido fundamental para visibilizar las atrocidades sufridas por su pueblo en Guatemala. Su labor significó un parteaguas tras la firma de la paz en 1996, impulsando reformas jurídicas que fomentaron la revitalización cultural indígena y la emergencia de un movimiento político-cultural.

Este fenómeno literario actual, que pone en primer plano las voces indígenas, es en gran medida resultado de dinámicas políticas locales y nacionales, así como de un contexto global que exige una mayor equidad. Las reformas y políticas necesarias deben centrarse en fortalecer la representación indígena y abordar la desigualdad estructural que persiste en la región, garantizando así que la literatura y voz de los pueblos originarios continúen resonando en el escenario contemporáneo (Alejos García, 2024).

La propuesta es clara: empoderar a las comunidades a través de políticas inclusivas y solidarias que aborden la desigualdad en sus múltiples dimensiones, garantizando así un futuro más esperanzador para todos según la propuesta de Benavides y Rappaport (Camacho Benavides & Barkin Rappaport, 2025). Su artículo presenta una reflexión profunda sobre la transformación de comunidades en América Latina a través de la economía social y solidaria (CS) en un contexto de migración y desigualdad. En sus primeras secciones, se destacan los modelos organizativos que surgen como respuesta a las crisis económicas y sociales, donde las comunidades asumen un papel activo en la gestión de sus territorios y recursos, buscando no solo la autonomía, sino también mejorar la calidad de vida colectiva.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Desde la perspectiva de migración, las comunidades enfrentan presiones que los obligan a reconfigurar sus relaciones con el Estado-nación. En vez de separarse de sus países, estas comunidades buscan redefinir su autonomía y su vínculo con el Estado, una necesidad crítica en un contexto de desigualdad creciente. Así, se observa cómo la migración, lejos de ser solo un fenómeno de desplazamiento, se convierte en una estrategia para la supervivencia y la lucha por una vida digna.

El análisis de casos concretos, como las iniciativas en México, muestra el papel de la educación y la organización comunitaria como mecanismos para enfrentar la desigualdad estructural. La creación de espacios de resistencia y la promoción de alternativas de desarrollo se presentan como herramientas clave para frenar la migración forzada y fomentar la permanencia en los territorios, defendiendo tanto la riqueza cultural como los recursos naturales.

Finalmente, se hace un llamado a repensar las reformas y políticas necesarias que no solo aborden la migración como un desafío a solucionar, sino que reconozcan el papel activo de las comunidades en transformar sus realidades.

Este enfoque holístico resulta vital para construir sociedades más justas y equitativas que respeten la dignidad de sus ciudadanos y promuevan un desarrollo integral (Camacho Benavides & Barkin Rappaport, 2025).

CONCLUSIONES

La revisión de literatura realizada permite afirmar que las políticas neoliberales; apoyadas en la privatización y la desregulación, han ahondado las fracturas estructurales de la región, erosionando los mecanismos de bienestar y debilitando el tejido social. Frente a ello, las experiencias construidas en torno a la economía social y solidaria, la autonomía de los pueblos indígenas y el manejo comunitario del territorio se presentan como alternativas viables, capaces de revalorizar la cooperación, la justicia distributiva y el cuidado ambiental.

De los estudios analizados se desprende, además, que la sostenibilidad no debe reducirse a su dimensión ecológica, sino entenderse como un equilibrio integral entre justicia social, equidad económica y cuidado del entorno. La evidencia apunta a que las comunidades con mayores niveles de cohesión social y capital solidario están mejor preparadas para enfrentar crisis económicas y ambientales, lo cual respalda la importancia de robustecer las estructuras locales de autogestión.

En esa misma línea, se concluye que la reforma de los regímenes de bienestar en México y en América Latina debería apuntar hacia procesos de decomodificación y defamilialización, ampliando el acceso a servicios públicos de calidad y asegurando una redistribución más justa de los recursos. Lograr una sostenibilidad social efectiva implica, en consecuencia, transformar de fondo el paradigma económico predominante, de modo que el crecimiento deje de entenderse como un fin en sí mismo y pase a subordinarse al bienestar colectivo. Bajo esta lógica, articular políticas públicas inclusivas con la economía solidaria y la participación ciudadana se perfila

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

como la ruta más sólida para reducir la desigualdad y construir un porvenir sustentable con justicia social.

Declaración De Conflictos De Intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alejos García, J. (2024). Decolonialidad indígena en América Latina: Emergencia de la literatura maya. *Literatura Mexicana, 35*(2), 239–256. https://doi.org/10.19130/iifl.litmex.2024.2/00SW17S0X8479

Arksey, H., y O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology, 8*(1), 19–32. https://doi.org/10.1080/1364557032000119616

Armenta, W., y Carcaño, E. (2021). El territorio como piedra angular de la construcción de alternativas al capitalismo: El caso de organizaciones indígenas campesinas de la Sierra Norte de Puebla, México. *Latin American and Caribbean Ethnic Studies, 16*(2), 174–189. https://doi.org/10.1080/17442222.2020.1866255

Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido* (2.ª ed.). Akal.

Bastos, S. (2021). Community, dispossession, and ethnic rearticulation in Mexico and Guatemala. *Latin American and Caribbean Ethnic Studies, 16*(2), 109–129. https://doi.org/10.1080/17442222.2020.1839222

Bolaños, N. P., Saucedo-Acosta, E. J., y Del Callejo Canal, D. D. (2021). Inequality, social capital, and varieties of capitalism in Latin America. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 34*(1), 1583–1602. https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1844583

Bourdieu, P. (1997). *Razones prácticas: Sobre la teoría de la acción* (T. Kauf, Trad.). Anagrama. (Obra original publicada en 1994)

Bustillo, I., Artecona, R., y Perrotti, D. E. (2018). *Inequality and growth in Latin America: Achievements and challenges* [Documento de trabajo]. Group of Twenty-Four. http://www.g24.org/wp-content/uploads/2018/10/Inequality_and_growth_in_Latin_America-1.pdf

Calva, J. L. (2019). The Mexican economy in its neoliberal labyrinth. *Trimestre Económico, 86*(343), 579–622. https://doi.org/10.20430/ete.v86i343.921

Camacho Benavides, C. I., y Barkin Rappaport, D. P. (2025). Forging post-capitalist societies in Mexico. *Debates en Sociología, 60*, 146–171. https://doi.org/10.18800/debatesensociologia.202501.006

Campos Vázquez, R. M., y Monroy-Gómez-Franco, L. A. (2016). La relación entre crecimiento económico y pobreza en México. *Investigación Económica, 75*(298), 77–113. https://doi.org/10.1016/j.inveco.2016.11.003

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Castillo Fernández, D. (2022). Development model, labour precariousness and new social inequalities in Latin America. *CEPAL Review, 2022*(136), 45–61. https://doi.org/10.18356/16840348-2022-136-3

Hanrahan, B., y Aroch Fugellie, P. (2019). Reflections on the transformation in Mexico. *Journal of Latin American Cultural Studies, 28*(1), 113–137. https://doi.org/10.1080/13569325.2019.1608517

Jessop, B. (1990). *State theory: Putting the capitalist state in its place*. Pennsylvania State University Press.

Jessop, B. (2002). *The future of the capitalist state*. Polity Press.

Krippendorff, K. (2013). *Content analysis: An introduction to its methodology* (3.ª ed.). SAGE Publications.

Laurell, A. C. (2015). Three decades of neoliberalism in Mexico. *International Journal of Health Services, 45*(2), 246–264. https://doi.org/10.1177/0020731414568507

Makaran, G., y Brancaleone, C. (2022). Anarquías empíricas: Aportes de la antropología libertaria al estudio de las autonomías en América Latina. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes, 24*(2), 38–60. https://doi.org/10.17151/rasv.2022.24.2.3

Martínez Navarrete, E., y Stahler-Sholk, R. (2024). Indigenous autonomies in Latin America in the face of contemporary capitalism: Overview, perspectives and dilemmas, Part 1. *Latin American Perspectives, 51*(4), 3–24. https://doi.org/10.1177/0094582X241288862

Martínez-Montoya, H. (2022). Mexicanos deportados de Estados Unidos de América a Chihuahua, México. *Anduli, 26*(21), 165–189. https://doi.org/10.12795/anduli.2022.i21.08

Medrano, A. (2023). Social spending at the state-level in the neoliberal era: A renaissance of federalism in Mexico? *Regional & Federal Studies, 33*(3), 371–396. https://doi.org/10.1080/13597566.2021.1982703

Rojas, M. (2020). Well-being and its conceptualization. En *Well-being in Latin America: Drivers and policies* (pp. 19–30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33498-7_3

Roth-Seneff, A. (2018). The demise of Mexican state nationalism and the rise of Purhépecha ethnicity: Kurikahueri K'uinchikua and Purhéecherio. *The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology, 23*(1), 94–112. https://doi.org/10.1111/jlca.12252

Stavenhagen, R. (2015). Ruta Mixteca: Indigenous rights and Mexico's plunge into globalization. *Latin American Perspectives, 42*(4), 92–102. https://doi.org/10.1177/0094582X15574720

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., … Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine, 169*(7), 467–473. https://doi.org/10.7326/M18-0850

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Vázquez, R. M. C., Barrera, V. H. D., y Cortina, E. M. (2020). Social policy and fight against poverty in Mexico: Analysis of the cartilla social. *Gestión y Política Pública, 29*(2). https://doi.org/10.29265/gypp.v29i2.777

Velázquez Leyer, R. (2020). Has social policy expansion in Latin America reduced welfare decommodification and defamilialisation? Evidence from an overview of the Mexican welfare regime. *Social Policy and Society, 19*(4), 645–659. https://doi.org/10.1017/S1474746420000317

Veltmeyer, H. (2018). The social economy in Latin America as alternative development. *Canadian Journal of Development Studies / Revue Canadienne d'études Du Développement, 39*(1), 38–54. https://doi.org/10.1080/02255189.2017.1294052

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La inteligencia artificial en universidades, reflexión para la filosofía de la ciencia y la sostenibilidad

Artificial intelligence in universities, reflection for the philosophy of science and sustainability

Dr. En C. Ed. Alfredo Gómez González
Profesor de asignatura Universidad Autónoma del Estado de México
ORCID: 0000-0002-4871-9562
agomezgo@uaemex.mx
M. en D. y A. E. S. Lucero Gómez González
Profesor de posgrado de la Universidad Mexicana
ORCID: 0009-0006-1361-3027
vidaure1976@hotmail.com
Lic. en Ing. Ind. Rodrigo Cornejo Ortega
ORCID: 0009-0003-9343-6283
rcornejoo@uaemex.mx

RESUMEN

Es en las aulas universitarias donde las personas adquieren conocimientos de nivel superior y se desarrollan habilidades para el ulterior desempeño profesional en un entorno laboral que requiere la toma de decisiones mediante el análisis, la síntesis y la evaluación. Como apoyo, la inteligencia artificial brinda orientación a los estudiantes, pero hay riesgo de que llegue a ser invasiva o sustitutiva para resolver, pensar y dictar qué se debe o se puede hacer, impactando negativamente y generando riesgos importantes. El objetivo es reflexionar la percepción de los estudiantes respecto de la inteligencia artificial para su adecuada formación, la cual debe considerar la sostenibilidad de forma consciente y la importancia de la filosofía de la ciencia para ubicar a ésta como avance tecnológico. El paradigma es cualitativo, pues implica la discusión y los aspectos especulativos que conlleva la filosofía de la ciencia. Para la información se usaron fichas de trabajo y una Escala de Likert. Entre los resultados, se tiene que alrededor del 35% de los encuestados coinciden en los aspectos positivos y negativos de su uso al destacar riesgos y beneficios. La postura más radical, que defiende la inteligencia artificial, es de un porcentaje muy bajo del total de los encuestados.

Palabras clave: Inteligencia artificial, sostenibilidad, filosofía de la ciencia, avance tecnológico.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

ABSTRACT

University classrooms are where students acquire higher-level knowledge and develop skills for future professional development in a work environment that requires decision-making through analysis, synthesis, and evaluation. Artificial intelligence provides guidance to students as a support tool, but there is a risk that it may become invasive or substitute for solving, thinking, and dictating what should or can be done, resulting in negative impacts and generating significant risks. The objective is to investigate students' reflections of artificial intelligence for their proper training, which must consciously consider sustainability and the importance of the philosophy of science to position it as a technological advancement. The paradigm is qualitative, as it involves discussion and the speculative aspects of the philosophy of science. Worksheets and a Likert scale were used to collect information. The results show that approximately 35% of respondents agree on the positive and negative aspects of its use, highlighting risks and benefits. The most radical position, which defends artificial intelligence, is held by a very small percentage of the total respondents.

Keywords: Artificial Intelligence, Sustainability, Philosophy of Science, Technological Advancement.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la inteligencia artificial cobra cada vez más importancia, sobre todo en los ámbitos laborales y educativos. La formación de ésta se promueve hoy en día a través de la combinación de algoritmos, con los cuales lo que se intenta es simular algunas acciones que realizan los seres humanos, partiendo de bases de datos que de una u otra forma sustituyen la inteligencia humana. La inteligencia artificial actúa como una red neuronal artificial de tipo conexionista inspirado en el proceso biológico de los seres humanos, implicándose también en ello el aprendizaje automático.

Sin embargo, es una realidad actual, que se ha podido observar de manera constante en el desempeño académico de los estudiantes de nivel universitario que hay una utilización cada vez más constante de la IA con menoscabo del análisis, la síntesis y la evaluación como niveles de conocimiento que deben manejar, según lo esperado de un futuro profesionista.

El objetivo de esta reflexión es sobre los riesgos y desventajas que implica el uso de la IA de modo tal que puedan subsanarse las carencias que se están dando en el conocimiento y que están representando un serio problema para quienes se preparan de forma integral y conforme a los aspectos de la sostenibilidad para una posterior inserción al ámbito laboral. Se sustenta el estudio en datos que proporciona la Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Unión de México, INCyTU, así como las Naciones Unidas sobre derechos humanos y temas relacionados a la inteligencia artificial, así como algunos autores.

METODOLOGÍA

Paradigma: El paradigma de esta reflexión es de tipo cualitativo, ya que más que datos duros, requiere del análisis, la discusión y los aspectos especulativos que conlleva la filosofía de la ciencia.

Instrumentos: Fichas de trabajo. Escala de Lickert a 100 personas con niveles de estudio de licenciatura e ingeniería.

Implicaciones prácticas: Recopilación de puntos de vista de encuestados, con base en su propia experiencia sobre la inteligencia artificial (IA). Aplicación de la escala de Lickert.

DESARROLLO

Vale la pena destacar que un resultado científico no debe ser aceptado per se, como algo totalmente acabado o incuestionable.

De hecho, cuando se habla de la inteligencia artificial (IA) es indispensable aclarar que ésta se ancla, por su propia naturaleza, indefectiblemente en los derechos humanos.

Por ese motivo, las Naciones Unidas tienen una ruta autorizada que trabaja directamente con empresas tales como Microsoft, Hewlett Packard Enterprise, Google y Meta en un proyecto denominado B-Tech, sobre las empresas y los derechos humanos involucrados en el uso de esta tecnología.

Desde esta realidad, vale la pena aclarar que la colaboración que hoy en día existe es con socios privados, gobiernos de diferentes países, el mundo académico, la sociedad civil y el mismo sistema de las Naciones Unidad

Esta parte da un cierto respiro al saber que no se está utilizando la Inteligencia Artificial sin un trabajo de análisis y, sobre todo, que se respete la dignidad de las personas, así como sus derechos para que no se desfiguren valores que ha costado construir y mantener. Volker Türk (08 de mayo de 2023)[1] señala que "…la conexión se puede crear a través del Pacto digital mundial y un mecanismo de asesoramiento sobre derechos humanos en la esfera digital". Sin embargo, desde el ámbito universitario, es menester que se lleve a cabo un trabajo de análisis y reflexión sobre diferentes ventajas y desventajas de la IA, sus alcances y limitaciones y su proyección hacia el futuro

El Algoritmo

Para una mejor comprensión, en los procesos educativos el algoritmo hace referencia a las reglas que se utilizan en la IA para la realización de determinadas tareas partiendo de patrones de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

datos. Es decir, el resultado es que se pueden predecir o generar valores de salida, en este caso conocimientos, cuyo punto de partida fueron determinadas variables de entrada.

Como tal, la IA se vale de diferentes algoritmos que utiliza con la finalidad de que haya un resultado. A pesar de que la expectativa es más positiva que negativa, debe haber una seria reflexión sobre sus aportes y sus alcances, así como los riesgos que pudieran estar implicados.

El INCyTU (marzo 2018), ha indicado que la inteligencia artificial muestra ya consecuencias en los ámbitos educativo, social, económico y legal, realidad que en un futuro no muy lejano tendrá un gran aumento. El impacto será observable en situaciones de la vida diaria como por ejemplo los diagnósticos y los tratamientos de varias enfermedades, en el ámbito educativo para la facilitación de los procesos formativos en los diferentes niveles escolares; también en los productos de consumo humano, como es el caso de los automóviles que cada vez tendrán más autonomía.

Un punto de partida importante fue la misma idea que ya desde los albores del siglo XX se basaba en el modelo matemático de la Máquina de Turing, cuando la pregunta de fondo era si las máquinas podrían algún día pensar. Y, aunque las máquinas no piensen por sí mismas, están siendo capaces de correlacionar información que les permite realizar funciones cognitivas que son propias del ser humano.

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. https://www.ohchr.org/es/statements/2023/05/global-digital-compact-must-be-guided-human-rights-says-turk

EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Conforme nos ilustra Moreno, et a. (1994), cuando se tiene un artefacto (en este caso un conjunto de algoritmos) como sistema que va aprendiendo de forma automatizada, éste puede contribuir a la resolución de problemas y para ello toma decisiones, pero basadas en la experiencia humana que se ha ido acumulando y que lo hará cada vez más para mejorar sus aportes. Por eso, son capaces de trabajar con muchos datos de entrada, incluyéndose entre ellos incluso datos que no están del todo completos, que tienen incertezas, ruido o inconsistencias.

Desde la década de los años 90´s ya se hablaba de este tipo de aprendizaje. Eso permitió la configuración en cuatro modelos de aprendizaje automático sobre los que se puede hacer referencia.

El primero de ellos es el **aprendizaje supervisado** el cual permite a partir de un grupo etiquetado de datos la realización de una tarea humana, propiamente hablando. Hay también un aprendizaje **no supervisado**, otro llamado aprendizaje **semisupervisado** y, finalmente, el aprendizaje **de refuerzo**. Estos se explican en el siguiente diagrama.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Diagrama 1. Aprendizaje automático
Fuente: (Arán Godés, 2022)



Desde un punto de vista de progreso o avance científico-tecnológico hemos de aceptar que esto es un gran logro humano, ya que, sin la necesidad de revisar mucha información de nuestra parte, basta con poner un tema en el buscador y, partiendo de las bases de datos, pueden llegarnos las síntesis de lo que estamos queriendo saber.

En la siguiente tabla y a manera de ilustración, se muestran ventajas y desventajas que se han dirimido sobre la IA de manera general, independientemente del proceso educativo que nos atañe en este trabajo.

Tabla 1.

Ventajas y desventajas de la IA.

Ventajas	Desventajas	Riesgos	Oportunidades

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Podría ayudar a mejorar los resultados agrícolas, médicos. Se podría tener un mejor acceso a la información sobre el cuidado de la salud. Una mayor productividad en un variado número de sectores laborales.	La IA es un avance que no da certezas a los derechos humanos. Coloca al ser humano en un segundo plano.	La incitación a la violencia puede acelerarse. Discriminación para el acceso a un empleo. Discriminación para el acceso a cuestiones de tipo financiero. Amenazas al espacio cívico. Amenazas al espacio online. Amenazas a los derechos humanos.	Un gran potencial para las personas, las empresas, los gobiernos. Un gran potencial para el desarrollo. Realización de tareas y manejo de información más rápido.

Fuente: Creación Propia

Ahora bien, en la siguiente tabla se destacan las ventajas y las desventajas para el proceso formativo universitario:

Tabla 2.

Ventajas, desventajas y riesgos de la IA para el proceso formativo universitario.

Ventajas	Desventajas	Riesgos

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Acceso de personas con discapacidades a la educación. Una educación segura e inclusiva para quienes menos tienen. Facilitación del acceso a recursos educativos avanzados. Facilitación para tener recursos educativos más actualizados. Información en tiempo real. Las respuestas inmediatas a preguntas, incluso Preguntas sugeridas conforme a una temática. Retroalimentación inmediata. Identificación de lagunas. Apoyo a la evaluación continua. Ayuda a la comprensión de contenidos de las asignaturas de forma más sencilla.	Un aprendizaje de muy bajo nivel queno garantizaría propiamente el conocimiento. La no competitividad del estudiante que sólo se apoya en una IA que le resuelve todo. La incapacidad de formular razonamientos más elevados con argumentación propia. El no poder alcanzar una metacognición.	La sustitución de las capacidades y habilidades humanas. La inhibición del desarrollo de las capacidades de análisis, síntesis y evaluación por parte del estudiante universitario. La sustitución del papel del docente. Las preocupaciones por cuestiones éticas de privacidad y transparencia de la información. La promoción de desinformación y la violación de derechos de creadores de contenido (derechos de autor). La incertidumbre que genera su uso, pasando del plagio a autores al plagio a la IA.

Fuente: Creación propia

Relación de la IG o IA con la sostenibilidad

La sostenibilidad bien entendida se refiere básicamente a la gestión más adecuada de los recursos para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, pero sin comprometer o poner en riesgo las necesidades que en su momento puedan llegar a tener las generaciones futuras.

La IA como tal, en estos momentos está coadyuvando a satisfacer necesidades de tipo educativo, como ya se ha mostrado, sin embargo, es indispensable hacer la pregunta desde un enfoque de la filosofía de la ciencia ¿al hacer uso desmedido de dicho avance científico y tecnológico, como recurso, las generaciones actuales están siendo afectadas? ¿El recurso se ha pensado para garantizar de forma equilibrada el proceso formativo de los estudiantes? ¿Qué están haciendo los espacios educativos para que se trate el recurso de manera adecuada? ¿Se están involucrando a todos los actores para su uso y para su análisis?

Relación de IG o IA con el futuro

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Ahora bien, sin desligarnos de la sostenibilidad, cabe también hacernos algunas preguntas como las siguientes: ¿Cuáles serán los escenarios en los procesos educativos universitario en el futuro próximo?

¿Habrá realmente más ventajas que desventajas? ¿Se incrementarán los riesgos en diversos ámbitos de la vida real de los estudiantes y de quienes laboran en los espacios universitarios? ¿Habrá logrado la universidad en un largo plazo un equilibrio adecuado y benéfico en relación con el uso de la IA?

Encuesta aplicada a través de la Escala de Lickert, a 100 estudiantes de nivel licenciatura e ingeniería.



La mayoría de las personas respondieron que están totalmente de acuerdo o de acuerdo, entre un 60 y 90% de los encuestados, en que la inteligencia artificial es altamente utilizada en los espacios universitarios, lo cual puede considerarse un referente en relación a que pueden apoyarse en ésta para tareas, proyectos, resolución de dudas, etc



Alrededor del 25% manifiestan que están de acuerdo o totalmente de acuerdo, sólo

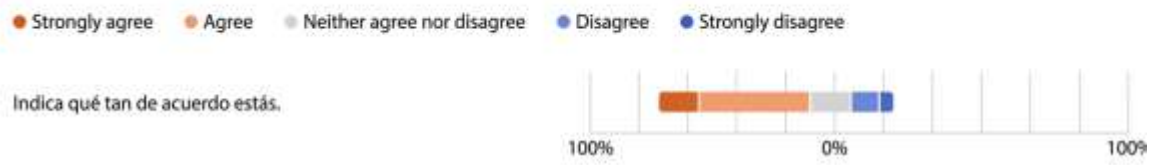


Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

un porcentaje de alrededor del 5% están en desacuerdo. La respuesta refleja en que un 25% de los encuestados tiene confianza en el desarrollo científico y sus resultados.

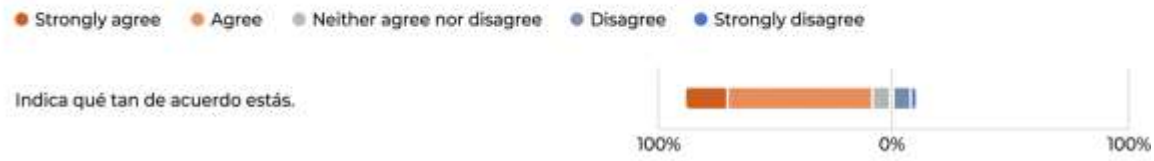
La respuesta es importante, ya que el 30% reconocen que la inteligencia artificial puede afectarles como estudiantes si hacen un uso desmedido de ella. Sólo un 5% estaría en desacuerdo.

4. La IA permite un aprendizaje cuyas características están siendo adecuadamente supervisadas.



Un 25% confirman que la inteligencia artificial permite un aprendizaje supervisado. Parece ser que esto lo entienden como la revisión que hacen los docentes en el aula respecto de tareas, investigaciones, proyectos, etc.

5. Para el nivel universitario la IA puede ser facilitadora del conocimiento y la investigación



La respuesta es que están de acuerdo alrededor del 40%. Para ellos la inteligencia artificial realmente facilita el conocimiento y la investigación.

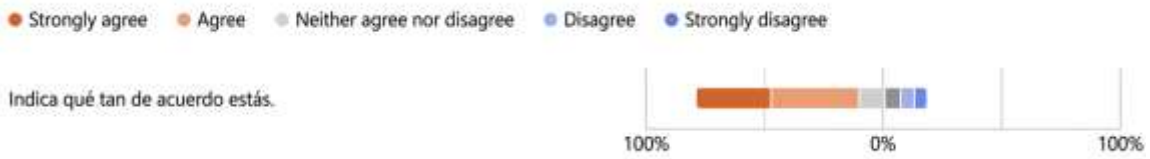
6. La IA puede perjudicar el desarrollo de habilidades de análisis, síntesis y evaluación.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

En contraparte a la respuesta de la pregunta anterior, en ésta hay un porcentaje similar de alrededor del 35% que reconoce que el desarrollo de las habilidades de análisis, síntesis y evaluación puede verse perjudicado. Sólo un mínimo de los encuestados, alrededor de un 5% están en desacuerdo o total desacuerdo, lo que significa que para ellos no se afecta dicho desarrollo.

7. El abuso de la IA puede tener serias afectaciones en la adquisición de conocimientos para las generaciones venideras.



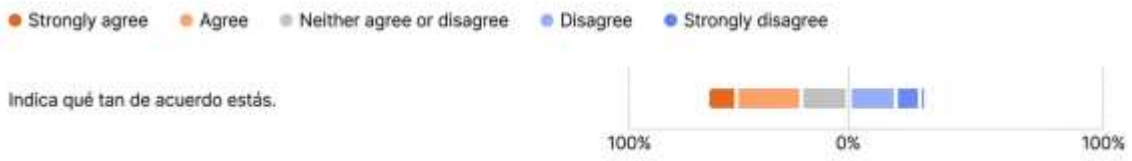
8. La IA puede generar discriminación para acceder a un empleo si no se usa de manera adecuada.



Por otro lado, alrededor de un 15% están de acuerdo, mientras que un 20% en total acuerdo, sólo menos del 5% están en total desacuerdo. Aun así, el nivel de conciencia es de más de la tercera parte, quienes dicen que el abuso de la inteligencia artificial puede generar serias afectaciones en la adquisición de conocimiento.

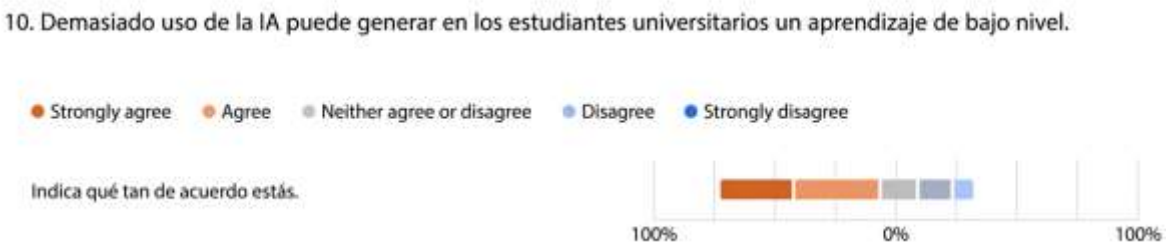
Alrededor de un de un 20% están de acuerdo, mientras que un 10% en total acuerdo, sólo menos del 5% están en total desacuerdo. Un 30% en promedio confirman que puede darse la discriminación a partir de un mal uso de la inteligencia artificial.

9. La IA podría ser una amenaza a los derechos humanos, por ejemplo, en el ámbito educativo los derechos de autor.



Una respuesta parecida de un de un 20% están de acuerdo, mientras que un 10% en total acuerdo, sólo menos del 5% están en total desacuerdo. Un 30% en promedio confirman que puede ser una amenaza la inteligencia artificial para los derechos humanos.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.



Demasiado uso de la inteligencia artificial generaría un aprendizaje de bajo nivel. La encuesta refleja que alrededor de un de un 20% están de acuerdo, mientras que un 10% en total acuerdo, sólo menos del 5% están en total desacuerdo. Un 30% en promedio confirman que puede darse esta situación, aspecto que tendría que sondearse de otras maneras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la filosofía de la ciencia, como área del conocimiento humano, le corresponde llevar a cabo diferentes tipos de análisis entre los cuales se encuentra la evaluación del impacto social y ambiental de la ciencia, entendida ésta como aquella que tiene un fundamento por el mismo método que utiliza, cuyo cometido final es llegar a la verdad, aunque, en términos reales y para nuestras sociedades más actuales, dicho cometido sea más propiamente la generación de conocimiento útil, confiable y capaz de hacer progresar al ser humano, es decir, un aspecto de tipo positivista.

Habremos de decir entonces que la filosofía de la ciencia debe reflexionar sobre los fundamentos, los métodos que ésta utiliza teniendo como base general el método científico, así como los alcances y límites que puede tener en la realidad.

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

La encuesta aplicada refleja en términos generales que alrededor de un 35% de las personas encuestadas coinciden tanto en los aspectos positivos como en los aspectos negativos que se refieren en el formulario.

Eso ya permite ver, en principio, que los mismos estudiantes saben que hay riesgos y beneficios. También se observó que la postura más radical, la cual defendería todo lo que tiene que ver con la inteligencia artificial sin mayor reparo es un 5%de los encuestados.

Aun así, se deben hacer análisis con otros actores del proceso educativo, como los docentes, por los niveles de preparación y la visión más abarcadora de la realidad debido a su experiencia profesional.

Como todo quehacer filosófico, siempre debe especularse al respecto de nuestras vidas, de la realidad, incluyendo también aquello que no es tan evidente para los seres humanos. El desarrollo

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

nos ha llevado a niveles insospechados y la inteligencia artificial, tarde o temprano, tenía que aparecer toda vez que el mismo ser humano ha acumulado durante milenios un sinfín de conocimientos.

Sin embargo, corresponde también a la filosofía de la ciencia, para ser más específicos, llevar a cabo un proceso de cuestionamiento sobre este avance científico y tecnológico que ya se encuentra desde hace algunos años operando, aunque hoy con mayor presencia en nuestras propias vidas, relacionándose amplia y fuertemente con la educación, la economía, las empresas, las redes sociales, etc.

Como se ha percibido en este trabajo, la filosofía de la ciencia debe inquirir sobre cuáles son las ventajas y desventajas de su utilización, así como los riesgos reales que implica y aquellos en los que podemos vernos envueltos, sobre todo en el campo de la formación universitaria.

Es indispensable que nos cuestionemos, que haya discusión sobre el tema, que la práctica docente señale los riesgos y las desventajas que se están generando y, también, las ventajas o el provecho que se puede obtener guardando las formas, pero sin menoscabo de la inteligencia humana ni de las habilidades del pensamiento tales como la creatividad, el razonamiento, la emotividad.

REFERENCIAS

Arán Godés, P. (28 de noviembre de 2022). Métodos de aprendizaje automático y aplicaciones. *Universidad de Zaragoza.* https://zaguan.unizar.es/record/124527/files/TAZ-TFM-2022-1444.pdf

INCyTU. (marzo de 2018). Inteligencia artificial. *FCCyT*. https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU_18-012.pdf

Naciones Unidad. (10 de mayo de 2022). La inteligencia artificial y los objetivos del desarrollo sustentable. *Naciones Unidas. Derechos humanos. Oficina del alto comisionado.* https://www.ohchr.org/es/stories/2022/05/artificial-intelligence-and-sustainable-development-goals

Naciones Unidad. (23 de febrero de 2024). ¿Es la IA un arma positiva? *Naciones Unidas. Derechos humanos. Oficina del alto comisionado.* https://www.ohchr.org/es/stories/2024/02/ai-force-good

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (08 de mayo de 2023). *El Pacto Digital Mundial debe guiarse por los derechos humanos, afirma Türk.* https://www.ohchr.org/es/statements/2023/05/global-digital-compact-must-be-guided-human-rights-says- turk

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Organización de Naciones Unidas. (09 mayo 2022). *La humanidad debe sacar el máximo partido a la IA, y no usarla de manera errónea: experto de la ONU.* https://www.ohchr.org/es/stories/2022/05/humanity- should-get-best-ai-not-worst-un-disability-rights-expert

Suconata Pintado, L., Sánchez Prado, R. Orellana Peláez, C. y Ávila Aguilar, W. (20 de septiembre de 2023). Inteligencia artificial y sostenibilidad: El compromiso de una Institución de educación superior. *Magazine de las ciencias.* https://www.researchgate.net/publication/374736391_Inteligencia_artificial_y_sostenibilidad_El_compromi so_de_una_Institucion_de_educacion_superior

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La clasificación arancelaria como ventaja competitiva para un negociador internacional

Tariff classification as a competitive advantage for an international negotiator

Mtra. María De Jesús Téllez Bbarrera
Unidad Académica Profesional
Cuautitlán Izcalli- UAPCI - UAEM
ORCID: 0009-0003-0666-3980
mjtellezb@ uaemex.mx

RESUMEN

La clasificación arancelaria, más allá de ser un requisito administrativo, constituye una herramienta estratégica que aporta ventajas competitivas a los negociadores internacionales. El desconocimiento de este instrumento técnico puede generar decisiones erróneas que afecten los costos, tiempos y beneficios arancelarios en las operaciones de comercio exterior. Este trabajo analiza el valor de la clasificación arancelaria como recurso esencial para fortalecer la preparación técnica del negociador, optimizar la cadena de suministro y aprovechar los tratados internacionales. Se propone una guía práctica que integra la comprensión normativa, los riesgos comerciales derivados del uso incorrecto y casos donde una adecuada clasificación ha influido positivamente en los resultados de negociación. En un contexto globalizado, dominar esta herramienta permite negociar con fundamento, anticipar barreras arancelarias y consolidar posiciones más sólidas y sostenibles en el mercado internacional.

Palabras clave Clasificación arancelaria, ventaja competitiva, comercio internacional, negociación internacional, tratados comerciales.

ABSTRACT

Tariff classification, beyond administrative requirement, constitutes a strategic tool that provides competitive advantages for international negotiators. Lack of knowledge about this technical instrument may lead to poor decisions that affect costs, timing, and tariff benefits in foreign trade operations. This paper analyzes the value of tariff classification as an essential resource to strengthen negotiators' technical preparation, optimize supply chains, and make better use of international trade agreements. It proposes a practical guide that integrates normative understanding, commercial risks derived from incorrect use, and real cases where proper classification has positively influenced

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

negotiation outcomes. In a globalized context, mastering this tool allows negotiators to argue with solid foundations, anticipate tariff barriers, and consolidate stronger and more sustainable market positions.

Keywords: Tariff classification, competitive advantage, international trade, international negotiation, trade agreements.

INTRODUCCIÓN

La negociación internacional es, un arte que descansa sobre bases técnicas y jurídicas. Ningún estado, empresa o particular puede participar de manera eficaz en el comercio exterior si no comprende con profundidad las reglas del juego que gobiernan el intercambio de mercancías entre fronteras. En ese contexto, el dominio de los instrumentos del derecho aduanero no constituye únicamente una exigencia de cumplimiento normativo, sino que representa una ventaja competitiva real y determinante frente a quienes desconocen o subestiman su relevancia estratégica. Quien negocia con pleno conocimiento de la clasificación arancelaria de las mercancías que comercializa, de las preferencias derivadas de los acuerdos internacionales y de las regulaciones aplicables a su sector, se coloca en una posición de superioridad negociadora que difícilmente puede ser replicada por quien carece de esa formación especializada. [1]

El presente trabajo aborda cuatro dimensiones esenciales del proceso de negociación internacional, analizadas desde la perspectiva del derecho aduanero y del comercio exterior:

- El desarrollo de estrategias basadas en clasificación arancelaria como herramienta de planificación comercial;
- La identificación de oportunidades y amenazas derivadas del entorno normativo internacional;
- La negociación en el marco de los acuerdos comerciales vigentes; y
- La capacitación y el desarrollo de competencias que debe acreditar el negociador moderno.

Cada uno de estos componentes se articula en torno a una idea central: el conocimiento técnico-jurídico de la Clasificación Arancelaria en el intercambio comercial es, hoy por hoy, uno de los factores que mayor incidencia tiene sobre el éxito o el fracaso de una operación de comercio exterior y, por extensión, de cualquier proceso de negociación internacional.[2]

Desarrollo de estrategias de clasificación arancelaria

La clasificación arancelaria de las mercancías es, sin lugar a duda, la columna vertebral de cualquier estrategia de comercio exterior bien estructurada. Asignar a una mercancía su fracción

[1]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., p. 31). Editorial Porrúa.
[2]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 54-56). Editorial Porrúa.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

arancelaria correcta conforme al Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías no es un trámite administrativo menor ni una formalidad burocrática; es el acto técnico-jurídico del que derivan consecuencias de enorme trascendencia económica y legal. La tasa de impuesto general de importación aplicable, las preferencias arancelarias procedentes bajo los tratados de libre comercio, las regulaciones y restricciones no arancelarias exigibles, y la eventual sujeción a cuotas compensatorias por prácticas desleales de comercio, todo ello se determina a partir de la fracción arancelaria bajo la cual se clasifica la mercancía. Por ello, el desarrollo de estrategias de clasificación arancelaria constituye una competencia que distingue al negociador internacional sofisticado del que opera sin rigor técnico. [3]

El desarrollo de una estrategia de clasificación arancelaria comienza con un análisis exhaustivo de la naturaleza, origen, composición, características físicas, químicas, funcionales y comerciales de las mercancías objeto de la operación. Este análisis debe realizarse con referencia directa a las Reglas Generales de Interpretación del Sistema Armonizado, a las Notas Explicativas del Sistema Armonizado elaboradas por la Organización Mundial de Aduanas y a los criterios de clasificación desarrollados por la jurisprudencia aduanera nacional e internacional. En el caso de México considerar la Notas nacionales y las Reglas complementarias de ámbito nacional. La consulta de los criterios del Comité del Sistema Armonizado de la OMA resulta igualmente útil cuando la clasificación de una mercancía presenta ambigüedades o cuando existen interpretaciones divergentes entre las administraciones aduaneras de distintos países, circunstancia que en sí misma puede generar oportunidades o riesgos en el marco de una negociación internacional.[4]

Desde el punto de vista estratégico, la ventaja competitiva de una correcta clasificación arancelaria se manifiesta en al menos tres planos.

En primer lugar, en el plano fiscal: identificar la fracción arancelaria óptima aquella que refleja fielmente la naturaleza de la mercancía y que al mismo tiempo corresponde a la tasa arancelaria más baja o a la preferencia más favorable dentro del marco legal vigente puede traducirse en ahorros sustanciales en el pago del impuesto general de importación, que en algunos sectores puede representar diferencias de 10, 15 o incluso 20 puntos porcentuales entre fracciones arancelarias análogas, consecutivas o alternativas.

En segundo lugar, en el plano logístico y de cumplimiento: conocer con anticipación las regulaciones no arancelarias aplicables a una fracción determinada permite planificar adecuadamente la obtención de los permisos, certificados y autorizaciones necesarios para el

[3]Witker, J., & Jaramillo, G. (2018). Régimen jurídico del comercio exterior de México (4.ª ed., p. 143). UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
[4]Cárdenas Elizondo, F. (2020). Fundamentos de derecho aduanero mexicano (2.ª ed., p. 88). Ediciones Fiscales ISEF.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

despacho aduanero, evitando retrasos costosos que pueden comprometer compromisos contractuales con clientes o proveedores en el exterior. [5]

En tercer lugar, la clasificación arancelaria tiene una dimensión estratégica directamente vinculada con la negociación: el negociador que conoce la fracción arancelaria de la mercancía que importa o exporta puede identificar con precisión el tratamiento preferencial aplicable bajo cada uno de los tratados de libre comercio vigentes y, sobre esa base, estructurar su operación de manera que maximice los beneficios arancelarios disponibles. Esto incluye la selección del país de origen de las materias primas y componentes, el diseño del proceso productivo para cumplir con las reglas de origen del tratado más favorable, y la negociación del precio con el proveedor extranjero tomando en cuenta el costo total de importación incluyendo el arancel aplicable[6] y no únicamente el precio de factura.[7]

El desarrollo institucional de estrategias de clasificación arancelaria requiere que las empresas y despachos aduanales cuenten con procedimientos documentados para la determinación y revisión periódica de las fracciones arancelarias de sus mercancías, con mecanismos de actualización ante las modificaciones que periódicamente se introducen al Sistema Armonizado y a la Tarifa de la LIGIE, y con criterios claros para la solicitud de consultas de clasificación ante las autoridades aduaneras cuando la correcta fracción aplicable resulte incierta. Esta última herramienta la consulta de clasificación es frecuentemente utilizada por los operadores de comercio exterior, a pesar de que su resolución favorable otorga certeza jurídica y protección frente a eventuales cuestionamientos de la autoridad al que realiza la consulta. [8]

METODOLOGÍA

Identificación de oportunidades y amenazas

El entorno normativo del comercio internacional es, por su propia naturaleza, dinámico y cambiante. Los tratados de libre comercio se renegocian, las listas de desgravación arancelaria avanzan según sus calendarios, las cuotas compensatorias se imponen, modifican o eliminan, las normas técnicas se actualizan y las restricciones sanitarias y fitosanitarias responden a contingencias epidemiológicas o fitosanitarias que pueden surgir sin previo aviso. Para el negociador internacional que opera en este entorno, la capacidad de identificar oportunamente las oportunidades y amenazas que se derivan de estos cambios normativos es una competencia esencial, cuyo desarrollo requiere

[5]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 67-69). Editorial Porrúa.
[6]Arellano García, C. (2019). Práctica forense del comercio exterior (3.ª ed., p. 211). Editorial Porrúa.
[7]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 82-84). Editorial Porrúa.
[8]Witker, J., & Jaramillo, G. (2018). Régimen jurídico del comercio exterior de México (4.ª ed., pp. 167-169). UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

tanto de formación técnica especializada como de sistemas de inteligencia comercial que permitan monitorear de manera sistemática las novedades regulatorias relevantes para cada sector.[9]

Las oportunidades en el entorno normativo del comercio exterior se presentan, con frecuencia, en forma de nuevas preferencias arancelarias derivadas de la entrada en vigor de tratados de libre comercio o de la ampliación de los beneficios de acuerdos ya existentes. Cuando México negocia y suscribe un nuevo acuerdo comercial, o cuando avanza el calendario de desgravación de un tratado ya vigente, se abren ventanas de oportunidad para los exportadores e importadores que se hayan preparado con anticipación para aprovecharlas. El negociador que tiene claridad sobre la fracción arancelaria de sus mercancías puede identificar de inmediato si éstas se benefician de la nueva preferencia, calcular el ahorro fiscal correspondiente y ajustar su estrategia comercial de precios, de proveedores, de mercados de destino para capitalizar la ventaja competitiva que la preferencia le otorga respecto de sus competidores que provienen de países sin acceso preferencial al mercado mexicano[10] o al mercado de destino.[11]

Las amenazas provienen de fuentes igualmente diversas. La imposición de cuotas compensatorias a mercancías importadas de determinados orígenes, reglas de origen, no buscar un brinco arancelario puede encarecer significativamente el costo de insumos que una empresa utiliza en su proceso productivo, afectando su competitividad en el mercado interno y externo. La entrada en vigor de nuevas Normas Oficiales Mexicanas puede hacer necesaria la obtención de certificaciones adicionales cuyo costo y tiempo de tramitación no habían sido previstos en la planificación original de la operación. El surgimiento de restricciones fitosanitarias derivadas de brotes de plagas o enfermedades en el país exportador puede cerrar inesperadamente canales de distribución que parecían consolidados. Todos estos escenarios representan riesgos que el negociador técnicamente preparado puede anticipar, mitigar o incluso convertir en ventajas competitivas cuando sus competidores carecen de la misma capacidad de adaptación.[12]

Resulta en este punto especialmente relevante subrayar que la [13]clasificación arancelaria precisa de las mercancías actúa como el punto de partida indispensable para cualquier análisis de oportunidades y amenazas en el comercio exterior. Sin conocer la fracción arancelaria de una mercancía, es imposible determinar qué tratado le resulta aplicable, qué tasa arancelaria preferencial puede invocarse, si está sujeta a cuotas compensatorias o a alguna restricción no arancelaria específica. En consecuencia, la correcta clasificación arancelaria no es únicamente una obligación legal aunque ciertamente lo es, sino el instrumento analítico fundamental que habilita al negociador

[9]Cárdenas Elizondo, F. (2020). Fundamentos de derecho aduanero mexicano (2.ª ed., pp. 102-104). Ediciones Fiscales ISEF.
[10]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 95-97). Editorial Porrúa.
[11]Arellano García, C. (2019). Práctica forense del comercio exterior (3.ª ed., pp. 228-230). Editorial Porrúa.
[12]Witker, J., & Jaramillo, G. (2018). Régimen jurídico del comercio exterior de México (4.ª ed., p. 192). UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
[13]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 110-112). Editorial Porrúa.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

para realizar una evaluación rigurosa del entorno normativo en que se inserta su operación comercial. El negociador que domina esta herramienta puede conocer, estudiar y analizar el marco regulatorio con una precisión que sus competidores difícilmente pueden igualar sin el mismo nivel de preparación técnica.[14]

RESULTADOS

Negociación con acuerdos comerciales

Los acuerdos comerciales internacionales son, en el plano del derecho del comercio exterior, los instrumentos jurídicos de mayor impacto sobre las condiciones en que se realizan las operaciones de importación y exportación. Un tratado de libre comercio no es únicamente un documento de política comercial: puede ser una herramienta jurídica que establece, entre otras materias, los calendarios de desgravación arancelaria para cada fracción del Sistema Armonizado, las reglas de origen que determinan el acceso a las preferencias negociadas, los mecanismos de solución de controversias, las disciplinas en materia de regulaciones y restricciones no arancelarias, y las disposiciones sobre facilitación del comercio que participan directamente sobre los procedimientos aduaneros. La negociación efectiva en el marco de estos acuerdos requiere, por tanto, un conocimiento profundo de su estructura y contenido, que va mucho más allá de la simple consulta de las listas de desgravación.[15]

El aprovechamiento pleno de un acuerdo comercial comienza, invariablemente, con la [16]correcta identificación de la fracción arancelaria de la mercancía bajo el Sistema Armonizado, pues es precisamente la fracción la que determina el tratamiento arancelario y no arancelario aplicable en el marco de cada tratado. Un mismo producto puede recibir tratamientos radicalmente distintos bajo diferentes acuerdos comerciales: puede estar sujeto a desgravación inmediata en uno, a un período de transición en otro y excluido del beneficio en un tercero. El negociador que conoce con precisión la fracción de su mercancía puede comparar el tratamiento disponible bajo cada tratado vigente y seleccionar la ruta de origen más favorable para su operación, siempre dentro del marco de los requisitos de origen establecidos en cada instrumento. Esta capacidad de arbitraje entre acuerdos comerciales es una de las manifestaciones más claras de la ventaja competitiva que otorga el dominio técnico del sistema arancelario.[17]

Las reglas de origen constituyen, en el contexto de la negociación con acuerdos comerciales, uno de los aspectos técnicos de mayor complejidad y de mayor impacto económico. Una empresa que diseña su cadena de valor tomando en cuenta las reglas de origen del tratado más favorable para

[14]Organización Mundial del Comercio. (2017). Entender la OMC (5.ª ed., p. 74). Organización Mundial del Comercio.
[15]Cárdenas Elizondo, F. (2020). Fundamentos de derecho aduanero mexicano (2.ª ed., p. 119). Ediciones Fiscales ISEF.
[16]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 124-126). Editorial Porrúa.
[17]Arellano García, C. (2019). Práctica forense del comercio exterior (3.ª ed., p. 245). Editorial Porrúa.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

su operación puede obtener acceso preferencial a mercados que de otro modo estarían gravados con el arancel general, convirtiendo esta ventaja normativa en un diferencial de precio que fortalece su posición competitiva frente a proveedores de países sin acceso preferencial. El negociador internacional debe comprender no solamente el contenido de las reglas de origen aplicables a sus mercancías, sino también los procedimientos para la obtención, expedición y verificación de los certificados o pruebas de origen que acreditan el cumplimiento de dichos requisitos.[18]

Adicionalmente, los acuerdos comerciales contemporáneos incluyen capítulos especializados en materia de facilitación del comercio, obstáculos técnicos al comercio y medidas sanitarias y fitosanitarias, cuyo contenido tiene implicaciones directas sobre los procedimientos aduaneros y los requisitos que deben cumplir las mercancías para su ingreso al mercado del país importador. Un negociador que conoce estos capítulos puede invocarlos para impugnar medidas unilaterales adoptadas por el país socio que resulten incompatibles con las obligaciones asumidas en el tratado, o para gestionar ante las autoridades competentes la adopción de criterios de equivalencia o reconocimiento mutuo que simplifiquen los trámites de importación y reduzcan los costos de cumplimiento. [19]

CONCLUSIONES

Capacitación y desarrollo de competencias en el negociador

La formación del negociador internacional especializado en derecho aduanero y comercio exterior es un proceso que trasciende la adquisición de conocimientos normativos y técnicos, aunque estos constituyen su base irrenunciable. El negociador eficaz en el entorno del comercio exterior moderno debe integrar un conjunto de competencias que abarca dimensiones jurídicas, económicas, logísticas, culturales y comunicativas, articuladas en torno a una comprensión profunda de los mecanismos que regulan el flujo internacional de mercancías. En este sentido, la capacitación continua no es un lujo ni una opción: es una condición estructural para operar con eficacia en un entorno normativo que se transforma de manera constante y que penaliza severamente la ignorancia o el desconocimiento.[20]

El primer núcleo de competencias que debe desarrollar el negociador internacional es el de naturaleza técnico-jurídica. Este núcleo comprende el dominio del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías y de las Reglas Generales de Interpretación que lo rigen; el conocimiento de la estructura y el contenido de los principales tratados de libre comercio suscritos por México; la comprensión de los mecanismos de defensa comercial, particularmente las cuotas

[18]Witker, J., & Jaramillo, G. (2018). Régimen jurídico del comercio exterior de México (4.ª ed., pp. 208-210). UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
[19]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 138-140). Editorial Porrúa.
[20]Cárdenas Elizondo, F. (2020). Fundamentos de derecho aduanero mexicano (2.ª ed., pp. 133-135). Ediciones Fiscales ISEF.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

compensatorias y las salvaguardas; el manejo de las regulaciones y restricciones no arancelarias aplicables a los sectores de interés; y la familiaridad con los procedimientos aduaneros[21] que rigen el despacho de mercancías. La clasificación arancelaria ocupa un lugar central en este núcleo de competencias, no sólo por su carácter técnico sino porque, como se ha señalado a lo largo de este capítulo, constituye la herramienta que articula y da sentido a todas las demás: sin saber bajo qué fracción se clasifica una mercancía, el negociador no puede determinar el arancel aplicable, las preferencias disponibles, las regulaciones exigibles ni las restricciones vigentes.[22]

El segundo núcleo de competencias es de naturaleza analítica y estratégica. El negociador internacional debe ser capaz de realizar análisis de costo total de importación y exportación que integren todos los componentes relevantes aranceles, cuotas compensatorias, costos logísticos, gastos aduanales, costos de cumplimiento regulatorio , y de comparar escenarios alternativos para identificar la estructura operativa más favorable dentro del marco legal vigente. Debe también ser capaz de evaluar el impacto de cambios normativos sobre su posición competitiva y de anticipar escenarios futuros con base en el análisis de las tendencias en materia de política comercial nacional e internacional. La inteligencia arancelaria entendida como la capacidad de extraer ventajas estratégicas del conocimiento profundo del sistema de clasificación y de las preferencias disponibles es una de las competencias analíticas más valiosas que puede acreditar un negociador internacional.[23]

El tercer núcleo de competencias es de carácter comunicativo y relacional. La negociación internacional involucra la interacción con contrapartes de distintos países, culturas y sistemas jurídicos, lo que exige del negociador habilidades de comunicación intercultural, manejo de idiomas y capacidad para construir relaciones de confianza en entornos de alta complejidad.

En el ámbito específico del comercio exterior, esto incluye la capacidad de comunicar con precisión las condiciones técnicas de la operación clasificación arancelaria, reglas de origen, regulaciones aplicables tanto a las contrapartes comerciales como a las autoridades aduaneras, de manera que la información transmitida sea inequívoca y que los acuerdos alcanzados tengan respaldo en la realidad normativa de ambos países.[24]

La capacitación continua en estas tres dimensiones de competencia es responsabilidad tanto del negociador individual como de las organizaciones en que se desempeña. Las empresas exportadoras e importadoras, los despachos aduanales, las cámaras empresariales y las instituciones académicas tienen un papel fundamental en la generación y difusión del conocimiento especializado que requiere el comercio exterior mexicano para operar con mayor eficiencia y competitividad en el

[21]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 151-153). Editorial Porrúa.
[22]Arellano García, C. (2019). Práctica forense del comercio exterior (3.ª ed., pp. 261-263). Editorial Porrúa.
[23]Witker, J., & Jaramillo, G. (2018). Régimen jurídico del comercio exterior de México (4.ª ed., p. 224). UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
[24]Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed., pp. 164-166). Editorial Porrúa.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

escenario internacional. El desarrollo de programas de capacitación que integren el estudio del derecho aduanero con especial énfasis en la clasificación arancelaria como herramienta de competitividad con la formación en técnicas de negociación y análisis estratégico representa una inversión de alto rendimiento para cualquier organización que aspire a consolidar su presencia en los mercados internacionales.[25]

El negociador internacional que alcanza un nivel de dominio técnico sobre la clasificación arancelaria de las mercancías, los acuerdos comerciales vigentes y el marco regulatorio del comercio exterior no simplemente cumple con una exigencia legal: se transforma en un agente generador de valor para su organización, capaz de estructurar operaciones que optimizan la carga fiscal, minimizan los riesgos de cumplimiento, aprovechan plenamente las preferencias disponibles y anticipan los cambios del entorno normativo con suficiente antelación como para convertirlos en oportunidades de negocio. Esta es, en definitiva, la ventaja competitiva más sólida y duradera que puede cultivar quien dedica su carrera al derecho aduanero y al comercio exterior.[26]

REFERENCIAS

Arellano García, C. (2019). Práctica forense del comercio exterior (3.ª ed.). Editorial Porrúa.

Cárdenas Elizondo, F. (2020). Fundamentos de derecho aduanero mexicano (2.ª ed.). Ediciones Fiscales ISEF.

Cisneros García, J. R. (2022). Derecho aduanero (5.ª ed.). Editorial Porrúa.

Organización Mundial del Comercio. (2017). Entender la OMC (5.ª ed.). Organización Mundial del Comercio.

Ovalle Favela, J. (2021). Derechos de los consumidores y legislación comercial en México (2.ª ed.). Oxford University Press.

Witker, J., & Jaramillo, G. (2018). Régimen jurídico del comercio exterior de México (4.ª ed.). UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Erosión cognitiva en la industria 5.0: los riesgos ocultos de la IA generativa cognitive

Erosion in industry 5.0: the hidden risks of generative AI

Dra. Adriana Zavala Martínez
Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli /TESCI-/TecNM Edo. México.
ORCID0000-0003-1338-6259
adriana.zm@cuautitlan.tecnm.mx
Dra. Martha Yaneth Segura Ruiz
Universitaria Agustiniana, Bogotá, Colombia
ORCID0000-000 2-1572-1447
martha.segura@uniagustiniana.edu.co,
Dra. María Erika Pecina Rivas
TESCI- /TecNM Edo. México, ORCID0000-0001-6723-6139
erika.pr@cuautitlan.tecnm.mx

RESUMEN

Las presiones técnicas, sociales, vanguardistas, globales y cognitivas impulsan la adopción de nuevas tecnologías, que puedan ser sumergidas entre actualizaciones y automatizaciones, entre las que destaca la inteligencia artificial generativa (IAG) y cada uno de los agentes autónomos. Y extensos los mismos que solicitan un respaldo de juicio propio, no obstante, a pesar de la intención declarada de aumentar y potenciar las capacidades humanas en retos, destrezas y pensamiento crítico, en lugar de reemplazarlas, la evidencia empírica reciente muestra que la tendencia real apunta en sentido totalmente contrario, en detrimento de los consumidores. Se razonan las fallas y riesgos derivados del uso y abuso de dichas tecnologías de punta, con el fin de proponer marcos de intervención antes de que se consoliden en una estructura poco robusta de manera irreversible dentro del ciclo de patrocinio tecnológico. exploran fenómenos como la atrofia de habilidades técnicas, la paradoja de la productividad, la descarga cognitiva, la sobre confianza en los sistemas automatizados y la ironía de la automatización, apoyándose en evidencia proveniente de ensayos controlados aleatorios y encuestas a gran escala realizados entre 2025 y 2026. Este análisis examina las fallas críticas y los riesgos sistémicos de estas tecnologías de punta, con el objetivo de proponer marcos de intervención regulatoria y operativa antes de que sus efectos negativos se consoliden de forma irreversible en el

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

tejido laboral y social Identificar a tiempo estos vectores de riesgo para diseñar directrices que devuelvan el control al ser humano, garantizando que la tecnología actúe como un verdadero complemento y no como un agente de erosión cognitiva y laboral. No obstante, en los distintos cursos diplomados o talleres del pensamiento crítico arroja una alta demanda para hacer más conciencia para tomarlos.

Palabras clave: Educación, descarga cognitiva, inteligencia artificial, Industria5.0, Pensamiento crítico.

ABSTRACT

Technical, social, avant-garde, global, and cognitive pressures are driving the adoption of new technologies characterized by constant updates and automation most notably generative artificial intelligence (GenAI) and autonomous agents. While the stated intention is to augment and enhance human capabilities regarding complex challenges, skills, and critical thinking rather than replacing them recent empirical evidence suggests the actual trend is moving in the opposite direction, to the detriment of consumers. This study analyzes the flaws and risks stemming from the use and misuse of these cutting-edge technologies, aiming to propose intervention frameworks before they become irreversibly entrenched in a fragile structure within the technology adoption cycle. It explores phenomena such as the atrophy of technical skills, the productivity paradox, cognitive offloading, over-reliance on automated systems, and the irony of automation, drawing on evidence from randomized controlled trials and large-scale surveys conducted between 2025 and 2026. This analysis examines the critical failures and systemic risks of these cutting-edge technologies, aiming to propose regulatory and operational intervention frameworks before their negative effects become irreversibly embedded in the labor market and social fabric. Identifying these risk vectors early allows for the design of guidelines that restore human control, ensuring technology acts as a genuine complement rather than an agent of cognitive and professional erosion. Furthermore, there is high demand for courses, diploma programs, and workshops focused on critical thinking, reflecting a growing awareness of the need to pursue them.

Keywords: Education, cognitive offloading, artificial intelligence, Industry 5.0, critical thinking.

INTRODUCCIÓN

El avance acelerado de la inteligencia artificial generativa es un abanico extenso que ha transformado profundamente la manera en que cada uno de las y los individuos, que fungen como estudiantes dentro sector privado y público en las organizaciones como son los sistemas educativos, que emprenden el nacimiento del conocimiento, y su pensamiento crítico, la resolución de dichas contrariedades en la toma de decisiones, en la actualidad sumergen en herramientas como los

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

grandes modelos de lenguaje (LLM, por sus siglas en inglés), los caracteres y sus extensas líneas de códigos, así como los generadores de contenido e imágenes, los agentes autónomos automatizaciones, han pasado de ser averiguaciones tecnológicas novedosas y originales, para convertirse en componentes centrales de flujos de trabajo profesionales y técnico en lo académicos en un lapso extraordinariamente breve. En el ámbito educativo, esta transición esboza un dilema fundamental: con distintos interrogantes ¿hasta dónde podemos llegar con la obtención de palabras y soluciones al igual que contenidos inmediatos? Y es que la maquina genera un contenido de aprendizaje insondable, ¿A partir de qué punto lo obstaculiza? La pregunta no es trivial, en cada interrogante lo que lo hace auténticamente dependiente, cada gran ola tecnológica, desde el mecanismo técnico y subasto hasta el Internet, ha desencadenado debates similares sobre los efectos de la tecnología en la cognición humana.

No obstante, la rapidez, la versatilidad y la aparente 'inteligencia' artificial da cada uno de los segmentos en los que juega dentro de los sistemas de IAG actuales confieren a este debate una urgencia y una complejidad sin precursores.

En el contexto de los distintos sectores como el sector laboral, industria y el sector de la educación la situación no es menos trascendental. La premura de la Industria 5.0, es impulsada por la Comisión Europea y preservada por marcos normativos internacionales como la ISO, las normas que respaldan la información señalada, proponen la colaboración entre los seres humanos y las tecnologías evolucionadas, asumiendo que dicha contribución amplificará y robustecerá las capacidades en ser parte de las vanguardias tecnológicas y humanas. No obstante, los datos empíricos disponibles señalan a que, en la práctica, aplica la línea entre la colaboración y la sustitución que hoy por hoy resulta ser borrosa y fácilmente traspasa el abuso a las tecnologías de la información, consecuencias totalmente negativas para el desarrollo profesional y cognitivo de los usuarios (estudiantes). En el presente trabajo emerge de la necesidad de sustentar y documentar, al igual que sistematizar y visibilizar, efectos adversos, no como un rechazo negativo sobre la tecnología, sino como un primer avance imprescindible para diseñar estrategias de adopción responsables.

Como asientan a múltiples marcos teóricos del aprendizaje experiencial, el reconocimiento y aceptación de un obstrucción pedagógica y cognitiva, es la condición o variante necesaria para su solución. En este tema, el artículo muestra ser autosuficiente mismo que contribuye al debate académico y práctico sobre estrategias de cómo integrar la IAG en entornos educativos y laborales de tal forma que potencie, en lugar de atrofiar, las capacidades cognitivas sobre todo en el pensamiento crítico.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La estructura del artículo es la siguiente: tras la presente redacción dentro de la introducción, se expone la justificación del estudio en el contexto de la Industria 5.0 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Por lo tanto, se exhiben los objetivos generales y específicos, es decir; tanto generales como particulares, seguidos de un marco teórico que integra perspectivas de la psicología cognitiva, la ciencia del aprendizaje y la ideología que postula un cambio drástico. Consecutivamente, se describen los métodos de investigación, se presentan y discuten los resultados, de cada uno de ellos y se finaliza con conclusiones y recomendaciones orientadas a la práctica. La justificación La iniciativa de Industria 5.0, impulsada por la Comisión Europea y diversas normas internacionales, entre ellas las publicadas por las normas ISO, que proponen la adopción de tecnologías colaborativas y modelos tecnológicos denominados 'cobots'. Esta versión, articulada en consonancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible.

En Agenda 2030 de Naciones Unidas, que promueve la innovación en infraestructura e industria, tecnológica, postula que la composición de sistemas automatizados debe incrementar y ampliar las capacidades humanas a pasos agigantados, no sustituirlas.98-/72

Sin embargo, los factores y evidencia acumulada en los últimos años revelan una fisura creciente entre esta problemática y la realidad. Lejos de proceder como amplificadores cognitivos, muchas de las herramientas de IAG disponibles en el mercado extienden a ocupar de forma pasiva el espacio cognitivo del consumidor, reduciendo la frecuencia y la profundidad de las operaciones cognitivas que el trabajador o el estudiante realiza de modo autónomo. Este segmento, conocido en la literatura especializada como 'descarga cognitiva' (cognitive offloading), un modelo que proviene del pensamiento crítico que no es inherentemente perjudicial: la externalización de ciertas tareas que se vuelven rutinarias mismas que pueden liberar recursos mentales para actividades de menor a mayor complejidad. El problema surge cuando dicha descarga se vuelve liosa y abarca también las batallas cognitivas de orden superior que son precisamente las que más importa preservar en cada etapa y desarrollar. El contexto del sector educativo es especialmente sensible a este riesgo de no envolver más el pensamiento crítico. Las y los estudiantes que se forman y crecen en un entorno donde la IAG está omnipresente, consiguen desarrollar la percepción de que son más competentes de lo que realmente son, puesto que la tecnología desagravia de manera invisible y no tangible sus delimitantes de comprender.

Esta 'falsa alucinación de maestría' puede persistir y ser oculta durante años, para aflorar de manera crítica en situaciones donde las tecnologías no están disponibles o fallas, o en el momento en que el profesional debe examinar y corregir los errores de la IA, una tarea que requiere precisamente del conocimiento profundo que no fue cultivado desde sentimientos cognitivos, por los tecnicismos.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

De igual forma, desde una perspectiva socioeconómica, la permanencia de este ciclo, donde los usuarios no dominan los compendios, se apoyan en la IA para compensar esas escasas carencias, y por ende profundizan su absoluta dependencia, crea una vulnerabilidad sistémica. Si unas de las infraestructuras tecnológicas fallan, si alguno de los modelos de IA introducen errores sistemáticos o si algunas de las organizaciones requieren adecuar a nuevos paradigmas tecnológicos, simplemente una fuerza laboral que nunca desarrolló habilidades fundamentales sólidas será simplemente inepta de responder con la agilidad necesaria. Con tecnicismo si por todo ello, el presente trabajo se justifica tanto desde la perspectiva académica, contribuyendo a un campo de investigación procedente con alteraciones en la evidencia empírica reciente, como desde la perspectiva práctica, al ofrecer un diagnóstico que puede orientar políticas educativas, estrategias empresariales y marcos regulatorios relacionados con la adopción de la IAG.

Sin duda el analizar e hipnotizar el impacto del uso de la inteligencia artificial generativa (IAG) encada una de las capacidades cognitivas de los usuarios, en la interacción usuario- maquina, específicamente en la formación de habilidades técnicas y el ejercicio del pensamiento crítico, con el fin de identificar patrones y moldes de riesgo para proponer lineamientos para una adopción tecnológica que preserve el desarrollo humano integral, sin olvidar el contexto especifico del pensamiento crítico.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Fijar el entrelazado de una extensa analogía entre el nivel de familiaridad depositado en la IA y la disminución del esfuerzo cognitivo y sobre todo en el pensamiento crítico en docentes y estudiantes.
- Indagar sobre el impacto del uso de herramientas de IAG en la productividad real un régimen de manera objetiva, frente a la clarividencia subjetiva de velocidad inmediata y eficiencia técnica en desarrolladores de software y otras herramientas cognitivas.
- Equiparar el efecto de la encomienda de cada una de las tareas en la IA, sobre la ganancia de conceptos profundos, la razón y lectura de código, y la capacidad de resolución de errores (debugging) en distintos sectores, así como niveles de experiencia profesional.
- Valuar de manera intuitiva la permuta de paradigma que experimenta el usuario: del rol de ejecución material al de supervisión o administración
- Implicaciones de dicho cambio para el diseño y sus características

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

METODOLOGÍA

Formular e manera adecuada las recomendaciones pedagógicas y organizacionales que favorezcan la interacción cognitivamente activa con la IAG, preservando los resultados de aprendizaje y previniendo la atrofia del pensamiento crítico independiente.

Las referencias que integran aportaciones de la psicología cognitiva, del pensamiento crítico y la ciencia del aprendizaje, simplemente la filosofía del trabajo y los estudios sobre el alto impacto tecnológico y sus componentes, para con el objetivo de proveer una base conceptual concreta para el análisis de los efectos de la IAG en las capacidades sensoriales y humanas.

Esclarecimiento en las distintas dimensiones del Pensamiento crítico particular.

¿El pensamiento crítico no se admite como un fenómeno mental puro e inobservable, sino como una serie de acciones o 'resultados' tanto como observables y medibles? Para su estudio y evaluación, se utiliza repetidamente la Taxonomía de Bloom, que jerarquiza los objetivos de aprendizaje en seis niveles de actividad cognitiva con complejidad creciente:

1. Conocimiento, que implica recordar ideas y conceptos básicos
2. Comprensión, que supone organizar y entender la información
3. Aplicación, que consiste en utilizar el conocimiento en situaciones nuevas
4. Análisis, que implica descomponer la información en sus partes constitutivas e identificar sus relaciones
5. Síntesis, que supone combinar elementos para formar un todo nuevo y coherente
6. Evaluación, que implica juzgar la calidad de una idea o trabajo basándose en criterios específicos y explícitos.

Dentro del contexto específico de la IAG, el pensamiento crítico es un conocimiento que se va adquiriendo atreves de la experiencia teórica y práctica, misma que adquiere una dimensión adicional: simplemente es la capacidad de fundar metas más claras para las consultas realizadas a los sistemas de IA, refinar los prompts de manera iterativa para obtener resultados y conclusiones más exactos y precisos, y evaluar críticamente y objetivamente los contenidos generados para asegurar que cumplan con estándares de calidad, veracidad y pertinencia oportuna.

Este nuevo vinculado de habilidades y destrezas meta cognitivas, designado a veces a la 'alfabetización en IA', misma que no reemplaza al pensamiento crítico contemporáneo tradicional, sino que lo reconoce: usuario quien no domina los fundamentos de un dominio básico no puede evaluar con rigor las respuestas que la IA produce de manera automática.

Este estilo es totalmente crucial para entender por qué la adaptación temprana e intensiva de herramientas de IAG en fases formativas y específicas, puede ser particularmente un punto muy problemático. Imagina un alumno que aún no ha culminado los niveles básicos de la taxonomía de Bloom, un tema que en muchas de las carrearas es de los primeros semestres, solo necesitas

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

conocimiento y comprensión, en un área determinada carece de los andamiajes cognitivos necesarios para perpetrar y culminar el trabajo, para una evaluación crítica que el uso responsable de la IAG requiere. ¿cómo lo comprendes?

Segmentos de Adquisición de Destrezas y Aprendizaje por la Acción, una base del desarrollo de competencias a desarrollar de manera profesional que radica en la filosofía del 'learning by doing' (aprender haciendo), donde las raíces pueden inquirir hasta John Dewey y que ha sido formalizada posteriormente en bloques como el Ciclo de Aprendizaje Experiencial de David Kolb y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

Estos segmentos confluyen en un principio básico y fundamental: el aprendizaje basado en experiencias profundo y perpetuo, no nace a través de la recepción pasiva dela introducción de la información, sino que también mediante a la resolución activa e independiente de desafíos resolutivos, es decir; reales, la encomienda y corrección de errores propios, y la reflexión sistemática sobre la experiencia entre otras.

El ciclo de Kolb, en particular, resalta e identifica cuatro períodos en el proceso de aprendizaje: según tu forma de aprender dentro de la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Expresa que cada segmento es necesario para que el conocimiento se integre de forma profunda y se traduzca en competencia y capacidad genuina. La IAG, al proporcionar múltiples respuestas de forma inmediata y que aparentemente estas son verídicas y completas, puede cortocircuitar dicho ciclo, principalmente en las fases de observación reflexiva y conceptualización abstracta, que son simplemente y precisamente las que más contribuyen a la formación de esquemas intelectuales y duraderos.

Pero cuál es el problema que plantea la IA hoy en día, al respecto si esta es o no significativo: las herramientas generativas pueden actuar como un 'atajo cognitivo', que nos salva de manera inmediata juntando y acumulando las evidencias necesarias, esto elimina la lucha productiva, en nuestro pensar denominada 'deseable dificultad' esto en la literatura sobre el aprendizaje, que es necesaria para alcanzar la habilidad.

Esta disputa no es una controversia e ineficiencia para eliminar, sino un mecanismo con módulos adaptativos, esencial mediante cuando el cerebro consolida información nueva y reciente, establece conexiones con conocimientos previos y desarrolla la capacidad de transferir aprendizajes a contextos novedosos llenos de nuevas aventuras dentro de nuestro cerebro. Entonces cuando la IA elimina esta lucha, especialmente en seres humanos novatos o estudiantes en etapas tempranas de formación, simplemente el riesgo de comprometer la formación de habilidades a largo plazo es eminente. Al hablar del Cambio de Prototipo: se convierte en un paradigma de la Ejecución a la Supervisión históricamente, puesto que cada oleada tecnológica y de vanguardia ha desalojado el rol

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

del ser humano desde la ejecución nula y directa de la tarea hacia una supervisión o administración menos tolerante.

La rebelión industrial llego se estableció y desplazó al artesano hacia el operario de máquinas; cada interfaz con modelos de vanguardia que optimiza a la cibernética, posterior desplazó al operario hacia el técnico de material y mantenimiento; la interfaz los datos y la informatización desplazaron al técnico, analista incluso programador, hacia el analista de sistemas. En cada uno de los casos, el valor añadido y aprobado por el humano se desplazó hacia actividades y tareas de mayor abstracción y vigilancia. Con la IAG, este desplazamiento se produce de manera más radical y apresurada.

El esfuerzo del ser humano migra de la 'producción material' y especifica: solucionar simplemente con ctrl + c y después ctrl + v, así como escribir códigos, redactar, modificar, ampliar, reducir textos, analizar, estructurar, cambiar, alterar datos, hacia la 'integración crítica': guiar al sistema de IA, simplemente evaluar sus outputs, corregir sus errores y asumir la responsabilidad final del producto.

Este nuevo catálogo, denominado en la literatura anglosajona 'stewardship' (administración responsable), implica un conjunto de segmentos de distintas competencias, difícilmente separable de una comprensión profunda del dominio en cuestión.

La paradoja es la subsiguiente: para ejercer y desplegar eficazmente el rol de supervisor o administrador de un sistema de IA, el usuario necesita dominar de manera exacta el área en la que opera la IA. Sabemos que son líneas y líneas de código, sin ese dominio, la supervisión escaneo y monitoreo se convierte en una validación superficial, un cumplimiento y evidencia solicitada.

Esto yace a ser incapaz de detectar los errores delgados, los sesgos sistemáticos y las 'alucinaciones' (respuestas plausibles pero incorrectas) simplemente los modelos de lenguaje producen con regularidad, ya que son solo códigos ceros y unos, absolutamente todo de un mundo técnico, la verificación de toda la información se moldea y transforma hasta convertirse así en una tarea cognitiva central y específica, que requiere que el usuario valide las respuestas de la IA contra fuentes externas y contra su oportuno juicio experto. Si ese juicio experto no ha sido de alguna manera cultivado, el ciclo, el bucle se cierra de manera negativa, sin parámetros.

Este escenario replantea profundamente los diseños curriculares y los programas de formación profesional, de todos los niveles. Si la tarea del futuro trabajador será supervisar sistemas de IA, ¿testa tendrá sentido que su formación se centre en el dominio de los fundamentos técnicos y exactos? La respuesta, contra intuitivamente, tu lógica manifiesta que es afirmativa: inexcusablemente porque la supervisión efectiva de la IA requiere, necesita conocimiento profundo del dominio, supongamos que la formación de ese conocimiento no sólo sigue siendo útil y necesaria, sino que se vuelve más crítica y constructiva. con cada generación más y más.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Los conflictos Cognitivos en las y los estudiantes: Descarga Cognitiva y Sobre confianza será un problema colateral con las respuestas de la IA, El concepto de descarga cognitiva (cognitive offloading) nos hace referencia a fermentar una reseña al uso de dispositivos y aplicaciones y/o sistemas externos para suplir o

complementar procesos de pensamiento internos. (trabajos, redacciones, tareas, tablas etc. etc.) Este fenómeno es aun que no lo creas tan añejo como la escritura y ha sido estudiado y analizado extensamente en el mundo de la literatura psicológica. En términos generales, se distingue entre una descarga cognitiva adaptativa, que libera y muestra recursos mentales para tareas de mayor complejidad, ¿Cómo las resolverlas? Si anulamos el pensamiento crítico y una descarga cognitiva perniciosa, que erosiona capacidades que deberían ser sembradas y continuas.

En el contexto señalado de la IAG, diversos mecanismos específicos de descarga cognitiva resultan principalmente preocupantes. Como inicio es la 'ironía de la automatización', enunciada originalmente por Lisanne Bainbridge: quien anuncia informes verbales al automatizar las tareas y trabajos rutinarios, el sistema priva al usuario de las oportunidades de destreza necesarias para mantener el pensamiento crítico el juicio experto requerido en situaciones confinas. De otra manera, el humano es relegado a intervenir precisamente en los momentos más complejos y críticos, pero hay un problema este carece de la práctica rutinaria que habría desarrollado el pensamiento crítico. Aplicado a la IAG, lo que significa que el desarrollador que perpetuamente delega los caracteres de código a la IA no desarrolla la visión o intuición necesaria para identificar cuándo el código generado contiene errores técnicos o vulnerabilidades ligeros.

El segundo componente o sector es la sobre confianza, alivio y la dependencia. Investigaciones recientes muestran que un alto nivel de confianza (ya que no puede tener errores) en la capacidad de la IA se asocia con una menor ponencia del pensamiento crítico, ya que se puede transformar en una opinión personal personal. Los usuarios pueden volverse gnitivamente 'perezosos', aceptando respuestas mediocres o incorrectas simplemente porque son rápidas y están formuladas en un lenguaje fluido y convincente. Este sesgo de automatización (la tendencia a aceptar las sugerencias de sistemas automatizados sin cuestionarlas) se agudiza cuando el sistema parece competente en la mayoría de las situaciones y falla sólo en casos excepcionales difíciles de detectar.

El tercer mecanismo es la atrofia del conocimiento. Si el usuario no escribe el código, el texto o el análisis por sí mismo, no desarrolla ni consolida la comprensión de los detalles de implementación, los casos bordes y las excepciones que constituyen el verdadero dominio experto. Con el tiempo, esta falta de práctica puede traducirse en una incapacidad creciente para depurar errores complejos, adaptarse a cambios en los requisitos o innovar más allá de lo que el sistema de IA ya conoce. Con el seguimiento se muestra como factor principal una Hipótesis 'Úsalo o Piérdelo' (Use It or Lose It) La hipótesis neuropsicológica 'úsalo o piérdelo' sugiere que el mantenimiento de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

una actividad mental activa y desafiante es esencial para preservar la función cognitiva a lo largo del tiempo. Esta hipótesis, ampliamente respaldada por la neurociencia cognitiva, implica que las capacidades mentales no utilizadas tienden a degradarse, tanto a nivel funcional como estructural.

En el contexto de la adopción de tecnología, la evidencia disponible presenta un panorama matizado. El uso de computadoras en general se ha asociado con mejores funciones ejecutivas en adultos mayores. Sin embargo, el tipo de interacción con la tecnología parece importar de manera decisiva: una dependencia pasiva, en la que el usuario simplemente acepta los outputs del sistema sin procesarlos críticamente, puede ser perjudicial para el mantenimiento de las capacidades cognitivas, mientras que una interacción cognitivamente activa, en la que el usuario solicita explicaciones, cuestiona los resultados, resuelve errores de manera independiente y utiliza la IA como punto de partida más que como destino final, parece preservar e incluso

potenciar los resultados del aprendizaje.

Esta distinción tiene implicaciones prácticas directas para el diseño de intervenciones pedagógicas y de políticas de uso de la IA en entornos laborales. No se trata de prohibir o limitar el uso de la IAG, sino de diseñar las condiciones bajo las cuales su uso fomente la actividad cognitiva en lugar de reemplazarla.

Productividad vs. Calidad y Maestría Existe una tensión teórica fundamental entre la productividad inmediata, medida en términos de velocidad de entrega o cantidad de outputs producidos, y el desarrollo de capacidades cognitivas a largo plazo. Esta tensión no es nueva: la educación ha debatido durante décadas los riesgos de priorizar el rendimiento a corto plazo sobre la comprensión profunda. Sin embargo, la IAG exacerba esta tensión al hacer que la brecha entre ambos sea más visible e inmediata.

La ilusión de productividad que genera la IAG es particularmente engañosa porque se manifiesta de dos maneras simultáneas. Por un lado, el usuario puede producir más outputs en menos tiempo, lo que genera una sensación subjetiva de mayor competencia y eficiencia. Por otro lado, la necesidad de revisar, corregir y depurar los errores y 'alucinaciones' generados por la IA puede, paradójicamente, incrementar el tiempo total invertido en la tarea y aumentar la 'deuda técnica' acumulada, especialmente cuando el usuario carece del conocimiento profundo necesario para detectar los errores sutiles con rapidez.

Estudios recientes sugieren también que el uso intensivo de herramientas de autocompletado de código reduce la diversidad de las soluciones propuestas por los desarrolladores, al anclarlos cognitivamente a las primeras sugerencias generadas por el sistema. Este fenómeno, análogo al sesgo de anclaje bien documentado en psicología cognitiva, puede tener consecuencias a largo plazo en la capacidad de innovación y resolución creativa de problemas de los trabajadores del conocimiento.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Métodos La investigación se basa en la síntesis y análisis crítico de datos provenientes de ensayos controlados aleatorios (ECA) y encuestas a gran escala realizados entre 2025 y 2026.

La selección de estudios siguió criterios de calidad metodológica, incluyendo la especificación clara de las condiciones experimentales, el uso de medidas objetivas (no sólo autorreportadas) y la disponibilidad de datos desagregados por nivel de experiencia de los participantes.

Los métodos analizados incluyen los siguientes:

- Experimentos aleatorios con desarrolladores de software novatos (menos de 2 años de experiencia) y experimentados (más de 5 años), en los que se asignaron aleatoriamente condiciones de uso de IAG (acceso completo, acceso restringido o sin acceso) para medir el tiempo de finalización de tareas y el nivel de aprendizaje mediante cuestionarios post-tarea diseñados ad hoc.
- Encuestas transversales a trabajadores del conocimiento (n=319) orientadas a capturar percepciones de esfuerzo cognitivo en sus distintos niveles según la Taxonomía de Bloom: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Los cuestionarios utilizados fueron validados previamente en estudios piloto.
- Seguimiento cualitativo mediante grabaciones de pantalla y protocolos de pensamiento en voz alta (think-aloud protocols), con el objetivo de identificar patrones de interacción con la IA a lo largo de un espectro que va desde la delegación total, en la que el usuario simplemente acepta el output de la IA sin procesarlo, hasta la consulta conceptual activa, en la que el usuario utiliza la IA como herramienta de apoyo mientras mantiene el control cognitivo del proceso, análisis de métricas objetivas de calidad del código y de los textos producidos, incluyendo tasas de error, densidad de deuda técnica y diversidad de soluciones, con el fin de contrastar las percepciones subjetivas de productividad con medidas objetivas.

La triangulación entre los distintos métodos permite construir una imagen más robusta, asertiva y matizada de los efectos de la IAG que la que ofrecería cualquier método aislado, compensando cada segmento que detonan las limitaciones inherentes a cada aproximación asertiva y metodológica.

RESULTADOS

Los resultados que se muestran derivados de la síntesis de los estudios analizados que convergen en un conjunto firme lleno de hallazgos que emergen en el uso no guiado de IAG. Su abuso y continuidad con las nuevas generaciones esto genera una erosión significativa tanto en la formación de destrezas técnicas como en el ejercicio práctico del pensamiento crítico.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

A continuación, se presentan los principales hallazgos, organizados en torno a cinco segmentos centrales: El hallazgo más significativo y robusto es replicado a través de los estudios analizados es que el uso de asistencia de IAG durante la resolución de tareas técnicas reduce de manera significativa las puntuaciones en valoraciones posteriores de habilidades delimitadas y específicas, en comparación con quienes resuelven semejantes tareas sin asistencia.

Este efecto, que hemos denominado 'atrofia de habilidades técnicas', es exclusivamente pronunciado en solo tres espacios: la comprensión conceptual de los compendios básicos del dominio (reducción media del 17%), la capacidad de leer y analizar código o texto de manera crítica, y la capacidad de depuración (debugging) independiente ante errores comunes.

El efecto es notablemente más pronunciado en trabajadores novatos, lo que sugiere que la IAG afecta de manera diferencial a quienes se encuentran en etapas críticas de formación de sus esquemas mentales. Para los expertos, el impacto es menor pero no despreciable: incluso profesionales con alta experiencia muestran cierto deterioro en sus capacidades cuando pasan periodos prolongados confiando en la IAG para tareas que anteriormente realizaban de manera independiente.

La Paradoja de la Productividad

Uno de los hallazgos más contraintuitivos y potencialmente de mayor impacto para la gestión organizacional, es el que hemos denominado la 'paradoja de la productividad'. Aunque los desarrolladores de software experimentados reportan de manera consistente que la IAG los hace aproximadamente un 20% más rápidos en la percepción subjetiva, las mediciones objetivas del tiempo de finalización de tareas muestran que, en promedio, son un 19% más lentos en comparación con colegas que resuelven las mismas tareas sin asistencia de IA. La definición de esta paradoja recae en el tiempo no contabilizado que se invierte en observar, revisar, corregir y verificar el output de la IA, así como en las convivencias e iteraciones adicionales que son necesarias cuando la primera solución generada contiene errores o no se ajusta exactamente a cada unom de los requisitos señalados o establecidos.

¿Este tema oculto resulta invisible para los propios usuarios, quienes son los que se benefician en parte, por qué? Por qué el modelo mental de 'la IA es rápida' instantánea, sin duda sesga su percepción del tiempo invertido, es segura y confiable en la redacción y en los resultados, en parte porque la carga de revisión se distribuye de manera discontinua a lo largo del proceso, en cada una de las operaciones o instrucciones dificultando su contabilización consciente con los pronts. Estas invenciones tienen implicaciones directas para la gestión de proyectos y la evaluación del retorno de inversión en herramientas de IAG: simplemente porque las organizaciones que acogen dichas tecnologías sin diseñar procesos de verificación robustos y sin invertir el tiempo necesario para la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

comprensión en el desarrollo del conocimiento profundo. Los equipos pueden estar asumiendo un costo oculto significativo que reduce o anula los beneficios solicitados y esperados.

Al hablar de la descarga Cognitiva y Reducción del Pensamiento Crítico, señalan que los datos de las encuestas transversales revelan una correlación negativa consistente entre el nivel de confianza en la capacidad de la IAG y el nivel de ejercicio del pensamiento crítico, reportado por los propios usuarios. En otras palabras, a mayor confianza en la IA, menor esfuerzo cognitivo propio.

Esto afecta principalmente alos niveles de mayor nivel cognitivo Adicionalmente, el análisis de las grabaciones de pantalla y los protocolos think-aloud revela que los usuarios con mayor dependencia de la IAG tienden a aceptar las primeras respuestas generadas sin verificación adicional, reducen la diversidad de las soluciones exploradas y disminuyen el tiempo dedicado a la reflexión metacognitiva. Todos estos patrones son consistentes con el concepto de 'perezosidad cognitiva' descrito en la literatura sobre sesgos de automatización.

Falsa Sensación de Maestría Un hallazgo de especial relevancia para el diseño educativo es el que denominamos 'falsa sensación de maestría'. Las herramientas de autocompletado de código y generación de texto crean en los usuarios novatos una percepción de competencia que no se corresponde con el nivel real de comprensión que han alcanzado. Esta brecha entre la percepción y la realidad es especialmente peligrosa en dominios críticos, como la ciberseguridad, la ingeniería de sistemas críticos o la medicina, donde los errores no detectados pueden tener consecuencias graves.

El mecanismo subyacente parece ser el siguiente: al ver que la IA produce un output aparentemente correcto y coherente a partir de su instrucción, el usuario infiere que ha formulado el problema correctamente y que comprende la solución. Sin embargo, esta inferencia es falsa en múltiples dimensiones: no garantiza que el output sea realmente correcto, no implica que el usuario podría reproducirlo o adaptarlo de manera independiente, y no desarrolla la comprensión de los casos borde y las excepciones que constituyen el verdadero dominio del experto.

Con el tiempo, esta falsa sensación de maestría puede cristalizar en una identidad profesional desajustada, en la que el trabajador sobreestima de manera sistemática sus capacidades reales y no invierte en el aprendizaje profundo que, paradójicamente, le haría un mejor supervisor de los sistemas de IA que utiliza. La Ironía de la Automatización es finalmente, los estudios analizados ofrecen evidencia empírica de la ironía de la automatización, formulada originalmente en el contexto de los sistemas de control industrial pero

plenamente aplicable a los entornos de trabajo mediados por IAG. Al delegar las tareas rutinarias a los sistemas automáticos, el usuario pierde gradualmente la oportunidad de practicar el juicio necesario para manejar las excepciones y los fallos del sistema.

En los entornos de desarrollo de software analizados, esta ironía se manifiesta en que los desarrolladores que más han delegado en la IA son también los que peores resultados obtienen en

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

las pruebas de depuración independiente ante errores que el propio sistema de IA ha introducido. Esta circularidad, la IA introduce instrucciones comandos que son errores que el usuario no detecta porque la IA le ha impedido desarrollar la capacidad de detectarlos, al solucionarle los campos visuales esperados, conforma un ciclo bucles de retroalimentación negativo con potencial para agravarse a medida que la adopción de la IAG se hace cada vez más intensifica.

CONCLUSIONES

La síntesis de la evidencia presentada en este artículo permite formular un conjunto de conclusiones que tienen implicaciones relevantes en los distintos sectores tanto para la investigación administrativa y académica como para su práctica lineal y organizacional, el patrocinio agresivo e irrestricto de la inteligencia artificial generativa, cuando no se empuja a un bien común con un enfoque central en la administración activa y el compromiso cognitivo del usuario (stewardship), amenaza con debilitar progresivamente la base de conocimiento humano que es precisamente necesaria para supervisar y corregir a estas mismas herramientas. Se trata de un círculo vicioso que, una vez establecido, es difícil de revertir.

Es un avance tecnológico que ha impactado en nuestra vida cotidiana, en nuestro entorno social, y en el entorno escolar, pero se ha reflejado más entre los estudiantes universitarios, ya que han sido los que más han impulsado estas aplicaciones. Es una revolución tecnológica que nos demuestra el gran progreso informático que se ha observado en los últimos años. Llama la atención la facilidad que tienen los jóvenes para adecuar estas nuevas herramientas a su entorno académico, pero sobre todo existe una controversia en ese ámbito puesto que cae en duda la parte de la ética en este caso por cuenta de los alumnos, debido a que se ha observado ese comportamiento muy continuo. Por lo tanto, en el presente artículo, se estudiará la relación que existe entre los estudiantes universitarios y la IA, así como el impacto que tienen estas nuevas herramientas en el desarrollo académico de las nuevas generaciones. La importancia de este tópico recae en las afectaciones que se pudiesen presentar en la formación de los escolares, como consecuencia, en lugar de una herramienta para la investigación, la IA se convirtió en una especie de "atajo" para la entrega de tareas. En ese orden, es trascendente diagnosticar y plantear posibles caminos para poder integrar estas nuevas tecnologías al desarrollo académico de la siguiente generación, de igual forma considerando en parte la influencia que llegase a tener en la vida cotidiana de los jóvenes, pero más que nada poniendo presente lo más importante que destaca en el ser humano, la ética. Por consiguiente, llama mucho la atención el desenvolvimiento que tienen los jóvenes con la inteligencia artificial ya que como se ha mencionado, los estudiantes universitarios toman una gran ventaja con el uso de estas. Por tal efecto se ha observado que en el entorno estudiantil de hoy en día se les facilita más que les brinden respaldo estas nuevas herramientas. Tal es el caso que buscan una comodidad al momento de la elaboración

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

de tareas, sencillamente buscan entregar buenos resultados que les indica su profesor. Pero con estas nuevas tecnologías a los jóvenes universitarios no brindan la debida importancia al razonamiento y el pensar por ellos mismo. Ya que estas aplicaciones lo hacen por sí solas, nada más entregan resultados, por tal efecto eso es lo que busca el mundo estudiantil actual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bainbridge, L. (1983). Ironies of automation. Automatica, 19(6), 775–779.

BBC Newsround. (2026, 16 de febrero). Books are back in Swedish classrooms. BBC. https://www.bbc.co.uk/newsround/74640167 (Nota: adaptado de la URL interna del portal formativo de la BBC).

Becker, J., Rush, N., Barnes, B., & Rein, D. (2025, 10 de julio). Measuring the impact of early-2025 AI on experienced open-source developer productivity. METR. https://metr.org/blog/2025-07-10-early-2025-ai-experienced-os-dev-study/

Becker, J., Rush, N., Cunningham, T., Rein, D., & Mahamud, K. (2026, 24 de febrero). We are changing our developer productivity experiment design. METR. https://metr.org/blog/2026-02-24-uplift-update/

Bloom, B. S. (Ed.). (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. David McKay.

Comisión Europea. (2021). Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Publications Office of the European Union.democracy. Greenpeace International.

Down, A. (2026, 20 de febrero). Amazon's cloud 'hit by two outages caused by AI tools last

Functional safety and AI systems. ISO.

Here's the story you haven't heard. MIT Technology Review. https://www.technologyreview.com/2025/05/20/1092682/ai-electricity-emissions footprint-data-centers/ https://www.greenpeace.org/international/story/66127/energy-environmental-impact-ai undermines-democracy/

https://www.theguardian.com/technology/2026/feb/20/amazons-cloud-hit-by-two outages-caused-by-ai-tools-last-year

Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice-Hall. Lee, H.-P., Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025). The impact of Generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers.

Leman, M. (2026, 2 de abril). The energy and environmental impact of AI and how it undermines

Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Sostenible.Resolución A/RES/70/1. O'Donnell, J., & Crownhart, C. (2025, 20 de mayo). We did the math on AI's energy footprint. Organización Internacional de Normalización. (2023). ISO/TR 5469:2023 — Artificial intelligence —

Ozcay, D. (2026, 10 de febrero). I let AI write code for 30 days. It made me 19% slower (Study confirmed it). Stackademic. https://blog.stackademic.com/i-let-ai-write-code-for 30-days-it-made-me-19-slower-study-confirmed-it-b68b74654b5a

Shen, J. H., & Tamkin, A. (2026). How AI impacts skill formation (arXiv:2601.20245v2 [cs.CY]). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2601.20245

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Monitoreo inteligente y gestión sostenible del agua en una olla de captación pluvial

Smart monitoring and sustainable water management in a rainwater harvesting pond

María Teresa Torres Mancera
Depto. Ingeniería Química. TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
http://orcid.org/0000-0002-4517-4456
teresa@tesco.edu.mx
Nancy Elizabeth Velázquez Salinas
Depto. Ingeniería en Mecatrónica. TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
http://orcid.org/0009-0003-6558-8909
nancy_mct@tesco.edu.mx
Anabel Martínez Guzmán
Depto. Licenciatura en Administración e Ingeniería en Gestión empresarial.
TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
https://orcid.org/0000-0002-8955-7336
anabel.sub.a@tesco.edu.mx

RESUMEN

En comunidades rurales la gestión del agua de manera sostenible constituye uno de los principales retos asociados a la seguridad hídrica y al desarrollo sostenible, particularmente en regiones con alta dependencia de la captación pluvial y limitadas capacidades de monitoreo ambiental. El objetivo del presente proyecto fue desarrollar una plataforma inteligente, realizar de manera sostenible la gestión del agua y el monitoreo en una olla de captación pluvial ubicada en la comunidad de San Bartolomé Actopan, Temascalapa, Estado de México, mediante la integración de tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), análisis fisicoquímico y estrategias de conservación del recurso hídrico. El proyecto se desarrolló en un enfoque aplicado y descriptivo, que incluyó la caracterización inicial del agua y el diseño tecnológico de la arquitectura del sistema de monitoreo. Los análisis fisicoquímicos mostraron valores de pH de 10.2, nitritos de 0.3 mg/L y fosfatos de 0.326 mg/L, además de una concentración de oxígeno disuelto de 7.57 mg/L y una temperatura de 19.7 °C, evidenciando la necesidad de implementar mecanismos de seguimiento continuo para la toma de decisiones ambientales. Como resultado, se diseñó un sistema inteligente basado en sensores ambientales, comunicación digital y

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

alimentación fotovoltaica, orientado al monitoreo de variables críticas del recurso hídrico. La propuesta tecnológica desarrollada consta de un modelo replicable para la gestión comunitaria del agua y contribuye al fortalecimiento de estrategias de resiliencia hídrica y sostenibilidad ambiental en comunidades rurales.

Palabras clave: Gestión sostenible del agua, Internet de las Cosas, captación pluvial, resiliencia hídrica, monitoreo ambiental, comunidades rurales.

ABSTRACT

Sustainable water management in rural communities remains a major challenge for achieving water security and sustainable development, particularly in regions that rely on rainwater harvesting systems and have limited environmental monitoring capabilities. The objective of this project was to develop an intelligent platform for the monitoring and sustainable management of water in a rainwater catchment pot located in the community of San Bartolomé Actopan, Temascalapa, State of Mexico, through the integration of Internet of Things (IoT) technologies, physicochemical analysis and water resource conservation strategies. The project was developed under an applied and descriptive approach, which included the initial characterization of the water quality and the technological design of the monitoring system architecture. The physicochemical analyses showed pH values of 10.2, nitrites of 0.3 mg/L and phosphates of 0.326 mg/L, in addition to a dissolved oxygen concentration of 7.57 mg/L and a temperature of 19.7 °C, evidencing the need to implement continuous monitoring mechanisms for environmental decision-making. As a result, an intelligent system was designed based on environmental sensors, digital communication and photovoltaic power, aimed at monitoring critical variables of water resources. The technological proposal developed constitutes a replicable model for community water management and contributes to the strengthening of water resilience and environmental sustainability strategies in rural communities.

Keywords: Water resource management, Internet of Things (IoT), rainwater harvesting, sustainable development, environmental monitoring, rural communities.

INTRODUCCIÓN

Un componente esencial del desarrollo sostenible es la seguridad hídrica, debido a que la calidad y disponibilidad del agua condicionan la estabilidad de los ecosistemas, la salud, la producción de alimentos y las actividades económicas. No obstante, el incremento de la demanda, la contaminación, la degradación de las cuencas y la variabilidad climática han intensificado las presiones sobre las fuentes convencionales de abastecimiento. En 2021, el nivel mundial de estrés hídrico alcanzó 18.6 %, lo que representó un incremento respecto de 2015; además, aproximadamente 3,200 millones de personas se localizan en regiones agrícolas con escasez. Esta situación afecta con

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

mayor intensidad a las comunidades rurales, donde la disponibilidad del recurso depende frecuentemente de las precipitaciones estacionales y de infraestructuras locales con capacidades limitadas de operación y seguimiento (FAO, 2021; UN-Water, 2024; UNESCO-WWAP, 2024).

En zonas rurales, la disponibilidad de agua solo es una parte de la problemática hídrica. A ella se suman las diferencias territoriales en el acceso al recurso, el deterioro de su calidad, las limitaciones de infraestructura y la falta de información ambiental continua para responder ante periodos de sequía o cambios en la precipitación. Por esta razón, la gestión del agua requiere considerar de manera conjunta su disponibilidad, calidad y uso, así como disponer de información que permita conocer las condiciones del recurso y orientar las decisiones sobre su aprovechamiento. Esta perspectiva adquiere especial importancia en las comunidades rurales, donde el agua interviene tanto en las actividades productivas como en los alimentos y las condiciones de vida de la población (UNESCO-WWAP, 2024; UN-Water, 2024).

La agricultura representa uno de los principales usos del agua y mantiene una relación directa con las condiciones del suelo y la producción de alimentos. La FAO (2021) señala que los recursos de suelo y agua utilizados en los sistemas agroalimentarios están sujetos a presiones crecientes, lo que hace necesario considerar formas de manejo acordes con las condiciones de cada territorio. En este contexto, el aprovechamiento del agua de lluvia y la calidad del agua constituyen alternativas que pueden incorporarse a la gestión local del recurso, particularmente en sitios donde el agua almacenada se destina posteriormente a actividades del campo.

Ante estas condiciones, una alternativa descentralizada es la captación de agua de lluvia, que complementa el suministro convencional, reduce la dependencia de fuentes subterráneas y almacena agua durante periodos de disponibilidad para su uso posterior. Los sistemas de captación pueden adoptar configuraciones diversas, desde instalaciones domésticas asociadas a techos y cisternas hasta reservorios superficiales destinados al riego, la producción pecuaria y otros usos comunitarios. Su desempeño depende de la precipitación, el área de captación, el almacenamiento, la demanda, las pérdidas físicas y los criterios de operación, por lo que su diseño debe responder a las condiciones climáticas y productivas de cada territorio (Amos et al., 2022; Lee et al., 2017; Campisano et al., 2017; Neibaur & Anderson, 2016; Ward et al., 2012).

Además de ampliar la disponibilidad, la captación pluvial puede contribuir a la adaptación climática y a la resiliencia hídrica cuando se incorpora a estrategias de gestión que contemplan variabilidad meteorológica, conservación del suelo, mantenimiento de la infraestructura y participación de los usuarios. Sin embargo, no todos los sistemas mantienen el mismo nivel de confiabilidad a través del tiempo. Las evaluaciones desarrolladas bajo diferentes escenarios climáticos muestran que las modificaciones en la distribución y frecuencia de la lluvia pueden alterar el volumen captado, la seguridad del suministro y los requerimientos de almacenamiento. Es así que,

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

la infraestructura de captación debe acompañarse de información dinámica que permita ajustar su operación frente a condiciones cambiantes (Neibaur & Anderson, 2016; Campisano et al., 2017; Toosi et al., 2020).

La sostenibilidad de estos sistemas hídricos no sólo debe valorarse únicamente a partir del volumen recolectado. Se reporta que su viabilidad debe analizarse considerando simultáneamente dimensiones sociales, hidrológicas, económicas y ambientales. Entre los aspectos relevantes para reducir la vulnerabilidad de la población se encuentran el ahorro y uso final del agua, el consumo energético, la inversión y el mantenimiento, la aceptación social y la capacidad de la infraestructura. La falta de mantenimiento, la ausencia de mecanismos de gobernanza y la poca participación comunitaria pueden disminuir los beneficios esperados, aun cuando la infraestructura tenga capacidad suficiente de almacenamiento (de Sá Silva et al., 2022; Campisano et al., 2017; GhaffarianHoseini et al., 2015).

Un aspecto crítico es que la captación y el almacenamiento no garantizan la calidad del agua para su uso. Durante la escorrentía se llegan a incorporar sedimentos, materia orgánica, nutrientes, microorganismos, residuos animales, partículas atmosféricas y contaminantes procedentes de las superficies circundantes. Posteriormente, durante el almacenamiento, la temperatura, el tiempo de residencia, la acumulación de sedimentos, la exposición solar y los intercambios biogeoquímicos pueden modificar parámetros como pH, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto y concentración de nutrientes. En consecuencia, la calidad del agua debe evaluarse conforme a su uso final, identificando las condiciones de esta en el tiempo (Amos et al., 2022; Lee et al., 2017; Ward et al., 2012).

Los reservorios superficiales rurales con respecto a los sistemas cerrados presentan retos adicionales ya que al estar expuestos al entorno, reciben aportes asociados a erosión, escorrentía agrícola, deposición atmosférica y actividades humanas o pecuarias. La presencia de nitrógeno y fósforo puede favorecer procesos de enriquecimiento de nutrientes y modificar la productividad biológica del ecosistema; mientras que variaciones elevadas del pH pueden afectar la respuesta de los organismos acuáticos y la disponibilidad de compuestos químicos. Estos procesos no necesariamente se expresan de manera constante, pues pueden intensificarse después de lluvias, durante periodos prolongados de almacenamiento o ante cambios en el nivel del agua y la temperatura. Por esta razón, los muestreos aislados ofrecen una representación limitada de sistemas con alta variabilidad temporal (Rozemeijer et al., 2025; Kodali et al., 2018).

La calidad del agua se llega a monitorear de manera convencional por agricultores en la toma manual de muestras y análisis posteriores en laboratorio. Estos procedimientos son indispensables para obtener resultados trazables y validar los instrumentos, pero su costo y periodicidad pueden limitar la detección de eventos de corta duración. El monitoreo de alta frecuencia complementa estas

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

metodologías al generar series temporales capaces de registrar fluctuaciones, tendencias y respuestas asociadas a eventos de precipitación, escorrentía o actividad biológica. No obstante, su utilidad depende de la selección adecuada de sensores, la calibración, el control de interferencias, la limpieza de los datos y el mantenimiento de los equipos instalados en campo (Rozemeijer et al., 2025).

El desarrollo de sensores de bajo consumo, sistemas embebidos y tecnologías de comunicación ha favorecido la aplicación del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) en la vigilancia de recursos hídricos. Una arquitectura IoT permite conectar sensores, unidades de procesamiento, bases de datos, redes de comunicación y plataformas de visualización para registrar y transmitir información de manera continua. En el monitoreo del agua, estas soluciones se han aplicado para medir temperatura, pH, conductividad, turbidez, sólidos disueltos, oxígeno disuelto y nivel, entre otras variables. La información puede organizarse en tableros digitales, historiales y alertas que faciliten la identificación temprana de desviaciones (Kodali et al., 2018; Bogdan et al., 2023).

Jabbar et al. (2024) evaluaron en zomas rurales el uso conjunto de energía solar y comunicación LoRaWAN para el monitoreo de la calidad del agua. Su propuesta es un antecedente de interés para sistemas que requieren obtener información en sitios donde el acceso a energía eléctrica y conectividad puede ser limitado. Bajo estas condiciones, la selección de los componentes debe considerar tanto el consumo de energía como las condiciones ambientales a las que estará expuesto el equipo durante su operación. La comunicación LoRaWAN resulta pertinente en este tipo de aplicaciones porque permite enviar los datos obtenidos por los sensores a distancias mayores sin requerir una conexión permanente a redes convencionales. Estas características fueron consideradas en AQUA para plantear el monitoreo remoto de la olla de captación pluvial.

El uso de sensores de bajo costo requiere considerar que las mediciones pueden modificarse con el tiempo o por las condiciones del medio en el que operan. En sistemas destinados al monitoreo de agua, la acumulación de material sobre los sensores y la exposición continua a condiciones ambientales pueden afectar la calidad de los registros. Por esta razón, además de instalar los dispositivos, es necesario establecer rutinas de calibración, limpieza y verificación de las mediciones mediante análisis de referencia. La operación del sistema también debe prever qué ocurrirá con los datos cuando se interrumpa la comunicación, así como la disponibilidad de energía y la protección de los componentes instalados en campo. Estos aspectos son relevantes para que la información sea pertinente durante la medición de la calidad del agua y no dependa únicamente del sistema electrónico de los dispositivos (Bogdan et al., 2023; Rozemeijer et al., 2025; Tzounis et al., 2017; Jan et al., 2021).

En este contexto, la combinación de captación pluvial, monitoreo ambiental y participación comunitaria puede fortalecer en los sistemas productivos la capacidad de adaptación y mejorar la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

planeación del uso del agua. En México, estas necesidades adquieren relevancia por la heterogeneidad climática, territorial y productiva. Las comunidades rurales ubicadas en regiones semiáridas dependen frecuentemente de la agricultura de temporal y de infraestructuras locales para almacenar agua durante la temporada de lluvias. Las variaciones interanuales de precipitación y la erosión de los suelos pueden afectar tanto el volumen disponible como la calidad de los escurrimientos que llegan a los cuerpos de almacenamiento. (FAO, 2021; UNESCO-WWAP, 2024).

El lugar de estudio es el municipio de Temascalapa que se ubica en la zona nororiental del Estado de México y cuenta con una superficie aproximada de 177.31 km² distribuida entre 14 localidades habitadas, entre ellas San Bartolomé Actopan. Su territorio se localiza entre 2,240 y 2,650 m s. n. m. y presenta clima templado semiseco, lluvias predominantemente estivales, precipitación media anual de 500 a 648.3 mm y temperaturas de 14 a 18 °C. Estas características evidencian una disponibilidad pluvial estacional y justifican la existencia de infraestructuras locales para captar y conservar los escurrimientos generados durante la temporada húmeda (Ayuntamiento de Temascalapa, 2025).

El uso de suelo del municipio es principalmente agrícola: 73.05 % de su superficie se destina a este uso, 14.28 % a actividades pecuarias y solo 0.21 % corresponde a cuerpos de agua. En Temascalapa, el 4.43 % del territorio presenta procesos de erosión. Los principales cultivos que se encuentran en la zona se encuentran maíz, haba, cebada, frijol, trigo, chícharo y calabaza, además de nopal y maguey, especies que se desarrollan bajo las condiciones semisecas de la región. Estas características del territorio hacen relevante el aprovechamiento y conservación del agua captada durante la temporada de lluvias. Asimismo, los procesos de erosión deben considerarse en el manejo de este tipo de infraestructura, debido al posible arrastre de suelo y otros materiales por escorrentía (Ayuntamiento de Temascalapa, 2025).

En San Bartolomé Actopan se cuenta con una olla de captación pluvial utilizada para almacenar agua destinada al apoyo de actividades productivas. Durante el diagnóstico realizado en el sitio se observó una disminución del nivel de agua almacenada, así como presencia de residuos en la olla. También se identificó que no se dispone de un registro continuo que permita conocer los cambios en el volumen y calidad del agua durante el periodo de almacenamiento.

La caracterización preliminar registró un pH de 10.2, nitritos de 0.3 mg/L, fosfatos de 0.326 mg/L, saturación de oxígeno de 103.3 %, oxígeno disuelto de 7.57 mg/L, temperatura de 19.7 °C y transparencia de 30 cm.

A partir del análisis de la información disponible y del reconocimiento realizado en la zona de estudio, se identificó la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas para el seguimiento de la olla de captación pluvial. Los trabajos consultados muestran diferentes aplicaciones en la captación de agua de lluvia y el monitoreo mediante IoT; sin embargo, las características de un reservorio rural

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

abierto plantean condiciones particulares para el seguimiento de la calidad del agua y su almacenamiento. En estos sistemas no basta con obtener y transmitir datos, ya que también deben considerarse la caracterización fisicoquímica del agua, el suministro de energía, el funcionamiento de los sensores en campo y su mantenimiento. A partir de estas necesidades, el proyecto AQUA plantea relacionar el diagnóstico de las condiciones del agua almacenada con una arquitectura de monitoreo diseñada para las condiciones de la olla de captación de San Bartolomé Actopan (de Sá Silva et al., 2022; Campisano et al., 2017; Jabbar et al., 2024; Rozemeijer et al., 2025).

El interés científico del proyecto se centra en relacionar la caracterización inicial del agua almacenada en una olla de captación pluvial con el diseño de un sistema para el monitoreo. El análisis fisicoquímico del agua permite establecer las condiciones en el momento del muestreo, mientras que la plataforma propuesta busca dar continuidad a este seguimiento mediante el registro periódico de las variables seleccionadas. Esta relación entre el diagnóstico del reservorio y el monitoreo permitirá, una vez implementado el sistema, disponer de registros históricos e identificar cambios en las condiciones del agua. El proyecto también mantiene relación con las acciones municipales orientadas a la conservación del recurso hídrico, infraestructura hidráulica, innovación y la participación social, así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculados con el agua, la infraestructura y las comunidades sostenibles (Ayuntamiento de Temascalapa, 2025; UNESCO-WWAP, 2024).

A partir de este contexto, el objetivo del proyecto fue realizar una caracterización inicial de la calidad del agua almacenada en la olla de captación pluvial de San Bartolomé Actopan, Temascalapa, Estado de México, y diseñar una plataforma para su monitoreo como apoyo a la gestión del recurso. Para ello, la arquitectura propuesta considera sensores para el registro de variables fisicoquímicas y ambientales, transmisión y almacenamiento de datos, un tablero para consultar la información y un sistema de alimentación fotovoltaica. Una vez implementada, la plataforma permitirá contar con registros periódicos que podrán utilizarse para dar seguimiento a las condiciones del agua y establecer criterios de alerta ante cambios en las variables monitoreadas.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El proyecto se realizó en la comunidad de San Bartolomé Actopan, en el municipio de Temascalapa, Estado de México. Localizado en la región nororiental, cuenta con una superficie territorial de 177.31 km², distribuida en 14 localidades habitadas. Geográficamente, se ubica entre los 2,240 y 2,650 m s. n. m., con un clima templado semiseco y un régimen de lluvias concentrado durante el verano. La precipitación media anual oscila entre 500 y 648.3 mm, mientras que la temperatura promedio anual se encuentra entre los 14 y 18 °C. Estas condiciones climáticas favorecen el

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

establecimiento de sistemas de captación pluvial como una estrategia que apoye en la disponibilidad del recurso hídrico en comunidades rurales (Ayuntamiento de Temascalapa, 2025).

La infraestructura objeto de estudio corresponde a una olla de captación pluvial utilizada para el almacenamiento temporal de escurrimientos superficiales destinados principalmente al apoyo de actividades productivas locales. Debido a su exposición directa a factores ambientales, este sistema constituye un sitio adecuado para determinar la calidad del agua y desarrollar herramientas tecnológicas en el monitoreo continuo y a la gestión sostenible del recurso hídrico.

Diseño de la investigación

El proyecto se desarrolló bajo una orientación cuantitativa, aplicada y de desarrollo tecnológico, con alcance descriptivo y prospectivo. El estudio integró dos componentes complementarios: la caracterización fisicoquímica inicial del agua almacenada en la olla de captación pluvial y el diseño de una plataforma inteligente establecida en tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) para el monitoreo continuo de variables ambientales e hidráulicas.

La fase descriptiva tuvo como finalidad generar una línea base de las condiciones del cuerpo de agua mediante la medición de parámetros fisicoquímicos representativos. Por su parte, la fase de desarrollo tecnológico se orientó al diseño conceptual de una arquitectura de monitoreo remoto capaz de adquirir, transmitir, almacenar y visualizar en tiempo real información para apoyar la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento y aprovechamiento sostenible del agua.

La metodología se dividió en cuatro etapas secuenciales:

1. Diagnóstico del sistema de captación pluvial y reconocimiento del sitio.
2. Caracterización fisicoquímica inicial del agua almacenada.
3. Diseño de la arquitectura tecnológica de monitoreo.
4. Definición de la estrategia de implementación y operación del prototipo.

Caracterización fisicoquímica del recurso hídrico

La caracterización del agua inicial se llevó a cabo determinando parámetros fisicoquímicos que se consideraron relevantes para evaluar las condiciones ambientales del reservorio. Los parámetros analizados fueron (Tabla 1):

Tabla 1.

Parametros Analizados

Parámetro	Unidad
pH	Unidades de pH
Nitritos	mg/L
Fosfatos	mg/L

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Saturación de oxígeno	%
Oxígeno disuelto	mg/L
Temperatura	°C
Transparencia	cm

Fuente: elaboración propia.

Las mediciones se efectuaron in situ empleando equipos portátiles calibrados conforme a las especificaciones de los fabricantes. Los parámetros fueron seleccionados por su relevancia para identificar alteraciones en la calidad del agua con la finalidad de establecer una parámetro base para el diseño del sistema de monitoreo continuo.

Los resultados obtenidos durante esta etapa fueron utilizados para identificar las variables críticas que deberán ser monitoreadas en tiempo real mediante la plataforma inteligente propuesta.

Asimismo, se consideraron como referencia las disposiciones normativas nacionales aplicables relacionadas con la calidad del agua en sus diferentes usos y los criterios ambientales reportados en la literatura científica para reservorios superficiales.

Diseño del sistema inteligente de monitoreo

Se diseñó una arquitectura tecnológica basada en tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) para que las variables ambientales y fisicoquímicas fueran monitoreadas de forma continua para determinar la calidad del agua.

El sistema propuesto integra cuatro componentes principales:

1. Adquisición de datos mediante sensores ambientales y fisicoquímicos.
2. Procesamiento y transmisión digital de la información.
3. Visualización y almacenamiento de datos.
4. Alimentación energética autónoma.

Las variables consideradas para el monitoreo incluyen: pH, temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, nivel del agua, salinidad y variables ambientales complementarias.

La información generada por los sensores será adquirida por un microcontrolador ESP32 y transmitida mediante protocolos de comunicación inalámbrica adecuados para aplicaciones rurales. El sistema contempla la integración de un dashboard para la visualización de en tiempo real e históricos, así como la generación de alertas tempranas cuando alguna variable exceda los rangos previamente establecidos.

Adicionalmente, el diseño incorpora un sistema de alimentación fotovoltaica con el objetivo de garantizar la autonomía energética del prototipo y facilitar su implementación en zonas con acceso limitado a infraestructura eléctrica.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Diseño experimental y fases de implementación

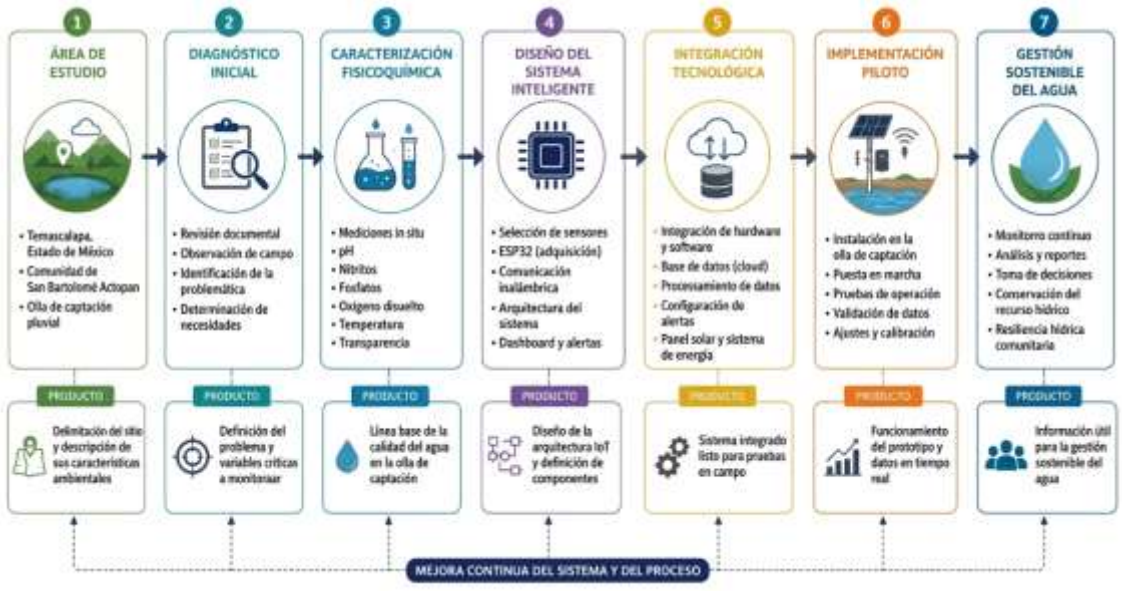
El proyecto se desarrolló en cuatro fases metodológicas (Figura 1):

Fase	Actividades principales
I. Diagnóstico	Identificación de la problemática y caracterización del sitio
II. Caracterización	Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua
III. Diseño tecnológico	Desarrollo de la arquitectura IoT y del sistema digital
IV. Implementación piloto	Integración y validación del prototipo en campo

Cada una de las fases contribuye al diseño integral de una plataforma inteligente orientada a la gestión sostenible y monitoreo del cuerpo de agua.

Figura 1.

Diagrama metodológico del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica del agua de la olla de captación pluvial

La caracterización inicial del agua almacenada en la olla de captación pluvial de la comunidad de San Bartolomé Actopan permitió establecer una línea base para evaluar las condiciones ambientales del reservorio y definir las variables prioritarias para el diseño del sistema inteligente de monitoreo. Los datos obtenidos muestran que el cuerpo de agua presenta condiciones

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

fisicoquímicas particulares asociadas a la dinámica de reservorios superficiales expuestos a procesos de escorrentía, evaporación e interacción con el entorno agrícola circundante (Tabla 2).

Tabla 2.

Caracterizacion Fisicoquimica Del Agua

Parámetro	Valores	Unidad
pH	10.2	-
Nitritos	0.30	mg/L
Fosfatos	0.326	mg/L
Oxígeno disuelto	7.57	mg/L
Saturación de oxígeno	103.3	%
Temperatura	19.7	°C
Transparencia	30	cm

Fuente: elaboración propia.

El valor de pH registrado fue de 10.2 (Tabla 2), lo que indica una condición alcalina. Este resultado supera el intervalo de referencia proporcionado por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021 para agua destinada al consumo humano, que establece un intervalo de pH entre 6.5 y 8.5. Aunque el agua almacenada en el reservorio no se destina al consumo humano, el valor de pH registrado constituye un elemento importante para conocer sus condiciones fisicoquímicas y establecer su seguimiento en muestreos posteriores. La alcalinidad observada puede estar relacionada con diferentes factores, entre ellos la composición geológica del sitio, la presencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua y la actividad fotosintética de los organismos presentes en el reservorio. Este último proceso puede disminuir la concentración de dióxido de carbono disuelto y contribuir al aumento del pH. Valores elevados de este parámetro pueden modificar la disponibilidad de algunos nutrientes y favorecer la precipitación de determinados compuestos, además de producir cambios en las condiciones del medio acuático (Jones & Smol, 2023; Kodali et al., 2018).

En el muestreo realizado, el oxígeno disuelto presentó una concentración de 7.57 mg/L y una saturación de 103.3 %. Estos resultados describen las condiciones encontradas en el reservorio durante el momento de la toma de muestra; sin embargo, no permiten establecer por sí solos el comportamiento del oxígeno a lo largo del tiempo. Este parámetro puede variar por efecto de la temperatura, la materia orgánica, la radiación solar y la actividad fotosintética, por lo que resulta conveniente realizar mediciones en diferentes momentos y condiciones ambientales (Rozemeijer et al., 2025).

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

En cuanto a los nutrientes analizados, se registraron concentraciones de 0.30 mg/L de nitritos y 0.326 mg/L de fosfatos. La presencia de estos compuestos justifica su seguimiento en muestreos posteriores, particularmente después de eventos de precipitación, cuando la escorrentía puede incorporar materiales procedentes del entorno al reservorio. No obstante, los valores obtenidos en este primer muestreo no permiten determinar el origen de los nutrientes ni establecer una condición de deterioro del agua. El registro periódico de estas variables permitirá conocer sus cambios a través del tiempo y valorar su posible relación con la precipitación y las actividades desarrolladas en el área circundante (Rozemeijer et al., 2025; Lee et al., 2017).

La transparencia fue de 30 cm durante el muestreo y proporciona una referencia sobre las condiciones observadas en la columna de agua. Debido a que se trata de un reservorio abierto, este parámetro puede cambiar por el ingreso y sedimentación de materiales, además de las variaciones propias del almacenamiento. En conjunto, los resultados obtenidos constituyen una caracterización inicial de la olla de captación y corresponden específicamente a las condiciones presentes durante el muestreo. Estos datos servirán como referencia para seleccionar las variables de seguimiento y, posteriormente, comparar las mediciones obtenidas mediante el sistema de monitoreo.

Diseño del sistema inteligente para monitorear la calidad del agua

El segundo resultado del estudio corresponde al diseño de la arquitectura tecnológica del sistema inteligente AQUA.

La propuesta integra herramientas de Internet de las Cosas, adquisición de datos ambientales y energías renovables con el propósito de desarrollar una plataforma adaptable a las necesidades de monitoreo en comunidades rurales.

La arquitectura tecnológica considera sensores ambientales y fisicoquímicos para el continuo monitoreo de variables críticas que indican la calidad del agua, un microcontrolador ESP32 para el procesamiento inicial de la información, sistemas de comunicación inalámbrica de bajo consumo energético y para el almacenamiento una plataforma digital y visualización de los datos obtenidos.

Una de las principales ventajas del sistema, radica en su modularidad y escalabilidad. La selección de componentes de bajo costo y disponibilidad comercial permite que la plataforma pueda ser replicada y adaptada a distintos cuerpos de agua superficiales utilizados con fines agrícolas o comunitarios.

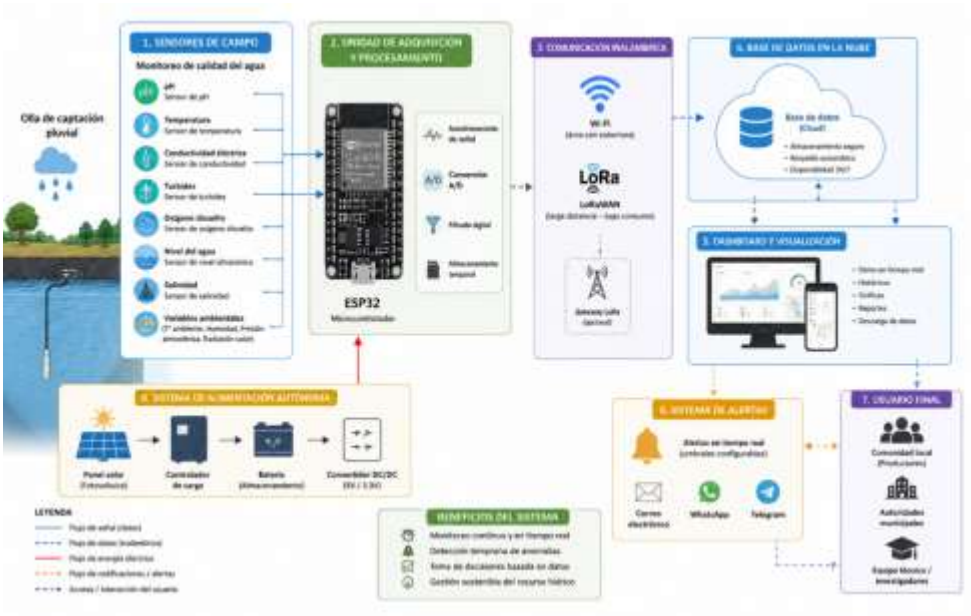
Diversos trabajos han mostrado la viabilidad del uso de tecnologías IoT para el monitoreo ambiental del recurso hídrico. No obstante, gran parte de las investigaciones se han concentrado en sistemas urbanos, plantas de tratamiento o redes de distribución, mientras que los reservorios rurales continúan representando un campo con importantes oportunidades de investigación y desarrollo tecnológico (Bogdan et al., 2023; Jabbar et al., 2024).

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

El diseño propuesto incorpora además un sistema de alimentación fotovoltaica que favorece su autonomía energética y reduce las limitaciones asociadas al acceso a infraestructura eléctrica en comunidades rurales (Figura 2). Esta característica resulta particularmente relevante en regiones donde la instalación de equipos convencionales puede verse restringida por factores económicos o geográficos

Figura 2.

Arquitectura tecnológica del sistema inteligente para el monitoreo de la calidad del agua.



Fuente: Elaboración propia

Potencial del sistema para la gestión sostenible

El tercer resultado del estudio corresponde al potencial de aplicación del sistema inteligente AQUA como herramienta para promover la gestión sostenible del agua en zonas rurales. El proyecto favorece la incorporación de principios de resiliencia hídrica al promover el aprovechamiento de tecnologías digitales adaptadas al contexto rural. La información generada por el sistema puede apoyar la planeación del uso del agua, la conservación de la infraestructura de captación y fortalecer la participación comunitaria.

La integración del monitoreo continuo permite transformar datos ambientales aislados en información útil que ayuda a la toma de decisiones para fortalecer la conservación del recurso hídrico. La posibilidad de registrar tendencias temporales facilita la identificación de anomalías en la calidad

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

del agua y auxilia en el diseño de estrategias preventivas antes de que ocurran afectaciones significativas en la olla de captación.

Desde la perspectiva tecnológica, el proyecto constituye un modelo replicable que puede implementarse en otros sistemas de captación pluvial del Estado de México y de otras regiones con características similares. La escalabilidad del sistema representa una oportunidad para integrar ciencia, ingeniería, monitoreo ambiental inteligente y acción comunitaria para que el recurso hídrico tenga una gestión sostenible. La recolección continua de información permitirá fortalecer la toma de decisiones, optimizar las estrategias de conservación del agua y contribuir al incremento de la resiliencia hídrica en comunidades rurales expuestas a condiciones de variabilidad climática.

CONCLUSIONES

El presente proyecto permitió establecer una línea base de los parámetros fisicoquímicos del agua almacenada en la olla de captación pluvial ubicada en la comunidad de San Bartolomé Actopan, Temascalapa, Estado de México, evidenciando la necesidad de incorporar mecanismos de un monitoreo continuo que favorezcan a una eficiente gestión y sostenible del recurso hídrico. Los parámetros analizados mostraron que los reservorios superficiales rurales constituyen sistemas dinámicos en donde la calidad es posible que varie en función de factores ambientales, climáticos y productivos, por lo que requieren estrategias de seguimiento tecnológico que superen a los monitoreos tradicionales.

La integración de tecnologías de Internet de las Cosas en el diseño del sistema inteligente representa una alternativa de bajo costo y viable para el monitoreo de variables fisicoquímicas y ambientales en comunidades rurales. La arquitectura desarrollada para AQUA integra sensores para el seguimiento de las variables seleccionadas, comunicación inalámbrica, almacenamiento y visualización de los registros, además de un sistema de alimentación fotovoltaica.

La incorporación de estos componentes responde a las condiciones consideradas para la instalación del equipo en la olla de captación, donde el suministro de energía y la transmisión de datos deben contemplarse como parte del funcionamiento del sistema. La autonomía energética y el desempeño de la comunicación deberán verificarse una vez que el prototipo se encuentre instalado.

La caracterización inicial del agua permitió disponer de información sobre las condiciones fisicoquímicas presentes durante el muestreo y, al mismo tiempo, definir variables de interés para el sistema de monitoreo. Con esta relación entre el diagnóstico ambiental y la propuesta tecnológica se busca pasar de mediciones puntuales a registros obtenidos con mayor frecuencia. Una vez que el sistema entre en operación, estos datos permitirán observar la variación de los parámetros seleccionados y reconocer cambios que requieran una revisión más detallada de las condiciones del agua almacenada.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

En esta etapa, la arquitectura constituye una propuesta diseñada para las condiciones de la olla de captación pluvial de San Bartolomé Actopan. Su posible adaptación a otros reservorios rurales deberá analizarse después de evaluar su funcionamiento en campo, debido a que las condiciones ambientales, energéticas y de comunicación pueden variar entre sitios. Las siguientes etapas del proyecto comprenden la construcción e instalación del prototipo, la integración de los sensores y del sistema fotovoltaico, así como su validación durante un periodo de operación que permita valorar la continuidad de los registros, la transmisión de los datos y el comportamiento de los dispositivos bajo las condiciones ambientales del sitio.

REFERENCIAS

Amos, C. C., Rahman, A., & Gathenya, J. M. (2016). Economic analysis and feasibility of rainwater harvesting systems in urban and peri-urban environments: A review. *Water, 8*(4), 149. https://doi.org/10.3390/w8040149

Ayuntamiento Constitucional de Temascalapa. (2025). *Plan de Desarrollo Municipal de Temascalapa 2025–2027*.

Bogdan, R., Paliuc, C., Crisan-Vida, M., Nimara, S., & Barmayoun, D. (2023). Low-cost Internet-of-Things water-quality monitoring system for rural areas. *Sensors, 23*(8), 3919. https://doi.org/10.3390/s2308391

Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Furumai, H., & Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water Research, 115*, 195–209. https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.056

de Sá Silva, A. C. R., Bimbato, A. M., Balestieri, J. A. P., & Vilanova, M. R. N. (2022). Exploring environmental, economic and social aspects of rainwater harvesting systems: A review. *Sustainable Cities and Society, 76*, 103475. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103475

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture 2021: Systems at breaking point*.

GhaffarianHoseini, A. [Amirhosein], Tookey, J., GhaffarianHoseini, A. [Ali], Naismith, N., Azhar, S., Efimova, O., & Raahemifar, K. (2015). Sustainable rainwater harvesting systems in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47*, 448–461. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.068

Jabbar, W. A., Ting, T. M., Hamidun, M. F. I., Kamarudin, A. H. C., Wu, W., Sultan, J., Alsewari, A. A., & Ali, M. A. H. (2024). Development of LoRaWAN-based IoT system for water quality monitoring in rural areas. *Expert Systems with Applications, 242*, 122862. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122862

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Jan, F., Min-Allah, N., & Düştegör, D. (2021). IoT based smart water quality monitoring: Recent techniques, trends and challenges for domestic applications. *Water, 13*(13), 1729. https://doi.org/10.3390/w13131729

Jones, I. D., & Smol, J. P. (Eds.). (2023). *Wetzel's limnology: Lake and river ecosystems* (4th ed.). Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2019-0-04412-3

Kodali, R. K., Jain, V., Karagwal, S., Srivastava, S., & Bhandari, V. (2018). IoT based smart water management systems: A systematic review. *International Journal of Engineering & Technology, 7*(2), 44–48.

Lee, J. Y., Bak, G., Han, M., & Kim, H. (2012). Quality of roof-harvested rainwater – Comparison of different roofing materials. *Environmental Pollution, 162*, 422–429. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.11.029

Neibaur, E. E., & Anderson, E. P. (2016). An examination of factors affecting sustainability of domestic rainwater harvesting systems in a rural, semi-arid region of Mexico. *Water Supply, 16*(5), 1388–1397. https://doi.org/10.2166/ws.2016.066

Rozemeijer, J., Jordan, P., Hooijboer, A., Kronvang, B., Glendell, M., Hensley, R., Rinke, K., Stutter, M., Bieroza, M., Turner, R., Mellander, P. E., Thorburn, P., Cassidy, R., Appels, J., Ouwerkerk, K., & Rode, M. (2025). Best practice in high-frequency water quality monitoring for improved management and assessment: A novel decision workflow. *Environmental Monitoring and Assessment, 197*(4), Article 353. https://doi.org/10.1007/s10661-025-13795-z

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022, 11 de marzo). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Salud. (2022, 2 de mayo). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua*. Diario Oficial de la Federación.

Toosi, A. S., Daneshmand, H., Ferreira Gomes, H. P., Goharian, E., Bilan, S., & Jaafar, O. (2020). Assessment of climate change impacts on urban rainwater harvesting systems. *Science of the Total Environment, 709*, 136288. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136288

Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering, 164*, 31–48. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007

UNESCO World Water Assessment Programme. (2024). *The United Nations world water development report 2024: Water for prosperity and peace*. UNESCO.

UN-Water. (2024). *Summary progress update 2024: SDG 6 – Water and sanitation for all*. United Nations.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Ward, S., Memon, F. A., & Butler, D. (2012). Performance of a large building rainwater harvesting system. *Water Research, 46*(16), 5127–5134. https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.06.043

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Sistema automatizado para la producción sostenible de P*leurotus* sp.

Automated system for the sustainable production of P*leurotus* sp.

María Teresa Torres Mancera
Depto. Ingeniería Química. TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
http://orcid.org/0000-0002-4517-4456
teresa@tesco.edu.mx
Nancy Elizabeth Velázquez Salinas
Depto. Ingeniería en Mecatrónica. TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
http://orcid.org/0009-0003-6558-8909
nancy_mct@tesco.edu.mx
Nohemí Casiano-Sánchez
Depto. Ingeniería Química. TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
https://orcid.org/0009-0005-5848-6685
nohemi.iqu@tesco.edu.mx
Rogel Fernando Retes-Mantilla
Depto. Ingeniería Industrial. TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco
http://orcid.org/0000-0003-2826-8060
retes@tesco.edu.mx

RESUMEN

El cultivo de *Pleurotus* sp. ofrece una alternativa para aprovechar residuos lignocelulósicos generados por la actividad agrícola y, al mismo tiempo, obtener un alimento de interés nutricional. En comunidades rurales, una de las dificultades para mantener la producción es el seguimiento de variables como temperatura, humedad y concentración de CO_2, particularmente cuando el manejo se realiza de forma manual. A partir de esta problemática, el presente trabajo tuvo como objetivo diseñar una arquitectura tecnológica para el monitoreo de las condiciones de producción de *Pleurotus* sp. en Temascalapa, Estado de México. La propuesta integra sensores ambientales, un microcontrolador ESP32, comunicación LoRa, una plataforma para la visualización de datos y alimentación mediante energía fotovoltaica. El desarrollo incluyó el diagnóstico del área de estudio, la identificación de los requerimientos del cultivo, la selección de los componentes electrónicos y el diseño de la arquitectura IoT. Como antecedente experimental se realizaron cultivos en recipientes de 20 L utilizando residuos lignocelulósicos de la región, con una producción aproximada de 3 kg de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

hongo fresco por unidad. Estas pruebas se efectuaron antes de incorporar la automatización y permitieron identificar variables relevantes para el diseño del sistema de monitoreo. La propuesta obtenida constituye una primera etapa del desarrollo tecnológico; su integración física y validación durante ciclos completos de producción corresponden a etapas posteriores del proyecto.

Palabras clave: Producción sostenible; Hongos comestibles; Internet de las Cosas; Economía circular; Transferencia tecnológica.

ABSTRACT

The cultivation of Pleurotus sp. offers an alternative to take advantage of lignocellulosic residues generated by agricultural activity and, at the same time, obtain a food of nutritional interest. In rural communities, one of the difficulties in maintaining production is the monitoring of variables such as temperature, humidity and CO_2 concentration, particularly when handling is carried out manually. Based on this problem, the present work aimed to design a technological architecture for the monitoring of the production conditions of Pleurotus sp. in Temascalapa, State of Mexico. The proposal integrates environmental sensors, an ESP32 microcontroller, LoRa communication, a platform for data visualization and power supply through photovoltaic energy. The development included the diagnosis of the study area, the identification of the crop requirements, the selection of electronic components and the design of the IoT architecture. As an experimental background, cultures were carried out in 20 L containers using lignocellulosic residues from the region, with an approximate production of 3 kg of fresh mushroom per unit. These tests were carried out before incorporating automation and allowed the identification of relevant variables for the design of the monitoring system. The proposal obtained constitutes a first stage of technological development; its physical integration and validation during complete production cycles correspond to later stages of the project.

Keywords: Sustainable production; Edible mushrooms; Internet of Things; Circular economy; Technology transfer.

INTRODUCCIÓN

La producción de hongos comestibles constituye una alternativa para aprovechar materiales residuales de origen agrícola y obtener productos destinados a la alimentación. Esta característica adquiere relevancia ante la necesidad de desarrollar procesos productivos que utilicen con mayor eficiencia los recursos disponibles y reduzcan la generación de residuos. En particular, diversos subproductos lignocelulósicos pueden emplearse como materia prima para el cultivo de hongos, con lo que materiales de bajo valor económico se incorporan nuevamente a una cadena productiva (Royse et al., 2017; Grimm & Wösten, 2018; Sánchez, 2019).

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Entre los hongos comestibles cultivados, *Pleurotus* presenta características que facilitan su producción sobre materiales lignocelulósicos. Como sustratos pueden utilizarse diferentes residuos agrícolas, entre ellos paja de trigo, rastrojo de maíz, bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz y aserrín. El aprovechamiento de estos materiales permite disponer de subproductos generados por otras actividades agrícolas y utilizarlos para la obtención de biomasa fúngica. A ello se suma el interés alimentario de *Pleurotus* por su contenido de proteínas, fibra, vitaminas, minerales y diferentes compuestos bioactivos.

El empleo de residuos agrícolas como sustrato para el cultivo de *Pleurotus* permite dar un segundo uso a materiales generados durante las actividades agrícolas. Después de la producción del hongo, el sustrato remanente todavía puede destinarse a otros usos, entre ellos la elaboración de composta, el acondicionamiento del suelo o su empleo como biofertilizante. De esta manera, el cultivo puede incorporarse a estrategias de aprovechamiento de materiales compatibles con los principios de la economía circular (Geissdoerfer et al., 2020; Finimundy et al., 2023).

La producción de *Pleurotus* requiere mantener condiciones ambientales adecuadas durante el crecimiento del micelio y la formación de los cuerpos fructíferos. La temperatura, humedad relativa, humedad del sustrato, concentración de CO_2 e iluminación son variables que deben vigilarse durante el proceso. Cuando su seguimiento y regulación dependen de actividades manuales, mantener condiciones uniformes durante el cultivo resulta más complejo. Por ello, el monitoreo de estas variables constituye un aspecto relevante para disminuir la variabilidad del proceso y favorecer condiciones adecuadas de producción (Royse et al., 2017; Sánchez, 2019).

En los últimos años, la Agricultura 4.0 ha promovido la incorporación de tecnologías digitales para optimizar la producción agrícola mediante el uso de redes de comunicación, sensores, plataformas de monitoreo y sistemas de control automático. Particularmente, el Internet de las Cosas (IoT) ha permitido desarrollar sistemas capaces de adquirir información sobre las condiciones de cultivo en tiempo real, procesar los datos y ejecutar acciones automáticas que mantienen las variables dentro de rangos previamente establecidos.

Estas tecnologías han demostrado reducir pérdidas de producción, mejorar la eficiencia en el uso del agua, la energía y ayudar en la toma de decisiones a partir de datos objetivos (Wolfert et al., 2017).

La aplicación de tecnologías IoT al cultivo de hongos ha mostrado resultados prometedores en sistemas de producción altamente tecnificados; sin embargo, la mayoría de los desarrollos reportados corresponden a instalaciones industriales ubicadas principalmente en Asia y Europa. Aunque se han desarrollado diferentes aplicaciones tecnológicas para el monitoreo agrícola, todavía es necesario explorar alternativas que puedan adaptarse a la producción de hongos en zonas rurales. En este trabajo se plantea integrar el monitoreo de las condiciones ambientales del cultivo, la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

transmisión inalámbrica de los datos y el suministro de energía fotovoltaica en un sistema orientado a la producción de *Pleurotus* sp. La propuesta considera además el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos disponibles en la región, con la finalidad de relacionar el desarrollo tecnológico con las condiciones y recursos presentes en el área de estudio.

En Temascalapa, Estado de México, la actividad agrícola constituye una fuente de residuos vegetales que pueden considerarse para la preparación de sustratos destinados al cultivo de *Pleurotus* sp. El aprovechamiento de estos materiales ofrece una alternativa para incorporarlos a un proceso productivo en lugar de mantenerlos como residuos de la actividad agrícola. En este contexto, se identificó también la necesidad de contar con herramientas que faciliten el seguimiento de las condiciones ambientales del cultivo. A partir de estas necesidades se planteó el desarrollo de un sistema que permita registrar las principales variables ambientales y que pueda adaptarse gradualmente a las condiciones de producción de la zona. La integración de sensores, dispositivos IoT, sistemas fotovoltaicos y conexión inalámbrica representa una alternativa viable para incrementar la eficiencia productiva y favorecer la transferencia tecnológica hacia comunidades rurales.

En este contexto, el objetivo del trabajo fue diseñar y desarrollar un sistema automatizado para la producción sostenible de *Pleurotus* sp. mediante el monitoreo de variables ambientales, a partir de la integración de sensores, tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), comunicación inalámbrica, una plataforma digital para la adquisición y visualización de datos en tiempo real y un sistema fotovoltaico para el suministro energético. La propuesta busca proporcionar una arquitectura tecnológica de bajo costo que contribuya a optimizar el proceso de producción, fortalecer el aprovechamiento de residuos agrícolas y promover la aplicación de tecnologías de agricultura inteligente en comunidades rurales.

METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El proyecto se está desarrollando en Temascalapa, municipio de Estado de México, que presenta actividad agrícola basada principalmente en el cultivo de maíz, cebada y avena, actividades que generan cantidades considerables de residuos lignocelulósicos susceptibles de emplearse como sustrato para la producción de *Pleurotus* sp. La selección del sitio respondió a la disponibilidad de biomasa agrícola, el interés por incorporar tecnologías sostenibles y el potencial para transferir la innovación hacia comunidades rurales (Tabla 1).

El desarrollo tecnológico se enfocó en el diseño de un sistema inteligente para el monitoreo ambiental del cultivo, considerando las condiciones productivas de la región y la futura implementación de un invernadero automatizado.

Tabla 1.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Características generales del área de estudio

Característica	Descripción
Municipio	Temascalapa
Estado	Estado de México
Clima	Templado subhúmedo
Actividad predominante	Agricultura
Principales cultivos	Maíz, cebada y avena
Residuos disponibles	Rastrojo de maíz, paja de cereales y residuos vegetales

2.2 Diseño de la investigación

El estudio se considera aplicado, con enfoque cuantitativo y de desarrollo tecnológico, orientado al diseño de un sistema automatizado para la producción de *Pleurotus* sp. mediante la integración de sensores ambientales, dispositivos IoT, conexión inalámbrica y energía fotovoltaica.

La metodología comprendió seis etapas principales: i) diagnóstico del área de estudio; ii) definición de los requerimientos del sistema; iii) selección de sensores y componentes electrónicos; iv) diseño de la arquitectura IoT; v) integración del sistema energético y de comunicación; y vi) desarrollo de la estrategia de implementación y validación preliminar.

2.3 Diseño del sistema automatizado

El sistema automatizado fue concebido como una plataforma modular integrada por cinco componentes principales: comunicación, adquisición de datos, procesamiento, visualización y alimentación energética.

Las variables ambientales fueron registradas mediante sensores electrónicos conectados a un microcontrolador ESP32, seleccionado por su capacidad de procesamiento, conectividad integrada, bajo consumo energético y compatibilidad con múltiples protocolos de comunicación. La información adquirida fue procesada localmente y transmitida mediante tecnología LoRa, permitiendo el monitoreo remoto de las condiciones ambientales del cultivo.

Los datos se enviaron a una plataforma de monitoreo para su almacenamiento y visualización en tiempo real mediante un tablero digital, facilitando el seguimiento del comportamiento del sistema y proporcionando la base para futuras estrategias de control automático.

La arquitectura fue diseñada bajo un esquema modular que permite incorporar nuevos sensores, actuadores y algoritmos de control sin alterar del sistema la estructura principal (Tabla 2).

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Tabla 2.

Componentes principales del sistema

Componente	Modelo	Función
Microcontrolador	ESP32	Procesamiento de datos
Sensor ambiental	DHT22	Temperatura y humedad relativa
Sensor de humedad	Capacitivo	Humedad del sustrato
Sensor de CO_2	MH-Z19B	Monitoreo de ventilación
Sensor de iluminación	BH1750	Intensidad luminosa
Comunicación	LoRa	Transmisión de datos
Plataforma	Dashboard IoT	Visualización de información
Alimentación	Sistema fotovoltaico	Suministro energético

2.4 Variables monitoreadas y sistema de comunicación

El sistema fue diseñado para monitorear las variables ambientales que presentan mayor influencia sobre el crecimiento y fructificación de *Pleurotus* sp.: temperatura del aire, humedad relativa, humedad del sustrato, concentración de dióxido de carbono (CO_2) e intensidad luminosa (Tabla 3).

Los sensores realizan mediciones periódicas que son adquiridas por el ESP32, procesadas localmente y transmitidas mediante tecnología LoRa hacia una plataforma de almacenamiento y visualización de datos. Esta arquitectura permite generar un registro histórico del comportamiento ambiental y constituye la base para la futura automatización del control del microclima del invernadero.

Tabla 3.

Variables monitoreadas durante el diseño del sistema

Variable	Rango de diseño	Sensor
Temperatura	18–28 °C	DHT22
Humedad relativa	80–95 %	DHT22
Humedad del sustrato	60–70 %	Capacitivo
CO_2	<1000 ppm	MH-Z19B
Iluminación	300–700 lux	BH1750

2.5 Sistema de alimentación fotovoltaica

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Para reducir la dependencia de la red eléctrica se consideró una fuente de alimentación fotovoltaica. El diseño preliminar tomó como referencia los requerimientos energéticos del ESP32, los sensores y el módulo de comunicación. El esquema contempla un panel fotovoltaico, un controlador de carga, una batería y reguladores de voltaje. Esta configuración se propuso para suministrar energía a los componentes del sistema de monitoreo y permitir posteriormente el ajuste de la capacidad instalada en función de los dispositivos que se incorporen al invernadero.

La arquitectura energética fue diseñada para permitir el funcionamiento continuo del sistema en comunidades rurales, facilitando su escalamiento conforme aumente el número de dispositivos conectados.

2.6 Producción preliminar de *Pleurotus* sp. e integración del sistema

Como parte del desarrollo del proyecto se realizaron pruebas preliminares de producción de *Pleurotus* sp. utilizando residuos agrícolas lignocelulósicos disponibles en la región. Los cultivos se establecieron en recipientes plásticos de 20 L, obteniéndose un rendimiento aproximado de 3 kg de hongo fresco por unidad de producción, resultado que confirmó la factibilidad del aprovechamiento de estos residuos como sustrato de cultivo.

La experiencia obtenida permitió definir las variables ambientales críticas que posteriormente fueron incorporadas al diseño del sistema automatizado.

La arquitectura tecnológica desarrollada integra los módulos de adquisición de datos, procesamiento, comunicación inalámbrica, monitoreo remoto y alimentación fotovoltaica en una plataforma escalable y de bajo costo, diseñada para facilitar su implementación en pequeñas unidades de producción rural. En la presente investigación se reporta el diseño y la integración conceptual del sistema, mientras que la validación operativa en condiciones reales constituye la siguiente etapa del proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Requerimientos tecnológicos para el sistema automatizado

El diagnóstico realizado en Temascalapa permitió reconocer elementos de la actividad agrícola local que pueden vincularse con la producción de *Pleurotus* sp. Entre ellos se encuentra la disponibilidad de residuos lignocelulósicos provenientes principalmente del cultivo de maíz y cereales. Materiales como el rastrojo y la paja presentan características que permiten considerar su aprovechamiento como sustratos para el cultivo del hongo. A partir de esta disponibilidad y de las necesidades identificadas para el seguimiento de las condiciones de cultivo, se planteó el desarrollo de un sistema de monitoreo adaptado a las características del proyecto.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

El seguimiento de las condiciones ambientales constituye un aspecto relevante durante la producción de *Pleurotus* sp., especialmente cuando variables como temperatura, humedad relativa y ventilación se supervisan de manera manual. Las variaciones de estas condiciones durante el desarrollo del cultivo pueden dificultar el mantenimiento de un ambiente uniforme y repercutir en el crecimiento de los cuerpos fructíferos. Este comportamiento ha sido señalado también por Royse et al. (2017) y Sánchez (2019), quienes destacan la importancia de mantener condiciones ambientales apropiadas durante las diferentes etapas del cultivo.

Con la información obtenida durante el diagnóstico y considerando los requerimientos del cultivo de *Pleurotus* sp., se definieron las características técnicas del sistema propuesto. Para el monitoreo se seleccionaron cinco variables: temperatura, humedad relativa, humedad del sustrato, concentración de CO_2 e intensidad luminosa. También se consideraron como criterios de diseño la transmisión inalámbrica de los datos, el bajo consumo de energía y la posibilidad de incorporar posteriormente actuadores para regular las condiciones ambientales del área de producción.

La definición de estos requerimientos constituye uno de los principales resultados del presente trabajo, ya que permitió establecer una arquitectura tecnológica orientada a resolver necesidades reales del proceso productivo, priorizando el empleo de componentes de bajo costo, tecnologías abiertas y sistemas fácilmente escalables. Este enfoque difiere de numerosos desarrollos reportados en la literatura, donde las soluciones tecnológicas están dirigidas a instalaciones industriales con elevados costos de implementación, limitando su adopción por pequeños productores (Tabla 4).

Tabla 4.

Requerimientos identificados para el sistema automatizado

Necesidad identificada	Solución propuesta
Monitoreo continuo de temperatura y humedad	Sensor DHT22
Control de humedad del sustrato	Sensor capacitivo
Monitoreo de CO_2	Sensor MH-Z19B
Medición de iluminación	Sensor BH1750
Comunicación remota	Tecnología LoRa
Operación autónoma	Sistema fotovoltaico
Visualización de datos	Dashboard IoT

Los requerimientos definidos muestran que la automatización del cultivo no depende exclusivamente de la incorporación de sensores, sino de la integración de una arquitectura tecnológica capaz de adquirir, transmitir, almacenar y visualizar información de manera continua. Bajo esta perspectiva, la propuesta desarrollada constituye una plataforma escalable que puede

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

adaptarse a diferentes condiciones de producción rural y ampliarse posteriormente mediante la incorporación de actuadores, algoritmos de control e inteligencia artificial.

3.2 Arquitectura del sistema IoT

A partir de los requerimientos establecidos se diseñó una arquitectura IoT organizada en cinco niveles: adquisición, procesamiento, comunicación, almacenamiento y visualización de datos. Esta distribución establece la función de cada componente y la forma en que la información se desplaza desde los sensores hasta la plataforma de visualización. El esquema modular se eligió para permitir que los componentes puedan incorporarse o sustituirse conforme avance la implementación del sistema.

En el primer nivel de la arquitectura se ubicaron los sensores seleccionados para registrar las variables ambientales del cultivo. Las señales obtenidas serán recibidas por el microcontrolador ESP32, encargado del procesamiento de los datos y de su preparación para la transmisión mediante LoRa. La información se enviará posteriormente a la plataforma de monitoreo, donde podrá almacenarse y consultarse mediante un tablero digital.

Esta organización permitirá disponer de registros de las condiciones ambientales una vez que el sistema sea integrado y evaluado en el invernadero.

El sistema se diseñó con una estructura modular para facilitar la incorporación posterior de otros sensores y dispositivos de control. Esta decisión permitirá realizar ajustes conforme avance el proyecto, sin tener que modificar en su totalidad la arquitectura inicialmente planteada. En una primera etapa, el sistema estará orientado al registro y seguimiento de las variables ambientales seleccionadas para el cultivo de *Pleurotus* sp. Los datos obtenidos durante su funcionamiento servirán para conocer el comportamiento de estas variables y, posteriormente, podrán utilizarse para establecer estrategias de control.

La propuesta considera las condiciones de una unidad rural de producción de hongos, por lo que se seleccionaron componentes que pueden funcionar de manera conjunta con comunicación inalámbrica de largo alcance y alimentación fotovoltaica. También se consideró el uso de tecnologías de código abierto para facilitar futuras modificaciones del sistema. A diferencia de otras aplicaciones de IoT dirigidas al monitoreo de cultivos agrícolas convencionales, en este trabajo la arquitectura se planteó a partir de las variables requeridas para el cultivo de *Pleurotus* sp. y de las condiciones previstas para su instalación en Temascalapa, Estado de México.

En esta fase del proyecto todavía no se contempla el control automático de las condiciones ambientales. Primero será necesario instalar el sistema y evaluar el funcionamiento de los sensores y la transmisión de los datos durante el cultivo. Después de esta validación podrán incorporarse actuadores para ventilación, humidificación, iluminación y regulación de la temperatura. Los

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

registros obtenidos en esta etapa también podrán utilizarse posteriormente para analizar la incorporación de algoritmos de control.

3.3 Selección y evaluación de los componentes electrónicos

El desempeño de un sistema IoT para aplicaciones agrícolas depende en gran medida de la selección adecuada de los dispositivos electrónicos que conforman la plataforma de monitoreo. En este trabajo, la elección de cada componente se realizó considerando consumo energético, criterios de precisión, facilidad de integración, disponibilidad comercial, costo y compatibilidad con tecnologías de código abierto.

Como unidad de procesamiento se seleccionó el ESP32 por las características requeridas para la integración de los sensores y módulos considerados en el sistema. El dispositivo dispone de conectividad Wi-Fi y Bluetooth, un procesador de doble núcleo de hasta 240 MHz y diferentes interfaces de comunicación, entre ellas UART, SPI e I²C. Estas prestaciones permiten conectar los sensores contemplados en la arquitectura y ofrecen alternativas para incorporar otros dispositivos durante etapas posteriores del proyecto

En comparación con plataformas ampliamente utilizadas como Arduino Uno y Raspberry Pi, el ESP32 presenta ventajas importantes para aplicaciones agrícolas de pequeña escala (Tabla 5).

Arduino Uno ofrece una programación sencilla y amplia disponibilidad de bibliotecas; sin embargo, requiere módulos externos para la comunicación inalámbrica y posee menor capacidad de procesamiento. Por su parte, Raspberry Pi dispone de mayor capacidad computacional, pero presenta un mayor consumo energético y un costo superior, lo que limita su implementación en sistemas alimentados mediante energía fotovoltaica. En consecuencia, el ESP32 representa un equilibrio entre capacidad de procesamiento, consumo energético y costo, aspectos fundamentales para el desarrollo de tecnologías dirigidas a comunidades rurales.

Para el sistema propuesto se seleccionó el ESP32 debido a que sus características permiten conectar los sensores considerados para el monitoreo y realizar el procesamiento de los datos obtenidos durante el cultivo. Además, su conectividad y bajo consumo energético resultan adecuados para la arquitectura planteada en este trabajo. El uso de dispositivos con estas características se relaciona con lo señalado por Wolfert et al. respecto a la incorporación de tecnologías para recopilar, procesar y comunicar datos en aplicaciones agrícolas. De manera similar, Bhattacharjee y Roy resaltan la importancia de considerar soluciones tecnológicas accesibles cuando se trabaja con sistemas agrícolas de pequeña escala. En el caso de este proyecto, estas características se tomaron en cuenta para diseñar una arquitectura que pueda ampliarse posteriormente mediante la incorporación de otros sensores y dispositivos de control.

Tabla 5.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Comparación de plataformas de procesamiento para sistemas IoT agrícolas

Característica	Arduino Uno	ESP32 (Sistema propuesto)	Raspberry Pi 4
Frecuencia de procesamiento	16 MHz	240 MHz	1.5 GHz
Wi-Fi integrado	No	Sí	Sí
Bluetooth	No	Sí	Sí
Consumo energético	Bajo	Bajo	Alto
Costo relativo	Bajo	Medio	Alto
Adecuado para energía fotovoltaica	Sí	Sí	Limitado
Aplicación en el sistema propuesto	No seleccionado	Seleccionado	No seleccionado

Para registrar la temperatura y la humedad relativa se seleccionó el sensor DHT22, cuyas características de medición se ajustan a las condiciones consideradas para el cultivo de *Pleurotus* sp. En el caso de la humedad del sustrato se eligió un sensor capacitivo, principalmente porque su funcionamiento evita el contacto eléctrico directo entre los electrodos y el medio húmedo, característica conveniente para las condiciones en las que será utilizado.

Para medir la concentración de CO_2 se seleccionó el sensor MH-Z19B y, para el registro de la intensidad luminosa, el sensor BH1750. Ambos dispositivos se consideraron por su compatibilidad con la arquitectura propuesta y por la posibilidad de integrarlos con el ESP32. En particular, el BH1750 utiliza comunicación I^2C, lo que facilita su incorporación al conjunto de sensores previsto para el sistema.

Con esta selección se podrán registrar cuatro aspectos del ambiente de cultivo: temperatura y humedad relativa del aire, concentración de CO_2 e intensidad luminosa, además de la humedad del sustrato mediante el sensor capacitivo.

Para la transmisión inalámbrica de los datos se seleccionó la tecnología LoRa, considerando principalmente su alcance de comunicación y su bajo consumo energético. Estas características resultan de interés para el sistema propuesto, ya que los sensores deberán enviar periódicamente las mediciones obtenidas durante el cultivo sin requerir una conexión Wi-Fi permanente. A diferencia de Wi-Fi y Bluetooth, la elección de LoRa responde a la necesidad de comunicar los dispositivos a distancias mayores dentro del área donde será instalado el sistema. Su integración con el ESP32 y los sensores seleccionados permitió establecer el esquema de comunicación de la arquitectura propuesta. Además, el diseño mantiene la posibilidad de incorporar posteriormente otros dispositivos de monitoreo o control conforme se amplíen las funciones del sistema.

3.4 Diseño del sistema fotovoltaico

Como parte de la arquitectura se consideró un sistema de alimentación fotovoltaica para suministrar energía a los componentes electrónicos. Su incorporación responde a la intención de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

reducir la dependencia de una conexión permanente a la red eléctrica y contar con una alternativa de suministro para la futura instalación del sistema. En esta etapa se definieron los componentes principales del arreglo energético, mientras que su desempeño deberá verificarse cuando se realice la integración física de la plataforma.

Para definir la alimentación eléctrica del sistema se tomó como referencia el consumo esperado del ESP32, los sensores y el módulo de comunicación LoRa. Con base en estos requerimientos se propuso un arreglo fotovoltaico compuesto por un panel solar, un controlador de carga, una batería y un regulador DC-DC, cuyos componentes se presentan en la Tabla 6. Esta configuración corresponde a una primera aproximación, ya que la capacidad requerida deberá ajustarse una vez que el sistema esté integrado y sea posible medir el consumo de energía durante su funcionamiento.

Tabla 6.

Componentes del sistema de alimentación fotovoltaica

Componente	**Función dentro del sistema**
Panel fotovoltaico	Generación de energía eléctrica
Controlador de carga	Regulación del proceso de carga
Batería	Almacenamiento de energía
Regulador DC-DC	Estabilización del voltaje
Sistema IoT	Consumo de energía

La incorporación de energía fotovoltaica se consideró como una alternativa para suministrar electricidad a los componentes electrónicos del sistema de monitoreo. Su uso permitiría disminuir la dependencia de una conexión permanente a la red eléctrica, aspecto relevante para la instalación prevista en la zona de estudio. En esta etapa, el sistema fotovoltaico forma parte del diseño tecnológico de la propuesta; por ello, será necesario evaluar su funcionamiento una vez que el ESP32, los sensores y el módulo de comunicación LoRa operen de manera conjunta. Esta evaluación permitirá determinar si la energía generada y almacenada es suficiente para mantener el funcionamiento del sistema durante los periodos previstos de monitoreo.

Además, de acuerdo al punto de vista tecnológico, el diseño energético también favorece la escalabilidad del sistema. La arquitectura permite incrementar la capacidad instalada mediante la incorporación de paneles y baterías adicionales conforme aumente el número de sensores o actuadores integrados al invernadero, sin requerir modificaciones sustanciales en el diseño electrónico.

3.5 Producción preliminar de *Pleurotus* sp. y aportaciones del sistema

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Como parte del desarrollo del proyecto se realizaron pruebas preliminares de producción de *Pleurotus* sp. utilizando residuos agrícolas disponibles en la región de estudio. Los cultivos se establecieron en recipientes plásticos con capacidad de 20 L, empleando sustratos lignocelulósicos previamente acondicionados e inoculados con semilla comercial.

Durante las pruebas preliminares realizadas con *Pleurotus* sp. se obtuvo aproximadamente 3 kg de hongo fresco en cada recipiente de 20 L. Estos ensayos se llevaron a cabo antes de integrar el sistema de monitoreo, por lo que el rendimiento registrado corresponde al manejo empleado en esta etapa y no al efecto de la automatización. Durante el seguimiento del cultivo se observó la necesidad de vigilar con mayor regularidad las condiciones ambientales, especialmente la temperatura y la humedad relativa. Esta experiencia permitió definir las variables que posteriormente se incorporaron al diseño de la plataforma IoT.

A partir de lo observado en estas pruebas, el sistema se planteó para registrar periódicamente las condiciones del área de cultivo y disponer de información que facilite su seguimiento. En esta fase todavía no es posible determinar si el uso de la plataforma producirá cambios en el rendimiento o en las características de los cuerpos fructíferos, debido a que la arquitectura propuesta aún debe evaluarse durante su operación. En la siguiente etapa se realizarán ciclos de cultivo con el sistema instalado para relacionar los registros ambientales con la producción obtenida y evaluar su funcionamiento en condiciones de trabajo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se definió la arquitectura de un sistema para el monitoreo de las condiciones ambientales durante el cultivo de *Pleurotus* sp. La selección de sus componentes se realizó a partir de las variables que requieren seguimiento durante el proceso y de las condiciones consideradas para su futura instalación en Temascalapa, Estado de México. La propuesta integra sensores para registrar temperatura, humedad relativa, humedad del sustrato, concentración de CO_2 e intensidad luminosa, además de un microcontrolador ESP32, comunicación LoRa, una plataforma para visualizar los registros y un sistema de alimentación fotovoltaica. La organización modular permitirá incorporar otros dispositivos conforme avance la implementación y se identifiquen nuevos requerimientos de monitoreo o control.

Las pruebas de cultivo realizadas previamente permitieron obtener aproximadamente 3 kg de hongo fresco por cada recipiente de 20 L. En estos ensayos se utilizaron residuos lignocelulósicos disponibles en la región como sustrato para *Pleurotus* sp. Debido a que las pruebas se efectuaron antes de integrar el sistema automatizado, este rendimiento corresponde a la etapa preliminar del cultivo y no puede atribuirse al uso de la plataforma IoT. Sin embargo, la experiencia obtenida permitió

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

reconocer la necesidad de dar seguimiento a las condiciones ambientales y sirvió como referencia para seleccionar las variables incluidas en el sistema.

La propuesta desarrollada reúne en una misma arquitectura el monitoreo ambiental, la transmisión inalámbrica de datos mediante LoRa y la alimentación con energía fotovoltaica. Su diseño se planteó considerando una futura instalación en una unidad rural de producción de hongos y la posibilidad de ampliar progresivamente sus funciones. En esta etapa, el alcance del proyecto se concentra en el diseño del sistema y en la selección e integración de sus componentes, por lo que sus efectos sobre el rendimiento del cultivo, el consumo de recursos y las condiciones de producción deberán comprobarse experimentalmente.

La siguiente etapa del proyecto comprende la instalación de los componentes, su puesta en operación y la evaluación del sistema durante ciclos completos de cultivo. Los datos obtenidos permitirán relacionar las variaciones de temperatura, humedad, CO_2 e iluminación con el desarrollo de *Pleurotus* sp. y evaluar el funcionamiento del sistema fotovoltaico y de la comunicación LoRa. Posteriormente, y a partir de los registros obtenidos, podrá analizarse la incorporación de actuadores y algoritmos de control para regular determinadas condiciones del cultivo. Estas pruebas también permitirán establecer si la propuesta puede adaptarse a otras unidades de producción con características semejantes.

REFERENCIAS

Ahlawat, O. P., & Tewari, R. P. (2007). *Cultivation technology of oyster mushroom (Pleurotus spp.)*. National Research Centre for Mushroom.

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks, 54*(15), 2787–2805. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010

Bhattacharjee, S., & Roy, P. (2022). Smart agriculture using Internet of Things: A review. *Journal of Agriculture and Food Research, 10*, 100375. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100375

FAO. (2022). *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Grimm, D., & Wösten, H. A. B. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology, 102*(18), 7795–7803. https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8

Kaloxylos, A., Eigenmann, R., Teye, F., Politopoulou, Z., Wolfert, S., Shrank, C., Dillinger, M., Lampropoulou, I., Antoniou, E., Pesonen, L., Nicole, H., Thomas, F., Alonistioti, N., & Kormentzas, G. (2012). Farm management systems and the Future Internet era. *Computers and Electronics in Agriculture, 89*, 130–144. https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.09.002

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Kim, Y., Evans, R. G., & Iversen, W. M. (2008). Remote sensing and control of irrigation systems using wireless sensor networks. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 57*(7), 1379–1387. https://doi.org/10.1109/TIM.2007.914494

Magaña, A., Martínez-Carrera, D., & Morales, P. (2021). Cultivation of edible mushrooms as a strategy for sustainable rural development. *Journal of Fungi, 7*(10), 847. https://doi.org/10.3390/jof7100847

Martínez-Carrera, D., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M., Martínez, W., & Mayett, Y. (2016). The contribution of edible mushrooms to sustainable development. *International Journal of Medicinal Mushrooms, 18*(12), 1111–1123.

Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. En D. C. Zied & A. Pardo-Giménez (Eds.), *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications* (pp. 5–13). Wiley.

Sánchez, C. (2010). Cultivation of Pleurotus ostreatus and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology, 85*(5), 1321–1337. https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7

Sánchez, C. (2019). Fungal biology and biotechnology for edible mushroom production. *Applied Microbiology and Biotechnology, 103*(18), 7425–7437. https://doi.org/10.1007/s00253-019-10030-7

Sharma, V. P., Annepu, S. K., Gautam, Y., Singh, M., & Kamal, S. (2017). Status of mushroom production in the world. *Mushroom Research, 26*(2), 75–111.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big Data in smart farming: A review. *Agricultural Systems, 153*, 69–80. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023

Zhang, Y., Wang, G., Wang, D., & Liu, H. (2021). Internet of Things enabled smart agriculture: Technologies and applications. *IEEE Access, 9*, 122634–122654. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109990

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Del castigo a la restauración. Innovación tecnológica y nuevos paradigmas para la prevención de la reincidencia delictiva

From punishment to restoration. Technological innovation and new paradigms for the prevention of criminal recidivism

Dr. Rubén Escobedo Cabello
Universidad Autónoma del Estado de México
https://orcid.org/0000-0003-3732-6349
rbnescobedoc@gmail.com

RESUMEN

¿Por qué a pesar de las penas de prisión, los sistemas de vigilancia y los crecientes recursos destinados a la seguridad muchas personas vuelven a delinquir después de cumplir una condena? esta realidad ha llevado a cuestionar la eficacia de los modelos tradicionales de justicia penal y ha impulsado la búsqueda de enfoques más integrales para prevenir la reincidencia delictiva, la justicia retributiva ha predominado como mecanismo de respuesta al delito centrando sus esfuerzos en la sanción del infractor y el restablecimiento del orden jurídico, los índices de reincidencia sugieren que el castigo por sí solo no siempre logra modificar las condiciones que favorecen la repetición de conductas delictivas.La justicia restaurativa ha cobrado relevancia al proponer una visión orientada a la reparación del daño, la participación de las víctimas y la reconstrucción de los vínculos sociales afectados por el delito, este cambio de paradigma plantea interrogantes fundamentales sobre cuál de estos modelos ofrece mejores resultados para promover una reintegración efectiva y duradera.El desarrollo de tecnologías como la inteligencia artificial, el análisis predictivo de datos y los sistemas de monitoreo electrónico está transformando las estrategias de prevención y seguimiento de la reincidencia, aunque estas herramientas ofrecen nuevas oportunidades para identificar factores de riesgo y personalizar programas de intervención también generan preocupaciones relacionadas con la privacidad, los sesgos algorítmicos y la protección de los derechos fundamentales.En este trabajo se analizarán las diferencias entre la justicia retributiva y la justicia restaurativa así como el concepto de reintegración social sostenible del delincuente, con el fin de reflexionar sobre cómo la innovación

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

tecnológica y los nuevos enfoques de justicia pueden contribuir a una prevención más eficaz de la reincidencia delictiva.

Palabras clave: Justicia restaurativa, justicia retributiva, reincidencia delictiva, reintegración social sostenible e innovación tecnológica.

ABSTRACT

Why, despite prison sentences, surveillance systems, and increasing resources allocated to security, do many people reoffend after serving their sentence? This reality has led to questioning the effectiveness of traditional criminal justice models and has driven the search for more comprehensive approaches to prevent recidivism. Retributive justice has predominated as a response mechanism to crime, focusing its efforts on punishing the offender and restoring legal order. Recidivism rates suggest that punishment alone does not always manage to modify the conditions that favor the repetition of criminal behavior. Restorative justice has gained relevance by proposing a vision oriented towards repairing harm, victim participation, and rebuilding the social bonds affected by crime. This paradigm shift raises fundamental questions about which of these models offers better results in promoting effective and lasting reintegration. The development of technologies such as artificial intelligence, predictive data analytics, and electronic monitoring systems is transforming strategies for preventing and monitoring recidivism. Although these tools offer new opportunities to identify risk factors and personalize intervention programs, they also generate concerns related to privacy, algorithmic bias, and the protection of fundamental rights. This work will analyze the differences between retributive justice and restorative justice, as well as the concept of sustainable social reintegration of the offender, in order to reflect on how technological innovation and new approaches to justice can contribute to a more effective prevention of criminal recidivism.

Keywords: Restorative justice, retributive justice, criminal recidivism, sustainable social reintegration, and technological innovation.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en el sistema de justicia penal a nivel global es la reincidencia. Su tenacidad ha evidenciado las limitaciones de las políticas públicas que apuestan, en exclusiva, por la imposición de penas para prevenir el delito. Desde las antiguas civilizaciones, como el Imperio Romano, la privación de libertad fue utilizada como respuesta frente a las conductas reprobadas por el derecho, en concomitancia con penas de muerte o de mutilación. En el presente, es la respuesta más utilizada por Estados y provincias frente a la comisión de delitos. A diferencia de la privación de la libertad, la doctrina nos dice que el aumento en la severidad de la pena no garantiza

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

de por sí la disminución de la reincidencia, como tampoco asegura un efectivo éxito en su reinserción en la sociedad de los sujetos condenados. (Andrews y Bonta, 2017; Cullen y cols., 2018).

En las últimas décadas la criminología ha cambiado mucho gracias a los conocimientos que aportan las ciencias como la antropología, la biología, la economía, la neurociencia, la psicología. Esta perspectiva interdisciplinaria destaca que el comportamiento delictivo no puede explicarse únicamente a partir de características aisladas de los individuos o de la sociedad, sino que es el resultado de la interacción de muchos factores

Desde esta perspectiva, la medida para prevenir la reincidencia tiene que pasar por superar las respuestas rígidas y puramente punitivas e ir hacia modelos de intervención integrales. Los mismos deben considerar programas de educación y capacitación para el trabajo, atención psicológica, fortalecimiento de las redes familiares y comunitarias y mecanismos que faciliten el acceso al empleo y nuevas oportunidades una vez cumplida la pena. Para jóvenes y adolescentes en conflicto con la ley, las estrategias de segunda oportunidad adquieren una relevancia particular, dado que una intervención temprana puede ayudar a cambiar trayectorias de riesgo y a que no se consoliden carreras delictivas.

Este cambio de mirada, por su parte, está asociado al reclamo de que la dignidad humana sea principio básico en el trato con las personas en conflicto con la ley. Se ha ido produciendo una transformación progresiva en los modelos tradicionales de justicia penal, que no sólo contempla la sanción por el hecho delictivo que se cometió, sino que también permite a la persona asumirse responsable, reparar el daño y reconstruir su proyecto de vida.

En el ámbito internacional, esta evolución se plasmará en distintos instrumentos y normas cuyo fin es hacer un buen trato en condiciones dignas y respetuosas de los derechos humanos. Entre ellos la Naciones Unidas Reglas Mínimas para el Tratamiento de los Reclusos , las llamadas Reglas Mandela, así como el Maestro de Tokio y principios que tiene que ver con los programas de justicia restaurativa. Estos instrumentos han servido para la interiorización de una concepción del derecho penal en que la privación de libertad debe estar acompañada de condiciones y estrategias que favorezcan la reinserción y minimicen el riesgo de reincidencia.

En México, estos enunciados son apoyados por el marco constitucional y otras disposiciones jurídicas que tienen relación con el sistema penal y penitenciario, en particular, la Constitución, la Ley Nacional de Ejecución Penal y el Código Nacional de Procedimientos Penales.

La ley establece que la justicia no solo impone una sanción, sino que otorga un conjunto de condiciones para crear la reinserción de los sujetos privados de libertad.

El avance de tecnologías vinculadas al trabajo social puede dotar de mejores condiciones para crear estrategias eficientes de prevención del delito y de reducción de la reincidencia. El procesamiento y análisis de gran cantidad de información derivados del big data, el uso de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

herramientas de inteligencia artificial, el machine learning, la analítica predictiva y sistemas de evaluación de riesgo permiten identificar patrones sobre algunos features que facilitan la comprensión de determinadas conductas criminales. De ser utilizado responsablemente, podría ayudar en intervenciones más personalizadas y en el direccionamiento de recursos a lo específico de cada uno.

Los algoritmos que se emplean para evaluar riesgos o ayudar en la toma de decisiones pueden generar problemas de transparencia, protección de datos personales, privacidad, sesgos algorítmicos, desigualdad ante la ley, y otros problemas relacionados. El uso de la tecnología en el ámbito penal, debe ceñirse a los principios de legalidad, proporcionalidad, transparencia y supervisión humana, así como al respeto irrestricto de los derechos humanos.

Existen problemas estructurales que continúan ocurriendo en México y uno de ellos es la construcción de una política de reinserción social eficiente. Las condiciones de hacinamiento, o de falta de espacios adecuados en ciertas cárceles, no están acompañadas de programas especializados de tratamiento e intervención, por falta de medios o de insuficiencia, y de la dificultad para medir de manera homogénea la reincidencia. También inciden el insuficiente aprovechamiento de tecnologías para la gestión penitenciaria y el seguimiento de personas que recuperan la libertad.

Estas condiciones invitan a repensar las políticas criminales en un sentido preventivo, donde se unan la justicia restaurativa, la innovación tecnológica y el respeto por los derechos, a los efectos de hacer frente a la reincidencia. El debate no radica en sustituir la respuesta penal por la tecnología; significa que la tecnología también puede contribuir o puede mejorar de manera positiva la prevención, la intervención y el acompañamiento de las personas durante y después de cumplir penas.

En este marco, el objetivo del trabajo es analizar la transición de un modelo de justicia de "castigo" hacia uno restaurativo y preventivo; e incluir las posibilidades de que la innovación tecnológica sirva para un abordaje a la reincidencia delictiva. Con este objetivo, se examinan los principios fundamentales de la criminología actual, el marco normativo nacional y la información estadística disponible sobre el sistema penitenciario mexicano.

Asimismo, se estudian las potencialidades de las nuevas tecnologías para que se vea reforzado el proceso de reinserción y reintegración social de las personas condenadas, en especial a partir de la utilización de la identificación de factores de riesgo, la individualización de las intervenciones y el seguimiento posterior al cumplimiento de la pena. El objetivo la investigación es contribuir al debate sobre la posibilidad de edificar un proceso penal que tenga consecuencias sobre el delincuente y que no sólo castigue el delito sino que también prevenga la reincidencia, propicie la reinserción social y, en todo momento, asegure la dignidad y los derechos humanos de los sujetos.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó desde una perspectiva cualitativa, a través de un diseño documental de tipo descriptivo y analítico-crítico. El objetivo fue estudiar la reincidencia delictiva desde tres ángulos complementarios: criminológico, jurídico y tecnológico. Desde esta perspectiva, se han examinado las transformaciones por las que ha pasado el modelo contemporáneo de justicia penal, sobre todo el paso de los enfoques predominantemente punitivos a modelos que incorporan la justicia restaurativa, la reinserción y la reintegración social, y el posible aprovechamiento de nuevas herramientas tecnológicas para fortalecer estos procesos.

Dentro de la metodología se elaboró un plan que permitió el ordenamiento de las diferentes etapas del estudio. Por tal motivo, se elaboró un cronograma donde se determinaron las actividades, los tiempos previstos para su desarrollo y las etapas de la investigación. Se hizo también una revisión del marco jurídico mexicano en materia de reincidencia, ejecución de penas y procesos de reinserción social. Entre las principales fuentes normativas consultadas se encuentran la Constitución, la Ley Nacional de Ejecución Penal y el Código Nacional de Procedimientos Penales.

El estudio también tomó en cuenta los principales factores de riesgo relacionados con la reincidencia delictiva. Se estudiaron modelos criminológicos basados en evidencia empírica para su análisis, en especial el modelo de Riesgo-Necesidad-Responsividad (RNR que se desarrolló por Andrews y Bonta. Este modelo permitió identificar elementos de riesgo y necesidades criminógenas que pueden ser tenidas en cuenta en el plan de estrategias de intervención orientadas a disminuir las posibilidades de reincidencia y favorecer procesos efectivos de reintegración social.

El componente empírico se sustentó en información estadística oficial, principalmente en datos publicados por el INEGI, en particular los procedentes de los censos nacionales relacionados con el sistema penitenciario. Se consultó, además, información institucional sobre las características de las penitenciarías, las condiciones de internamiento y los programas disponibles para favorecer su reinserción social, así como los servicios y mecanismos de apoyo posteriores a la liberación. El análisis de esta información permitió identificar tendencias, problemas estructurales y obstáculos que pueden limitar la efectividad de las políticas públicas orientadas a prevenir la reincidencia.

Para trabajar la información se realizó un análisis de información, mediante el cual se revisaron, clasificaron e interpretaron, documentos normativos, informes institucionales, publicaciones científicas y otras fuentes académicas y documentales vinculadas al objeto de estudio. A partir de esta revisión, se pusieron en marcha categorías analíticas que permitieron organizar la información en torno a los siguientes ejes: reincidencia delictiva; justicia restaurativa; reintegración social; prevención del delito; innovación tecnológica; inteligencia artificial; evaluación del riesgo y monitoreo penitenciario.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Esto ha llevado a una profunda reflexión que ha mejorado la calidad de la vida académica, lo cual coincide con el interés de los investigadores que han pasado por esta actividad. Se pretendió analizar en qué medida estas herramientas podrían asistir en la detección de factores criminógenos, en la evaluación individual del riesgo y en la adaptación de ciertas intervenciones.

Se analizó la opción de que esta tecnología pudiera estar presente en planes de reinserción social y en el seguimiento de personas luego de recuperar la libertad.

Sin embargo, no se ha hablado solamente de los beneficios que pueden traer estas tecnologías. Asimismo, se examinaron los riesgos y peligros que su uso puede conllevar en el ámbito penal, en particular, respecto a la protección de datos personales, la privacidad, la transparencia de los sistemas algorítmicos, sesgos en las herramientas de evaluación y el absoluto respeto a los derechos humanos. Respecto a lo anterior, la introducción de tecnología en el sistema de justicia penal, debe hacerse conforme a criterios de legalidad, transparencia, proporcionalidad, supervisión humana y garantía de los derechos humanos.

Se procedió a la triangulación de las fuentes, contrastando documentos jurídicos con estudios criminológicos, investigaciones académicas y estadísticas oficiales. Esta estrategia favoreció la consistencia del análisis y permitió obtener una visión más global del fenómeno. No se puede entender la reincidencia delictiva desde un ámbito meramente de seguridad pública, pero tampoco es posible considerarla el resultado de una decisión personal. Es un fenómeno complejo que se origina de múltiples factores como personales, familiares, sociales, económicos e institucionales.

Se necesita que la prevención de la reincidencia sea interdisciplinar y basada en evidencia. Las nuevas tecnologías pueden ser una oportunidad para potenciar la detección temprana de riesgos, mejorar la intervención y acompañar los procesos de reinserción social, siempre que su uso se encuentre subordinado al respeto de los derechos humanos. La innovación tecnológica, en esta línea, no debe ser reemplazo de la intervención humana, o un mecanismo de control automático, sino una herramienta que ayude a la creación de un sistema de justicia más preventivo, restaurativo. Así como también, orientado a la reintegración social efectiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. La reincidencia delictiva como problema criminológico

La comisión de nuevas conductas delictivas es un fenómeno complejo y una de las cuestiones más controvertidas de la criminología actual. Su importancia radica en que la reincidencia permite analizar la eficacia de los modelos de justicia y de los programas orientados a la reintegración y reinserción social, entre otros aspectos. En el derecho, la reincidencia es la circunstancia, en general, en que quien ha sido condenado antes por un delito vuelve a delinquir. Sin embargo, desde la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

perspectiva criminológica, este concepto se amplía, pues incluye el estudio de las condiciones sociales e individuales que pueden propiciar la continuidad de las conductas delictivas en el tiempo.

Beccaria fue uno de los primeros autores en cuestionar una concepción exclusivamente punitiva de la respuesta al delito Cesare Beccaria (2011). El castigo, para este autor, no debe ser un instrumento de venganza por parte del Estado, sino que su objetivo principal debe ser la prevención de nuevos delitos. Bajo este punto de vista, no es seguro que el endurecimiento de las sanciones conduzca a una menor delincuencia. Por eso, es fundamental que haya certeza en la aplicación de las sanciones y que las instituciones funcionen eficazmente, creando confianza en el cumplimiento y respeto de la ley.

Por su parte, Durkheim (2001) sostuvo que el crimen es un fenómeno normal en todas las sociedades, debido a que estas se encuentran en constante transformación y modificación de sus valores. Desde este punto de vista, la reincidencia no debería estudiarse sólo como resultado de una decisión individual, sino también en relación con el funcionamiento de los mecanismos de integración y cohesión social. Si esos mecanismos son débiles o insuficientes, pueden crearse condiciones que hagan difícil la inserción de determinadas personas en la vida social.

Más tarde, Edwin H. Sutherland (1992), desde su teoría de la asociación diferencial, propuso que la conducta delictiva puede ser aprendida por interacción con otras personas. De acuerdo con este planteamiento, una persona puede desarrollar conductas favorables al delito, cuando se encuentra expuesta continuamente a grupos, relaciones o contextos que legitiman esas conductas. En este sentido, la reincidencia puede estar relacionada con la permanencia de esos ambientes, sobre todo cuando los procesos de reinserción social no logran transformar las condiciones en que se desenvuelve la persona.

Andrews y Bonta (2017) explican la reincidencia desde la interacción de diversos factores de riesgo. Algunos son estáticos, como los antecedentes o las condenas penales previas, mientras que otros son dinámicos y pueden ser modificados a través de una intervención adecuada, tales como las actitudes antisociales, consumo de sustancias o las relaciones con personas vinculadas con actividades delictivas. Sobre la base de estos planteamientos se desarrolló el sistema de Riesgo-Necesidad-Responsividad (RNR), que es uno de los modelos más respaldados internacionalmente para la evaluación y el tratamiento del riesgo de reincidencia.

Por lo tanto, la reincidencia debe entenderse como un fenómeno complejo y multifactorial. No se puede reducir su explicación a los hechos o a las características individuales de la persona que reincide en la delincuencia. Por el contrario, requiere de una aproximación integral que considere las aportaciones de la criminología, la sociología, la psicología y el derecho, así como el papel que tienen las políticas públicas, las instituciones y las condiciones sociales.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

En la doctrina penal, se pueden encontrar distintas formas de clasificación de la reincidencia. Estas categorías permiten diferenciar la continuidad de las conductas delictivas y las características de las trayectorias criminales, lo cual puede contribuir al diseño de intervenciones diferenciadas. La reincidencia genérica tiene lugar cuando el nuevo delito es de distinta naturaleza del cometido con anterioridad. La reincidencia específica, por su parte, tiene lugar cuando la nueva conducta delictiva se corresponde con el mismo tipo o presenta características similares a las infracciones anteriores, lo que puede evidenciar cierta continuidad o especialización en la actividad delictiva (Mir Puig, 2020).

Desde la criminología empírica, David P. Farrington (2019) diferencia la reincidencia policial, judicial y penitenciaria. Se denomina reincidencia policial cuando una persona vuelve a tener contacto con las autoridades policiales por una nueva conducta delictiva; reincidencia judicial, cuando existe una nueva condena; y reincidencia penitenciaria, cuando una persona que ha recuperado su libertad vuelve a ingresar al sistema penitenciario.

Estas diferencias son importantes porque explican, en parte, por qué las tasas de reincidencia pueden variar mucho entre países y estudios. Los resultados dependen de la definición empleada y del indicador escogido para medir el fenómeno.

Según Maruna (2001), la reincidencia no debe entenderse simplemente como un hecho aislado, sino como parte de una trayectoria de vida. En su visión acerca del desistimiento, señala que las personas pueden ir abandonando las conductas delictivas. Este proceso puede verse favorecido cuando logran reconstruir su identidad social y establecer nuevos vínculos positivos, especialmente a través del empleo, las relaciones sociales y los procesos de reintegración.

Desde un análisis de vista crítico, el simple número de condenas puede dar una visión incompleta de la reincidencia, pues no refleja necesariamente todos los delitos cometidos. A este respecto, se debe tener en cuenta la llamada "cifra negra" de la delincuencia, es decir, aquellos hechos que no son denunciados, ni descubiertos, ni registrados por las instituciones. Asimismo, el acceso a la justicia no es homogéneo entre los distintos sectores de la población. Por ello, algunos autores han planteado la necesidad de utilizar medidas multidimensionales que incorporen variables relacionadas con la reintegración social y con las condiciones de vida de las personas tras cumplir una pena (Maruna, 2010; Farrington, 2019).

Hoy día la criminología admite que tanto el delito como la reincidencia son fenómenos multifactoriales. No hay una causa única que explique por qué una persona delinque o reincide en la delincuencia. Por el contrario, se cuenta con evidencia de que la reincidencia puede ser el resultado de la relación de factores individuales, familiares, comunitarios e institucionales.

A los factores individuales se integra el bajo autocontrol que puede relacionarse con una mayor tendencia hacia conductas impulsivas y delictivas. De igual manera, los procesos deficientes de socialización y la influencia de ciertos agentes socializadores pueden aumentar la exposición de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

un individuo a situaciones de riesgo. Estos factores, sumados a contextos sociales desfavorables, pueden incrementar las probabilidades de reincidencia.

Otra explicación relevante la ofrece la teoría general de la tensión propuesta por Agnew (1992). Así, las vivencias de frustración y las emociones negativas pueden estar vinculadas con situaciones como la pobreza, el desempleo, la discriminación y, más ampliamente, con la ausencia de oportunidades legítimas. Cuando el individuo se encuentra ante estas situaciones y carece de los recursos adecuados para hacerles frente, la conducta delictiva puede aparecer como una forma de responder a estas tensiones.

De igual forma, la teoría de la desorganización social desarrollada por Shaw y McKay (1942) y retomada posteriormente por Sampson, Raudenbush y Earls (1997) afirma que ciertas condiciones comunitarias pueden propiciar la delincuencia. La pobreza, la debilidad del control social informal y el deterioro de las instituciones pueden limitar la capacidad de la comunidad para prevenir conductas delictivas y favorecer procesos adecuados de integración social. En este sentido, ciertos entornos pueden llegar a convertirse en factores que incrementan la realización de un delito y el riesgo de reincidencia.

Según Andrews y Bonta (2017), existen diversas necesidades criminógenas centrales o factores que deben tenerse en cuenta cuando se trata de evaluar y atender el riesgo de reincidencia. Los principales son los antecedentes delictivos, los patrones de personalidad y conducta antisocial, las actitudes favorables al delito, las relaciones con personas vinculadas con actividades delictivas, los conflictos familiares y de pareja, las dificultades relacionadas con el empleo y la educación, así como el consumo de sustancias. Estos factores son particularmente importantes porque algunos de ellos pueden cambiarse mediante intervenciones apropiadas.

De ahí que, en la evaluación de la reincidencia, se consideren de forma conjunta tanto los elementos de riesgo como la posibilidad de intervenir sobre aquellos que son modificables. No se trata sólo de identificar quién tiene más riesgo, también se trata de analizar cuáles son sus necesidades criminógenas, y qué tipo de intervención puede reducir efectivamente.

A través de una mirada crítica, la creciente población carcelaria no es necesariamente un indicador de una eficaz política de seguridad pública. La prisión puede ser una respuesta que no tiene mucho sentido ante problemas como la pobreza, la desigualdad, la exclusión o falta de oportunidades. En ese sentido, el aumento de las penas o el crecimiento de la preventividad no garantizan, por sí sólo, una merma en la criminalidad o de la reincidencia.

De acuerdo a Michel Foucault (2002) la prisión a partir de su funcionamiento puede llegar a hablar de un etiquetado y exclusión social. En lugar de fomentar la reducción de la criminalidad, el sistema carcelario puede ayudar a fortalecer algunas identidades delincuenciales y obstaculizar la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

reinserción de las personas cuando recuperan su libertad. Desde este punto de vista, la prisión reproduce relaciones de poder y condiciones sociales que dificultan los procesos de reinserción social.

El éxito o el fracaso de la persona para no volver a cometer un delito no son un análisis suficiente para entender la reincidencia. Es fundamental que se evalúe, la efectividad de las políticas públicas, de los programas de reinserción social y de las condiciones sociales en que todas las personas desarrollan sus proyectos de vida. En el momento en que la persona cumple la pena y vuelve a encontrarse en un contexto de exclusión, desempleo, falta de oportunidades y ausencia de redes, se restringen sus posibilidades de construir otra trayectoria.

Desde aquí hay que avanzar hacia un nuevo paradigma de prevención de la reincidencia. Este modelo debe incorporar intervenciones criminológicas que tengan un basamento empírico, las que fomenten las posibilidades de reinserción social y los mecanismos de justicia restaurativa. La utilización responsable de herramientas tecnológicas puede contribuir, asimismo, al reconocimiento precoz de factores de riesgo, al acotamiento de los seguimientos de los procesos de reintegración y al fortalecimiento de los vínculos y la comunicación entre las instituciones y las personas que se proponen reconstruir su proyecto de vida.

En resumen, para evitar la reincidencia no es solo que una persona no delinca de nuevo. Involves creating social, family, educational and labor conditions so that real alternatives can be built against crime. De acuerdo a lo anterior, la respuesta criminológica debe trascender lo meramente punitivo para proyectarse hacia la prevención, la intervención basada en las evidencias, la justicia restaurativa y el fortalecimiento de los procesos de reinserción.

2. Del paradigma del castigo al paradigma restaurativo

La evolución de los sistemas de justicia penal, hace décadas, responde a un enfoque en el control social mediante el castigo. Este modelo, que se ha desplegado con gran éxito en otras esferas sociales, como escuelas y empresas, en busca de una mejor convivencia, comenzaría a ser cada vez más aplicado en el ámbito del crimen completo. En esto, pesa la revelación de que el aumento de penas y elaboraciones de política criminal que se sostiene en la conocida “mano dura”, no han logrado, por sí solos, reducir la criminalidad y las tasas de reincidencia de forma sostenida. Numerosos estudios muestran que los sistemas punitivos generan exclusión social, efectúan procesos de estigmatización y dificultan la reinserción de las personas sancionadas (Braithwaite, 1989; Cullen et al., 2018).

Según la criminología contemporánea, el delito no es solo una contravención a la norma jurídica, sino un quebrantamiento de las relaciones interpersonales y comunitarias que produce lesiones materiales, psicológicas y sociales.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

En este sentido, la justicia restaurativa se presenta como un modelo que busca reparar los daños causados y reconstruir las relaciones afectadas. El modelo restaurativo destaca el protagonismo de los afectados, es decir, de la víctima, del infractor y, cuando sea procedente, de la comunidad. Esto se da en contraposición al modelo retributivo (este último incluye la intervención del Estado por medio de una pena). La responsabilidad no se entiende solamente como el cumplimiento de una condena, en la actualidad, empieza a tener relación con la reparación y la reconstrucción de los vínculos sociales (Zehr, 2015).

Esta evidencia reconoce que es necesario fomentar la instauración de procesos restaurativos que satisfagan las necesidades de las víctimas, personas infractoras y comunidad, que intermediariamente, cuando sea posible, los mecanismos orientados a reparar el daño y a la participación de las partes (Naciones Unidas, 2002). Asimismo, las Reglas Nelson Mandela indican que uno de los fines fundamentales de los sistemas penitenciarios debe ser la socialización de los sujetos privadas de libertad y su posterior reinserción en la comunidad.

De acuerdo con la ONU (2015), es necesario realizar programas educativos, laborales y de tratamiento individualizado a fin de disminuir el riesgo de reincidencia.

Desde una postura crítica, implica una transformación en el modo tradicional de entendimiento de la materia. Se trata de una transformación que va de una concepción centrada mayoritariamente en la respuesta del estado frente al delito hacia otra que contemple el uso de mecanismos de diálogo, participación y solución de conflictos, sobre todo cuando las circunstancias del caso permiten mantener o restablecer los vínculos sociales. No obstante, la justicia restaurativa se enfrenta con dificultades que pueden ser muy potentes como por ejemplo la cultura punitiva y el uso de la prisión como respuesta principal ante el delito.

La justicia restaurativa se basa en principios que hacen posible replantear tanto la concepción del delito como la respuesta institucional a este fenómeno. Howard Zehr (2015), uno de los principales elementos de este modelo, afirma que el delito debe entenderse principalmente como un daño causado a las personas y a las comunidades, y no sólo como la violación de una norma jurídica. Bajo este punto de vista, la justicia debe enfocarse en descubrir las necesidades que emergen como resultado del conflicto y decidir cuáles medidas son necesarias para atender y resarcir los daños causados.

A los principales elementos de la justicia restaurativa pertenecen la participación activa del infractor, la reparación del daño, el consentimiento informado y voluntario de las partes, el diálogo, la participación comunitaria y el respeto a la dignidad. Estos principios permiten construir procedimientos orientados a la solución de los conflictos donde las necesidades de la víctima y la responsabilidad del infractor adquieren un papel central, sin desconocer las funciones que le corresponden al Estado dentro del sistema de justicia penal (Braithwaite, 1989).

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Una de las contribuciones teóricas más importantes para entender este modelo es la teoría de la vergüenza reintegrativa elaborada por John Braithwaite (1989). Desde este punto de vista, la desaprobación social de la conducta delictiva puede ser más eficaz cuando se dirige a la conducta y no a la persona en su totalidad. Por el contrario, la estigmatización permanente puede favorecer la consolidación de identidades delictivas y dificultar los procesos de reintegración. Si la sanción del comportamiento se acompaña de oportunidades reales de reinserción en la comunidad, se facilitan los procesos de resistencia y se puede contribuir a disminuir la reincidencia.

En la misma línea, Tony Marshall (1999) define la justicia restaurativa como un proceso mediante el cual las personas que tienen un interés legítimo en un delito se organizan para resolver colectivamente las cuestiones relativas a sus consecuencias y a la manera de atenderlas en el futuro. Esta concepción resalta el carácter participativo y colaborativo del modelo, al permitir que las soluciones se construyen de acuerdo con los elementos y necesidades particulares de cada caso.

Los principios restaurativos no tienen necesariamente por objeto reemplazar la función del Estado en el juzgamiento de los delitos. Por el contrario, pueden contribuir a reforzar el sistema de justicia penal a través de mecanismos que fomenten la rendición de cuentas, la resarción del daño y la prevención de futuras conductas delictivas. Una de sus principales aportaciones es que, más allá de ocuparse de las consecuencias jurídicas del delito, intenta comprender y abordar algunos factores personales, familiares y sociales relacionados con la conducta delictiva.

Una diferencia esencial entre la justicia restaurativa y el modelo retributivo, está justamente en el lugar que ocupa la reparación del daño. En el modelo retributivo, la respuesta esencial del Estado frente al delito suele verse en la imposición y ejecución de la pena. Con el enfoque restaurativo, por otra parte, el cumplimiento de una sanción no garantiza necesariamente la resolución del conflicto o el tratamiento de los daños producidos. Por ello, se sostiene que una respuesta adecuada debe considerar las consecuencias que la conducta delictiva produjo en la víctima, su familia y la comunidad (Zehr, 2015).

Por tanto, la reparación ha de entenderse desde una perspectiva integral. Esto significa que no debe reducirse a la dimensión económica, sino que debe tener en cuenta los aspectos materiales, morales, psicológicos, simbólicos y sociales derivados del delito. En ciertos casos, una indemnización económica puede no bastar para cubrir todos los efectos que produce la conducta delictiva. Por lo tanto, es posible que se requieran mecanismos no monetarios, tales como disculpas públicas, compromisos de no repetición, servicio comunitario y participación en programas de rehabilitación (Van Ness & Strong, 2015).

En el plano global son reconocidas como reparaciones integrales que incluyen la restitución, la indemnización, la rehabilitación y la garantía de no repetición. Estos elementos figuran en los principios básicos de las Naciones Unidas sobre el derecho de las víctimas de violaciones a las normas

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

internacionales de derechos humanos a obtener reparación, aprobados por la Resolución A/RES/60/147 (Naciones Unidas, 2005). Por lo tanto, ahora los sistemas de justicia han caminado hacia modelos orientados a la participación de las víctimas en la definición de las medidas para reparar los daños.

Desde un punto de vista crítico la reparación presenta varias dificultades. Es posible que los medios económicos del infractor no alcancen para la reparación material, y que la entera reparación de ciertos daños sea imposible. La justicia restaurativa tiene en cuenta el problema y sostiene que, si bien la reparación puede tener un sentido compensatorio, no se agota en la restitución material. Se propone, además, restaurar la confianza, reconocer la dignidad del otro, y fortalecer los lazos sociales que se han visto dañados. En este sentido, el enfoque restaurativo puede ayudar a fortalecer la legitimidad del sistema de justicia y a mitigar algunos de los efectos de revictimización que pueden ocurrir en los procesos penales tradicionales.

A lo largo de gran parte de los antecedentes del derecho penal, la víctima tuvo un papel secundario en el proceso, al ir asumiendo de forma progresiva por el Estado el monopolio del ejercicio del *ius puniendi*. Esta problemática fue abordada por Nils Christie (1977) quien hizo referencia a la apropiación del conflicto por parte del Estado, de modo tal que las personas directamente afectadas por la ocurrencia del delito pierden capacidad de intervención en la forma de resolver los conflictos que más les conciernen. Desde esta perspectiva, la justicia restaurativa implica un cambio fundamental porque reconoce a la víctima como un actor, pero no un interesado, que contribuye a la construcción de soluciones.

A través de la participación voluntaria de las víctimas es posible crear un espacio en el que las víctimas puedan manifestar o expresar lo que les ha ocasionado el delito en sus vidas y en el de su familia, hacer preguntas al infractor, obtener respuestas y participar en la creación de un acuerdo restaurativo que se ajuste a sus necesidades, en particular. (Zehr, 2015) Esta participación puede ayudar a recuperar el control, que la víctima ha perdido como consecuencia del delito, así como a mejorar el modo en que lo percibe.

La información también ha mostrado ciertos efectos positivos de los mecanismos restaurativos. Según el estudio de Sherman y Strang (2007), algunas experiencias de justicia restaurativa pueden ayudar a reducir el miedo de las víctimas y fortalecer sus percepciones de justicia. Ciertos programas han mostrado resultados positivos en lo que respecta a la reincidencia; eso sí, si se han dado en contextos propicios y con mecanismos de intervención.

La participación de las víctimas, no obstante, debe estar organizada sobre unas exigencias de voluntariedad, de seguridad y de garantizar los derechos. La justicia restaurativa no es una solución para cualquier delito y en cualquier circunstancia. Se debe tener en cuenta, la existencia de relaciones desiguales de poder, el riesgo de intimidación, y las posibles consecuencias físicas o emocionales para

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

la víctima. Resulta fundamental evaluar cada caso de manera particular para determinar si el proceso restaurativo es pertinente y así proteger en todo momento los derechos humanos.

La resarción del daño a las víctimas y la reintegración social de las personas infractoras son dos de los objetivos centrales del paradigma restaurativo contemporáneo. La preocupación por la reincidencia delictiva es algo que la criminología actual y las políticas públicas comparten.

La justicia restaurativa propone, en este sentido, superar la idea de que el cumplimiento de una condena sea necesariamente el punto final de la intervención del Estado.

El modelo tradicional, la que se le otorga una pena como respuesta institucional; por el contrario, la justicia restaurativa considera necesario acompañar a la persona infractora, en la reconstrucción de su plan de vida y vínculos sociales, para reducir la probabilidad de que vuelva a delinquir. La intervención no ha de limitarse, por ende, al mero castigo, sino que ha de orientarse también hacia la responsabilidad, la reparación, la reintegración.

En este sentido, el proceso de desistimiento delictivo, desarrollado ampliamente a partir de los trabajos de Shadd Maruna (2001), permite pensar que el abandono de la conducta delictiva se relaciona con la posibilidad de que esa persona pueda construir una identidad distinta a la relacionada con el delito. Cuando el sujeto accede a ocasiones válidas de inclusión y reconocimiento y logra reconstruir vínculos positivos en su comunidad, la transformación de esta identidad puede ser favorecida.

La liberación de alguien de un centro penitenciario no es tampoco reintegración social. Para que ésta sea efectiva, se requiere de implementar políticas públicas que incorporen educación, capacitación laboral, asistencia psicológica, acceso a servicios públicos y fortalecimiento de las relaciones familiares y comunitarios. Sin estas condiciones, salir de prisión puede ser el inicio de una nueva exclusión.

De acuerdo a Joan Petersilia (2003), las personas liberadas de prisión se ven expuestas a diversas barreras estructurales que les dificultan la reinserción social, tales como la discriminación en el trabajo, la falta de oportunidades y los problemas de acceso a algunos servicios. Las condiciones descritas limitan la potencialidad de construir proyectos de vida sostenidos en actividades lícitas y, al mismo tiempo, incrementan la vulnerabilidad frente a nuevos procesos de criminalización y rearresto.

De ahí que sea necesaria la revisión del concepto prisión como principal herramienta de la política criminal. Si bien en determinadas ocasiones la privación de la libertad puede ser necesaria, no garantiza por sí sola la prevención del delito ni la reintegración social de las personas. Michel Foucault cuestionó las funciones disciplinarias de lo carcelario demostrando las limitaciones que tiene la prisión como mecanismo de transformación de las conductas. A partir de la mirada

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

restaurativa, la responsabilidad frente al delito necesita ir acompañada de procesos que aporten habilidades al sujeto, fortalezcan los lazos y reparen las relaciones dañadas en lo posible.

Por lo tanto, para disminuir de forma sostenida la reincidencia, debemos dejar de lado las respuestas puramente punitivas y pasar a estrategias de intervención basadas en evidencias. Por medio de criterios de pertinencia, voluntariedad, seguridad y evaluación, los programas restaurativos pueden servir para la reparación del daño, la responsabilización del infractor y la reintegración social. Dicha justicia descriptiva consiste no sólo en una alternativa para dar respuesta a las consecuencias del delito, sino que, de acuerdo con la naturaleza del propio mecanismo, es también un camino para fortalecer la seguridad ciudadana, los derechos humanos, así como para instaurar sistemas de justicia penal más eficaces, legítimos y que prevengan las conductas delictivas.

3. Prevención de la reincidencia desde la criminología contemporánea

La criminología y política criminal contemporánea tiene como uno de sus objetivos principales la prevención de la reincidencia que su fin se encuentra estrechamente ligada a la seguridad y la salud de la comunidad. Los enfoques clásicos basan su efectividad en las sanciones cada vez más severas para disuadir a las personas a reoffender. A diferencia de estos, la criminología basada en la evidencia sostiene que el aumento de las penas tiene, por sí sólo, efectos limitados sobre la reducción del riesgo de continuidad del delito. En las últimas cuatro décadas, la investigación criminológica ha demostrado que el desistimiento delictivo depende, entre otros factores, de la correcta identificación de los elementos de riesgo y de la implementación de programas de intervención pertinentes y sustentados en evidencia científica (Andrews & Bonta, 2017; Cullen et al., 2018).

Este nuevo marco de referencia supone un cambio de modelo que implica pasar de una política criminal predominantemente reactiva a modelos preventivos basados en la investigación científica. La prevención deja de ser una responsabilidad exclusiva de las dependencias de seguridad pública y se convierte en una tarea compartida entre el Estado, la sociedad, la familia, las instituciones educativas y el sistema de justicia penal. La criminología actual parte de la premisa de que la conducta delictiva es el resultado de la interacción de múltiples factores, por lo que su prevención requiere respuestas integrales dirigidas a las condiciones que facilitan la aparición y permanencia de las conductas delictivas y, particularmente, la reincidencia (Sherman et al., 2002).

Se hace necesario cuestionar críticamente la forma en que la sociedad ha entendido el delito y la eficacia atribuida al encarcelamiento como la principal respuesta frente a la criminalidad. Otros autores, como Francis Cullen, han advertido que las políticas penales centradas exclusivamente en el castigo pueden tener elevados costos económicos y sociales, sin garantizar necesariamente una disminución sostenible de la delincuencia. Una política penal centrada exclusivamente en la prisión

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

puede no ser suficiente si no va acompañada de programas de tratamiento, educación, formación y reinserción social.

La criminología contemporánea, al integrar diferentes teorías, permite comprender las causas y condiciones relacionadas con la conducta delictiva y, en función de esto, diseñar estrategias orientadas a prevenir la reincidencia. Por la complejidad del fenómeno criminal, ninguna teoría, por sí sola, puede explicar todas sus causas. Por eso, la investigación actual ha desarrollado modelos integradores que consideran la interacción de factores individuales, familiares, sociales, económicos, culturales e institucionales.

Uno de estos enfoques es la Teoría del Aprendizaje Social desarrollada por Ronald Akers, a partir de los planteamientos de Edwin Sutherland. Esta visión afirma que la conducta delictiva se puede adquirir a través de la interacción social. Las personas tienen ideas buenas o malas acerca de la conducta delictiva, ven y copian ciertos comportamientos y pueden ser recompensadas o reforzadas por realizarlos. Si una persona está siempre relacionada con grupos o redes sociales donde se promueve el comportamiento antisocial, hay más probabilidades de que aprenda, se reafirme y reproduzca esos comportamientos.

Desde este punto de vista, la reincidencia puede relacionarse con la continuidad de redes sociales y contextos que refuerzan los comportamientos delictivos. Por lo tanto, las estrategias de reintegración social no deberían enfocarse exclusivamente en la persona infractora, sino que también deberían tomar en cuenta el entorno familiar, comunitario y social al cual este regresará. Modificar los patrones de interacción y fortalecer redes prosociales son elementos importantes para favorecer procesos de desistimiento y reducir el riesgo de reincidencia.

Por su parte, Robert Agnew (1992) desarrolló la Teoría General de la Tensión, desde la cual explica que determinadas experiencias negativas pueden generar emociones y estados de tensión que incrementan la probabilidad de desarrollar conductas delictivas. Estas circunstancias pueden incluir la pérdida de oportunidades legítimas, la discriminación, el desempleo, la desigualdad y la exposición a situaciones adversas. Al carecer de recursos adecuados para afrontar estas experiencias, las personas pueden acceder a respuestas ilegales como una forma de enfrentar o aliviar la tensión.

Desde el punto de vista psicológico, la Teoría General del Crimen de Gottfredson y Hirschi (1990) sostiene que un bajo nivel de autocontrol es un factor importante que explica la continuidad de ciertas conductas delictivas. Visto de esta manera, las dificultades en el desarrollo del autocontrol durante la infancia pueden aumentar la probabilidad de que se presenten conductas impulsivas orientadas hacia la gratificación inmediata y con poca consideración de sus consecuencias. Si bien la teoría ha sido criticada por dejar de lado algunos factores sociales y contextuales, aún sigue siendo una de las perspectivas más relevantes para el estudio de la conducta delictiva.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Una de las aportaciones más importantes en la prevención de la reincidencia es el modelo de Riesgo-Necesidad-Responsividad (RNR), desarrollado por Andrews y Bonta. El modelo se sustenta en tres principios básicos que guían la intervención con personas que han cometido delitos.

El primer principio es el riesgo, en el sentido de que la realizaciónde la intervención debe ser apropiada al nivel de riesgo de reincidencia de la persona. Quienes tienen mayor riesgo necesitan intervenciones más intensas, mientras que los de bajo riesgo deben evitar intervenciones innecesariamente intensas que puedan ser perjudiciales.

El segundo es el principio de necesidad, el cual señala que la intervención debe enfocarse principalmente en las necesidades criminógenas, es decir, aquellos elementos dinámicos relacionados con la conducta delictiva que pueden ser modificados mediante una intervención adecuada.

El tercer principio es el de responsividad, que requiere que las estrategias de intervención se adapten a las características, capacidades, estilos de aprendizaje y circunstancias particulares de cada persona. No basta con identificar los factores de riesgo, sino que también se debe determinar cuál es la mejor forma de intervenir teniendo en cuenta las características individuales del infractor.

El modelo RNR es particularmente importante porque se basa en intervenciones estructuradas, individualizadas y respaldadas por la evidencia. Su correcta aplicación permite dirigir los recursos hacia los factores que tienen mayor relación con la reincidencia y evitar intervenciones indiscriminadas que no se corresponden con las necesidades reales de las personas (Andrews & Bonta, 2017).

Entre los criterios destaca el del desistimiento delictivo (Maruna, 2001). Según esta perspectiva, el prevenir la nueva victimización no consiste solamente en identificar y controlar factores de riesgos, sino también en generar oportunidades reales para que las personas puedan construir nuevas formas de vida desvinculadas de la conducta delictiva. El desistimiento es un proceso transformativo a través del cual, la persona puede reconstruir su identidad, desarrollar proyectos de vida legítimos y establecer vínculos sociales que faciliten su integración comunitaria.

Es su combinación la que evidencia el carácter multicausal. El fenómeno en cuestión no puede ser explicado sólo a partir de una variable. Ya sea individual, psicológica o social. Tiene que ser a partir de la interacción de diversas variables. Es necesaria la construcción de políticas criminales multidisciplinarias, preventivas y basadas en evidencia científica.

La prevención del crimen ha vivido una evolución que va desde los modelos más centrados en la respuesta penal, a un desarrollo de estrategias diferenciadas en función del momento de la intervención sobre los factores asociados a la conducta delictiva. Una de las clasificaciones más utilizadas es la propuesta por Brantingham y Faust (1976) que distingue tres tipos de prevención: primaria, secundaria y terciaria.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La prevención primaria hace referencia a un conjunto de actuaciones cuya finalidad es conseguir que se consuma el hecho delictivo. Este nivel incluye acciones vinculadas a la educación, la salud, el empleo, la vivienda y el fortalecimiento de las familias. Con el fin de fomentar la modificación de las conductas y hábitos que provocan el consumo de drogas. Desde esta perspectiva, la inversión en prevención puede traer importantes ventajas sociales y económicas en comparación con una política que se funda de manera más importante en el encierro (Waller, 2006).

La prevención secundaria se ocupa de quienes accidentalmente están más en riesgo de realizar algún delito, y pone la atención en el conjunto de personas, grupos o ambientes que mostrarán ciertas características a la sociedad. El objetivo es intervenir a tiempo, antes de que esas conductas se afirmen. En este nivel se crearán estrategias como programas de intervención temprana, atención psicológica, prevención del abandono escolar, tratamiento de adicciones y desarrollo de habilidades socioemocionales. Parafrasear esto resulta especialmente importante la intervención precoz, ya que puede reducir la probabilidad de que determinadas trayectorias de riesgo se conviertan en recientes carreras delictivas. (Farrington, 2007)

La prevención terciaria tiene como destinatario a quien ya cometió un hecho delictivo con el fin de que no delinquiera de nuevo. Las estrategias de reinserción y reintegración social, la capacitación laboral, la educación, la intervención psicológica, los programas de tratamiento, el servicio comunitario y los mecanismos de justicia restaurativa son algunas de las cosas que se mencionan en este nivel. A partir de este enfoque, se considera que la prisión representa una fase de intervención y reinserción social que debe ser y no el último eslabón en la respuesta al delito (Petersilia, 2003).

A pesar de que se cuenta con avances que deben tomarse en cuenta, en el mundo de la justicia penal del delito se sigue contando con una importante parte que concentra sus esfuerzos en las respuestas terciarias, en especial el encarcelamiento, mientras que hay insuficientes fondos dedicados a la prevención primaria y secundaria. Esta condición favorece la posibilidad de un círculo de exclusión y de reincidencia, ya que las personas retornan a contextos sociales que no han variado y que, además, encuentran barreras para acceder a la educación, trabajo, vivienda y otros servicios básicos.

Tanto la prevención como la represión del delito son aspectos que deben ser abordados en los diversos niveles de los Estados. Es necesario que se actúe temprano sobre los factores de riesgo y que se fortalezcan los factores de protección y que se acompañe a la persona que cometió un delito en su reinserción. En consecuencia, la lucha contra la reincidencia exige que la atención a la seguridad pública se combine con la educación, el empleo, la atención social y la justicia y la participación de la comunidad.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Para la criminología contemporánea, el desafío es ya no averiguar cómo castigar más a quien delinque, sino averiguar qué intervenciones son realmente efectivas para que no delinca más. A medida que se avanza hacia un enfoque de política criminal basada en la evidencia, deben ir sustituyéndose poco a poco las respuestas punitivas por estrategias preventivas, individualizadas y evaluables que contribuyan a reducir la reincidencia, favorecer la reinserción y aportar a la seguridad pública sostenible.

4. Innovación tecnológica aplicada a la prevención del delito

En los últimos veinte años, el desenvolvimiento de las tecnologías digitales ha cambiado de manera relevante la actuación del Estado en un ámbito de la seguridad pública y la justicia penal. El procesamiento de un gran volumen de información, la identificación de patrones en actividades delictivas y la elaboración de modelos predictivos son habilitados por herramientas como el Big Data, la inteligencia artificial, el machine learning y otros en tanto que facilitan la asignación más eficiente de recursos institucionales. En este sentido, la innovación tecnológica ya no es una herramienta complementaria y ha pasado a ser un componente estratégico de las políticas actuales de prevención del delito, señala Berk (2018).

La inteligencia artificial plantea una cuestión interesante para la criminología basada en la evidencia. Si pueden usarse modelos aditivos que analizan grandes cantidades de datos para algunas decisiones, entonces, por qué no usarlos en lugar de confiar solo en el juicio de los operadores. Especialmente considerando que estas herramientas pueden encontrar patrones que pocos detectan con una valoración subjetiva.

Desde esta perspectiva, los medios tecnológicos pueden ayudar a mejorar la calidad de determinadas decisiones. Al mismo tiempo, su uso puede dar lugar a retos importantes en materia de derechos humanos, respecto a la transparencia y a la explicabilidad de los algoritmos, a la protección de los datos personales, así como a la posibilidad de que reproduzcan o amplifiquen sesgos discriminatorios. Que se encuentran registradas en las bases de datos de entrenamiento (Angwin et al., 2016; Barocas & Selbst, 2016).

Por consiguiente, el intento de la justicia no debe ser sustituido por la argumentación jurídica ni por la decisión humana, sino que la innovación tecnológica debe ser vista como una herramienta. Su uso se justifica solamente si ayuda a obtener mayor objetividad, proporcionalidad y eficacia en las acciones institucionales, sin que se desnaturalizan las garantías fundamentales de los procesos penales.La inteligencia artificial se puede comprender como un conjunto de técnicas computacionales cuyo fin es crear sistemas que puedan llevar a cabo actividades que habitualmente se relacionan con las capacidades cognitivas de los humanos, tales como el aprendizaje, el razonamiento, la toma de decisiones etc. (Russell & Norvig, 2021). En el campo de la justicia penal, su incorporación ha sido

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

progresiva y hoy en día puede encontrarse en actividades tales como la investigación policial, la gestión penitenciaria, la evaluación de riesgos y el diseño de políticas públicas.

Una de las aplicaciones más importantes de esta herramienta es el hallazgo de las variables asociadas a la reincidencia. Los modelos computacionales facilitan el análisis de grandes cantidades de variables criminológicas al mismo tiempo y la detección de las relaciones complejas entre ellas. No como algunos modelos estadísticos tradicionales, que pueden enfocarse en relaciones particulares entre variables, tales como historial delictivo, condiciones socioeconómicas, nivel educativo, consumo de sustancias, o comportamiento durante la internación, los algoritmos de inteligencia artificial pueden procesar múltiples variables al mismo tiempo y descubrir patrones que no son necesariamente obvios con métodos convencionales (Berk, 2018).

Sin embargo, el hecho de que los algoritmos puedan procesar grandes cantidades de información no implica que sus resultados sean necesariamente objetivos o neutrales. Varios estudios han advertido que los sistemas de inteligencia artificial pueden producir sesgos existentes en las bases de datos con que se capacitan. Por ejemplo, Angwin et al. (2016) detectó diferencias en la asignación de riesgo entre distintos grupos raciales al analizar ciertos sistemas comerciales de evaluación de riesgos. En líneas similares, Barocas y Selbst (2016) señalan que cuando los sistemas automatizados se alimentan de datos provenientes de contextos históricos marcados por prácticas discriminatorias, existe el riesgo de que sean los propios algoritmos los que reproduzcan dichas desigualdades.

Es por ello que la inteligencia artificial no debe sustituir el criterio del operador jurídico, sino funcionar como instrumento de apoyo para la toma de decisiones. Deben estar sujetos a estos sistemas los principios de transparencia, explicabilidad, supervisión humana y rendición de cuentas. Asimismo, su uso ha de garantizar el respeto de los derechos fundamentales, sobre todo cuando sus resultados puedan afectar a la libertad, a la seguridad jurídica o a cualquier otro ámbito protegido de las personas.

Análisis de datos masivos en el delito.

La locución Big Data da cuenta del manejo y el análisis de mucha información que difieren en cuanto a la velocidad, variedad y complejidad de los datos, los cuales pueden desbordar las técnicas de análisis más convencionales (Mayer-Schönberger y Cukier, 2013). En el ámbito de la seguridad pública y la justicia penal, esta tecnología es apta para integrar y procesar información proveniente de diversos sistemas, como registros policiales, bases de datos de seguridad pública, sistemas penitenciarios, expedientes judiciales, información censal, redes sociales y datos geoespaciales, todo en el marco del orden jurídico.

Una de las grandes contribuciones del Big Data es que permite la realización de análisis amplios y dinámicos de la delincuencia. El análisis intensivo de datos servirá para identificar

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

patrones en cuanto a los lugares, momentos y modalidades delictivas, así como también a algunas características delictivas asociadas a la reincidencia. Aporta información que permite orientar la distribución de la actuación institucional. También puede contribuir a identificar zonas de mayor y menor incidencia delictiva.

Desde esta perspectiva, la diseminación y el análisis de grandes volúmenes de información nos ayuda a comprender el delito como un fenómeno multicausal y dinámico. Los datos se pueden actualizar constantemente y así permitir la captura de tendencias, relaciones y patrones que contribuyan al diseño de estrategias preventivas más focalizadas. En este sentido, Kitchin (2014) indica que el análisis masivo de datos tiene una gran capacidad. No obstante, comprende fenómenos complejos y apoya los procesos de toma de decisiones.

Sin embargo, el uso de Big Data también plantea problemas éticos y jurídicos importantes en relación a la intimidad, la protección de datos personale, la seguridad de la información entre otros Tal y como advierte O'Neil, 2016, se da la circunstancia de que "los modelos construidos a partir de grandes volúmenes de datos pueden parecer mecanismos objetivos y científicos. En realidad, más a menudo de lo que piensa la gente, reproducen formas de desigualdad que ya existen en los datos de origen." Estos sesgos no son siempre visibles para quienes utilizan los resultados generados por estos modelos.

Por tanto, la utilización del *Big Data* por parte de las administraciones públicas necesita de la definición de estándares que garanticen la calidad, la seguridad, la trazabilidad y la actualización de los datos. Se tienen que establecer mecanismos que establezcan la rendición de cuentas para conocer cómo se recoge, se procesa y se usa la información, en especial si puede tener efectos sobre los derechos de las personas.

Análisis predictivo y diversas tácticas.

La técnica que permite calcular la probabilidad de que sucesos futuros se realicen a partir de actividades pasadas, es el análisis predictivo. En criminología, estas herramientas pueden servir para estimar algunos riesgos de reincidencia, ubicar lugares con mayor probabilidad de ocurrencia delictiva y ayudar a asignar estratégicamente los recursos institucionales (Berk, 2018).

Según Perry et al (2013), los modelos predictivos deben ser utilizados para disipar una decisión estratégica y no para obtener una valoración mecánica de la culpabilidad de alguien. Su utilización puede resultar importante para la planificación de políticas de seguridad, la localización de programas de tratamiento, la distribución de recursos o el seguimiento de ciertos procesos de intervención.

Es importante tener en cuenta que, en términos de probabilidad, una predicción no es un hecho futuro. Según el Derecho, este es un aspecto especialmente relevante, ya que una persona no

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

puede ser considerada culpable ni ver restringidos sus derechos por el solo hecho de que un algoritmo determine que existe determinada probabilidad que cometa un delito.

La utilización de predicciones algorítmicas como justificación automatizada de la privación de la libertad de una persona podría colisionar con fundamentos básicos como la presunción de inocencia, el debido proceso, la legalidad, la individualización de las decisiones jurídicas. En consecuencia, los recursos para el análisis predictivo deben ser concebidos como tendencias que deberán ser controladas por un humano. El valor de la investigación está, además, relacionado con los tipos de datos que se utilizan, pero también con la metodología adoptada y con una adecuada interpretación de los resultados.

Inteligencia artificial y explicaciones.

Se conoce como aprendizaje automático o *machine learning*, a la inteligencia artificial que trata de hacer que un algoritmo encuentre patrones en grandes cantidades de datos, sin que se le programe explícitamente para cada caso posible (Goodfellow et al, 2016).

Estas técnicas hacen evidente algunas combinaciones de variables que están asociadas a la reincidencia que, por otra parte, son difíciles de detectar con otros métodos estadísticos. Los modelos supervisados, por ejemplo, aprenden a partir de datos históricos para estimar nuevas situaciones. En cambio, los modelos no supervisados pueden aplicarse para descubrir grupos o perfiles que presentan rasgos similares entre sí.

Es uno de los principales retos del aprendizaje automático: la interpretabilidad de los resultados. Ciertas funciones algorítmicas ofrecen comportamientos difíciles de explicar, incluso para sus creadores. Estos se pueden describir como “cajas negras”, dado que ese término es ambiguo y no tiene validez en un análisis técnico. Resulta de vital importancia cuando estamos frente a un algoritmo que pueda incidir en decisiones en materia de derechos humanos.

La inteligencia artificial explicable, en este sentido, es muy relevante. Construcción de sistemas que adviertan a qué variables debe una predicción, permitiría que jueces, autoridades penitenciarias, defensores y los evaluados entenderán, cuestionaran y revisarán el resultado. No sólo es una cuestión técnica, es una condición necesaria para asegurar la legitimidad de las decisiones que incorporan herramientas algorítmicas.

IA para predecir riesgo de reincidencia.

La criminología ha vuelto a utilizar la inteligencia artificial para analizar el riesgo que sufre una persona. Estos instrumentos no pueden confundirse con los sistemas automatizados de sentencia, porque no están diseñados para decidir el resultado de un caso en concreto; más bien su finalidad es procesar un conjunto de variables para realizar una estimación de algún nivel de riesgo.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Pueden considerarse antecedentes penales, circunstancias familiares, nivel educacional, empleo, consumo de sustancias y ciertas facetas del comportamiento institucional.

Estas herramientas ayudan a reducir ciertos aspectos de la subjetividad en la evaluación del riesgo, aunque tampoco están exentos de errores y sesgos. Dressel y Farid (2018) cuestionan la idea de que los sistemas algorítmicos sean superiores o más justos que las valoraciones humanas. El uso de variables asociadas a la condición socioeconómica o a características demográficas puede provocar disparidades en los resultados entre determinados grupos.

Las evaluaciones de riesgo y necesidades criminógenas deben ser utilizadas ante todo para orientar intervenciones preventivas y programas de reinserción social.

No deben transformarse en procedimientos automáticos respecto de la libertad de un sujeto, su condena o el acceso a beneficios penitenciarios.

Toda decisión que afecte derechos tiene que estar bajo control humano y debidamente fundamentada, motivada.Tecnologías digitales y reintegración social

También la digitalización ha cambiado algunos programas de reinserción social. Las plataformas digitales pueden facilitar el acceso a la educación, la formación laboral, y los servicios de orientación y seguimiento posteriores a la liberación.

Varios sistemas penitenciarios han incorporado plataformas virtuales con la finalidad de proporcionar formación académica y desarrollar habilidades sociales durante el cumplimiento de la pena. Estos recursos pueden ser de utilidad para mantener la continuidad educativa y facilitar la transición de las personas privativas de la libertad hacia la vida en sociedad (Yukhnenko et al., 2020).

De igual manera, el empleo de dispositivos móviles y sistemas digitales de seguimiento puede facilitar la comunicación entre personas liberadas y profesionales, como trabajadores sociales, psicólogos y personal de los servicios de supervisión. Esto permite individualizar los proyectos de reinserción y un seguimiento más constante de las necesidades de cada persona.

Pero la tecnología, de por sí, no garantiza la efectividad de los programas de reinserción. Su utilidad puede ser limitada cuando los sistemas penitenciarios carecen de infraestructura tecnológica, conectividad, recursos económicos o programas de alfabetización digital. Por lo tanto, el uso de herramientas digitales debe ir acompañado de una inversión en infraestructura, formación y políticas que garanticen un acceso equitativo a las tecnologías.

Vigilancia penitenciaria y vigilancia comunitaria

También en el campo del monitoreo penitenciario ha habido una importante transformación tecnológica. Hoy en día existen dispositivos de vigilancia electrónica, sistemas biométricos, cámaras de videovigilancia, detectores de movimiento, plataformas digitales para la vigilancia comunitaria.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Estas herramientas pueden contribuir al cumplimiento de ciertas medidas judiciales y apoyar los procesos de reintegración social.

Ejemplo de ello es el uso de dispositivos electrónicos de monitoreo, que pueden ser una alternativa o un complemento a la privación de la libertad en ciertos contextos. Su uso puede facilitar el cumplimiento de medidas cautelares de libertad vigilada por parte de algunas personas, preservando sus vínculos familiares, educativos y laborales. También puede ayudar a reducir algunos de los costos relacionados con el encarcelamiento, siempre y cuando se lleve a cabo dentro de un modelo integral de apoyo y acompañamiento (Nellis, 2014).

De igual manera, los expedientes electrónicos y los sistemas de gestión penitenciaria permiten registrar y dar seguimiento al tratamiento individualizado, los avances educativos, las evaluaciones psicológicas y la coordinación entre distintas instituciones. Estas herramientas pueden mejorar la gestión de la información y propiciar una mayor continuidad de los procesos de atención y reinserción.

El crecimiento de esta tecnología además parece traer consigo un conjunto de problemas vinculados a la privacidad y la vigilancia. Lyon (2018) La tecnología de vigilancia, registro y análisis de información no puede ser nunca excusa para que haya mecanismos de control excesivos, permanentes o discriminatorios.

La digitalización de la seguridad pública y la justicia es una gran oportunidad para mejorar la prevención del delito, la valoración de riesgos, la gestión de los centros penitenciarios y los procesos de reinserción social. La utilización de IA para la ejecución del modelo debe ir acompañada de unos límites jurídicos claros, así como de unos mecanismos de supervisión humana, de una transparencia algorítmica y de una efectiva protección de los datos de las personas.

La tecnología debe facilitar la construcción de una justicia penal más eficiente y que use evidencias, pero nunca debe sustituir la responsabilidad de las instituciones ni el razonamiento jurídico de los decisores. Su verdadero potencial no consiste en reemplazar el trabajo humano. Consiste en darnos mejores herramientas para entender el fenómeno criminal. Asimismo, identificar factores de riesgo, orientar intervenciones y fortalecer estrategias que prevengan la reincidencia. De esta manera, la innovación tecnológica puede convertirse en un instrumento para mejorar la seguridad pública sin menoscabar los principios de legalidad, proporcionalidad, debido proceso , respeto a los derechos humanos entre otros.

5. Reincidencia delictiva: Fundamento jurídico.

La Constitución Política fundamenta la justicia penal y la ejecución de sanciones en México. Con las reformas constitucionales de 2008 y 2011 se establece un modelo orientado a la protección de los derechos humanos, el debido proceso, la tutela judicial efectiva y la reinserción social de los

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

sujetos privados de libertad. Como resultado de estas transformaciones se modifica sustantivamente la concepción clásica del sistema penal. En efecto, ya no se puede limitar la respuesta al delito al solo castigo del responsable sino que necesariamente debe incluir la protección de la víctima así como la reparación de su daño. Asimismo, debe incluir la reinserción y la no reincidencia.

El sistema penitenciario mexicano tiene como bases el artículo 18 constitucional que señala que el sistema penitenciario debe organizarse con base en el respeto a los derechos humanos, el trabajo, la capacitación para el mismo, la educación, la salud, el deporte, entre otros, con el fin de lograr la reinserción social de la persona sentenciada y procurar que no vuelva a delinquir. El artículo 20 de la Constitución reconoce los derechos de la persona imputada y de la víctima u ofendido así como los principios que regularán el proceso penal acusatorio. La transformación del sistema penal mexicano se ha ido adecuando a un modelo que concilia el castigo del Estado con la protección de derechos, la reparación del daño, la reinserción social. Estos dos preceptos son fundamentales.Desde el punto de vista crítico, los contenidos de estos artículos significan un importante avance normativo, pero aún existe una distancia considerable entre el reconocimiento constitucional de estos principios y su implementación práctica. La sobrepoblación carcelaria, la falta de recursos, las deficiencias de infraestructura y el acceso restringido a los programas de educación, trabajo, deporte, psicología y formación dificultan el cumplimiento efectivo de la ordenación constitucional.

Esta situación muestra una tensión entre el modelo normativo y las condiciones reales del sistema penitenciario mexicano, lo cual limita la capacidad de las instituciones para prevenir eficazmente la reincidencia y garantizar una reinserción social efectiva.

Ley de ejecución penal del país.

La Ley de Ejecución Penal (LNEP) es el principal cuerpo normativo que fundamenta la ejecución de las penas y de las medidas de seguridad, y los procedimientos relacionados a las personas privadas de la libertad. La Ley de Ejecución regula los principios contenidos en el artículo 18 de la Constitución Política. Es importante ya que establece que las sanciones se ejecutarán con garantía a los derechos humanos. Esto es con el fin de obtener la reinserción social.

A partir de la LNEP se produce un cambio de significación en la concepción de la administración penitenciaria, dejando atrás la idea de que se trata de la ejecución de una pena, consistente en el encierro de una persona, por un tiempo determinado.

De manera opuesta, plantea un modelo de intervención que considere el tratamiento individualizado, la atención a las insuficiencias de los privados de libertad y la participación de los órganos jurisdiccionales en el control de la ejecución de la pena.

Al respecto, la ley establece las bases de una intervención integral orientada a la reinserción social, conforme a los componentes previstos en el artículo 18 constitucional: educación, trabajo,

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

capacitación para el trabajo, salud y deporte. El fin no es únicamente el cumplir materialmente con una sentencia, sino generar condiciones que permitan a la persona desarrollar capacidades y herramientas para su respuesta a la sociedad y disminuir las probabilidades de reincidencia.

Desde esta perspectiva, la ejecución de la pena debe concebirse como un proceso progresivo de intervención y preparación para la vida en libertad, en el que se van identificando y satisfaciendo las necesidades de cada uno a través de programas individualizados. La educación, la capacitación en el trabajo, la atención de salud física, mental y el fortalecimiento de los lazos familiares y comunitarios son elementos que podrían resultar relevantes para reducir factores asociados a la reincidencia.

No obstante, los efectos de la Ley de Ejecución Penal están condicionados por diferentes factores estructurales. El sistema penitenciario en México tiene problemas de sobrepoblación, deficiencia de recursos humanos, materiales, insuficiencia de infraestructura, falta de personal especializado y escasa cobertura de programas educativos, laborales y psicosociales. Las condiciones que presenta Venezuela dificultan los objetivos que plantean las leyes.

A través de esto se produce una distancia entre el diseño normativo y su efectivización. Aunque existen normas que facilitan el regreso a la comunidad de las personas que delinquieron, las condiciones que enfrentan en la institución puede mermar dicha capacidad y la de prevención de reincidencia. Por ello, para la correcta implementación de la LNEP, no basta que existan las normas jurídicas adecuadas. También es menester contar con suficientes recursos, personal técnico especializado, infraestructura y políticas públicas con evidencia.

La LNEP, a su vez, plantea un marco normativo que puede permitir la irrupción responsable de tecnologías en la ejecución de las sanciones. Los sistemas de evaluación de riesgo, las plataformas digitales para la formación y educación, los expedientes electrónicos y las herramientas de control pueden ayudar a reforzar el tratamiento personalizado y a mejorar el control de los procesos de reinserción social.

La incorporación de tecnología en la administración penitenciaria debe ser guiada y sometida a criterios de legalidad, transparencia, protección de datos, supervisión humana y derechos humanos. La tecnología debe ser un soporte para las estructuras penitenciarias y judiciales, pero en ningún caso puede reemplazar la apreciación jurídica, técnica y humana que ha de acompañar aquellas decisiones que afecten derechos fundamentales.

Por lo tanto, la Ley de Ejecución Penal representa la definitiva transformación en el sentido del modelo penitenciario. Los mecanismos de coordinación son útiles para responder a desafíos de gestión en el sector público. Sin embargo, requieren de condiciones institucionales que habiliten su implementación.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Es indispensable que se profesionalice al personal penitenciario; que se disponga de recursos suficientes; que se evalúe de forma permanente los programas y que se generen políticas públicas evidencia en referencia al sistema penitenciario para obtener resultados concretos que deriven de una realidad superior a la que establece el mandato constitucional y legal.

Código nacional de procedimientos penales.

El Código procesal penal, o CNPP, regula el proceso penal acusatorio en México. Esto establece las reglas bajo las cuales debe desarrollarse la investigación, el enjuiciamiento de los delitos, así como también que se respeten los derechos humanos y las garantías del debido proceso.

El CNPP se refiere a un sistema que fue instaurado en la Constitución Federal y cuya vigencia comenzó en 2014. El 2014 se publicó el Código, cuyo objetivo era establecer reglas procesales correspondientes a todo el país, además de reforzar los principios de publicidad, contradicción, concentración, continuidad, inmediación. Entre otros

La importancia que tiene para la prevención de la reincidencia es que prevé modalidades para la resolución de ciertas controversias en el plano penal, sin depender necesariamente del encierro. Estas consideraciones se hacen aún más relevantes si se tiene en cuenta que, por sí sola, la cárcel no producía una disminución de la reincidencia, sino que, en ciertas circunstancias, podría generar efectos de exclusión social que obstaculizan la reinserción.

Una de las aportaciones más valiosas que nos ofrece el CNPP es el propio régimen de sus mecanismos alternativos de solución de controversias y de las formas de terminación anticipada del proceso, como son estos acuerdos reparatorios, la suspensión condicional del proceso, el procedimiento abreviado entre otros. Por medio de estos mecanismos se busca, en función de lo que establece la ley, obtener soluciones más rápidas y, en algunos casos, orientadas a la reparación del daño y a la responsabilidad de la persona imputada.

Según el paradigma de la justicia restaurativa, estos elementos pueden contribuir a una modificación de la lógica punitiva del sistema penal.

Al no tener una perspectiva punitiva, permite tener en cuenta las necesidades de la víctima, la reparación del daño, la responsabilidad de la persona imputada, en vez de solo la sanción. Así, el proceso penal puede incorporar una dimensión que facilite la reparación de las relaciones perjudicadas por la actividad delictiva.

Asimismo, el CNPP reitera grantizar los derechos de las personas, tanto de la víctima u ofendido como del imputado. Se debe entender esta protección dentro del marco constitucional y de las obligaciones internacionales suscritas por el Estado mexicano en materia de derechos humanos. La defensa de la dignidad humana, el debido proceso, la presunción de inocencia, el derecho a la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

defensa, los derechos de las víctimas no deben ser vistos como obstáculos para la persecución del delito, sino como condiciones necesarias para la legitimidad del sistema de justicia penal.

No obstante, que en el ordenamiento jurídico existan mecanismos alternativos no asegura per se que los mismos se apliquen. Se observan en la práctica restricciones culturales, institucionales y de capacitación que pueden favorecer la aplicación esencialmente punitiva. De ahí que se corre el riesgo de no utilizar adecuadamente los mecanismos restaurativos y las alternativas a la pena de prisión.

Por lo tanto, es vital fortalecer la capacitación de jueces, fiscales, defensores, asesores jurídicos y otros operadores del sistema de justicia, ampliar el conocimiento sobre los mecanismos alternativos, mejorar los sistemas de gestión y seguimiento e incorporar herramientas tecnológicas bajo criterios de legalidad y protección de derechos. Todo esto puede cooperar a ir formando un sistema penal no sólo eficaz en la persecución del delito, sino también en la reparación, la reinserción social, la prevención de la reincidencia.

El marco constitucional y legal de México ha venido teniendo una importante transformación en la forma de entender la justicia penal. La evolución de la CNDH en su función de defensa de derechos humanos, así como el impacto que esto ha tenido en los estudios y líneas críticas de diferentes agentes estatales, han permitido que a través de la constante aplicación y no sólo remisión a los instrumentos de derechos humanos que la Comisión implementa que sus recomendaciones cada vez tienen más un corte administrativo que punitivo.

El problema más grave no es sólo que haya normas adecuadas sino que esas normas se cumplan eficazmente . Superar la distancia entre el contenido de la legislación y el contexto de la operatividad del sistema de justicia penal, constituyen condiciones para la prevención de la reincidencia. Serán necesarios a tal efecto suficientes recursos, instituciones fortalecidas o reforzadas, personal especializado, programas de intervención basados en evidencia y mecanismos de evaluación que permitan determinar cuáles son las estrategias que producen más resultados.

La reinserción social no puede conceptualizarse como una consecuencia automática del cumplimiento de la pena, sino más bien como un proceso progresivo e integral que se inicia con la ejecución de la sanción y que continúa tras la liberación. La articulación del marco constitucional, la legislación penal, las políticas públicas y las herramientas tecnológicas puede colaborar para construir un sistema de justicia más humano, eficaz y que contribuya de forma sostenible a la reducción de la reincidencia delictiva.

6. Análisis crítico de los datos estadísticos

El examen de la información estadística existente muestra que el sistema penitenciario mexicano tiene serias dificultades para realizar la reinserción social, en el sentido constitucional.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Conforme al INEGI, Censo Nacional de Sistemas Penitenciarios Estatales; en este censo se recaban datos sobre la infraestructura carcelaria, así como la existencia de personas privadas de la libertad, programadas de reinserción social, postpenitenciarias y bienestar de los derechos humanos. La incorporación de estos indicadores es un instrumento importante que no sólo permite conocer las condiciones en que opera el sistema penitenciario, sino también las acciones institucionales cuyo fin es propiciar la reinserción social de las personas sentenciadas (INEGI, 2023).

Uno de los puntos más claros que muestran las estadísticas oficiales es la gran cantidad de personas detenidas que todavía no tienen sentencia. De acuerdo con el censo de 2024, había 86,984 internos sin sentencia, así como 29,088 más adultos a la espera. Esta es una de las grandes dificultades del modelo de justicia penal mexicano uno de los máximos retos en la actualidad que es hacer que la justicia se dé sin que la prisión preventiva se modifique como respuesta que por la realidad dura se prolonga durante bastante tiempo.

La prisión preventiva impacta de forma diferenciada a la población privada de libertad. Conforme a datos del INEGI (2024), el 46.8 por ciento de las personas que se encuentran privadas de su libertad no contaban con una sentencia, de los cuales el 50 por ciento estaba en prisión preventiva oficiosa y el 28.2 por ciento en prisión preventiva justificada. A partir de tales datos se puede deducir que el encarcelamiento preventivo sigue conformando un segmento mayor de la población carcelaria y viene a añadir presión sobre los centros de reclusión. La situación, a pesar de ser violatoria de derechos humanos, puede obstaculizar proyectos de reinserción de personas con capacidades limitadas, cuya responsabilidad penal aún no ha sido determinada mediante sentencia.

En años recientes, el modelo penitenciario mexicano ha avanzado en la generación de información vinculada a los procesos de reinserción social. Los indicadores de los registros públicos versan sobre el acceso a la educación, al trabajo, a la formación profesional, a los servicios de salud, a las actividades deportivas o a los programas de atención postpenitenciaria. Estos componentes, en lo que respecta a la naturaleza contravencional y procesal de los hechos, son elementos que coadyuvan para la generación de capacidades sancionadas en el artículo 18 constitucional y que facilitan a las personas privadas de la libertad su reincorporación a la sociedad.

Sin embargo, los programas de reinserción no garantizan por sí mismos un descenso de la reincidencia delictiva. Uno de los problemas más relevantes es la falta de calidad, intensidad o resultados de las intervenciones, algo que no se puede conocer con precisión debido a las estadísticas existentes. No se trata sólo de saber cuántas personas pasaron por un programa educativo, laboral o psicológico. Es crucial determinar si esa participación provocó cambios significativos en los factores asociados a la reincidencia, y sobre todo, si esos efectos se mantienen en el tiempo al recuperar la libertad.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Durante este período, persiste la necesidad de desarrollar un sistema nacional de información sobre reincidencia que contemple criterios homogéneos y comparables. Contar con información sistemática permitiría conocer la recidiva de personas luego de haber pasado por determinados programas, sus atributos, los principales factores asociados al regreso a la actividad delictiva y sobre todo qué intervenciones arrojan mejores resultados.

La carencia de sólidos indicadores de reincidencia impacta en la evaluación de las políticas públicas penitenciarias. Sin información sistemática y comparable difícil que se puedan saber los resultados de lo que sucede con los recursos que se ponen en los programas de educación, empleo, apoyo psicológico, capacitación y atención postpenitenciaria. En consecuencia, las decisiones que se consideren en el ámbito institucional pueden continuar orientándose preferentemente por indicadores administrativos, como el número de personas privadas de libertad o la cobertura de los programas, y no por indicadores de reducción efectiva.

Desde esta perspectiva, la evaluación de la política penitenciaria tiene que cambiar de una lógica exclusivamente de cobertura a una lógica orientada a resultados e impacto. El número de personas atendidas resulta ser un indicador importante pero no suficiente. Es importante que se conozca la calidad de las intervenciones, su duración, las características de la población a la que están dirigidas, los factores de riesgo y las necesidades criminógenas a las que están dirigidas y los resultados obtenidos tras la liberación.

Los datos disponibles también permiten identificar áreas donde la incorporación responsable de herramientas tecnológicas pueden ayudar a fortalecer el análisis de la información penitenciaria. El uso de Big Data, inteligencia artificial y sistemas de evaluación de riesgos pueden contribuir a integrar información de diferentes instituciones, así como a identificar patrones vinculados a factores criminógenos y a respaldar la individualización de las intervenciones. Asimismo, pueden ser útiles para dar seguimiento a los sujetos a través de las distintas fases del proceso de reinserción y favorecer la evaluación de los resultados que obtienen los programas.

Los hallazgos de herramientas algorítmicas no deben ser consideradas como verdades absolutas ni ser empleadas de forma automática para la toma de decisiones que modifiquen derechos fundamentales. El análisis de datos tiene por objetivo dar información útil que sirva a las autoridades competentes para la mejor toma de sus decisiones, siempre bajo control humano, y en su caso, supervisión judicial.

Por lo anterior, el mayor reto del modelo penitenciario mexicano no es sólo ampliar la cobertura de los programas de reinserción social, sino diseñar mecanismos que logren mostrar cuán eficaces son, para quiénes funcionan, bajo qué condiciones y en qué medida ayudan a reducir la reincidencia. La política penitenciaria debe pasar de una lógica de implementación de muchos programas, a otra que evalúe resultados, impacto y evidencia científica.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Conocer la situación de la reincidencia en la actualidad, es decir, contar con información fidedigna, difícilmente obtenible, actualizada y comparable resulta fundamental. Con mejores indicadores y responsables del uso de herramientas tecnológicas, el sistema penitenciario de nuestro país podría dejar atrás una administración principalmente descriptiva y pasar a un modelo de gestión por resultados.

Así, la innovación tecnológica y la evidencia criminológica pueden convertirse en herramientas para fortalecer la reinserción social, optimizar los recursos públicos y colaborar en un desarrollo de la prevención de la reincidencia delictiva.

CONCLUSIÓN

Las vulnerabilidades expuestas en la investigación se sustentan sobre el hecho de que la reincidencia delictiva que actualmente seduce a los sistemas de justicia penal. L a privación de libertad por sí sola no permite la reinserción social ni la modificación de conductas delictivas, lo cual se sostiene a partir del análisis de la prueba. El encarcelamiento puede ser necesario ante determinadas conductas delictivas, pero difícilmente puede considerarse una medida suficiente para que una persona no vuelva a delinquir. La reincidencia es un fenómeno complejo que tiene múltiples causas, en el que confluyen factores personales, familiares, sociales, económicos e institucionales. Por consiguiente, debemos ir más allá del endurecimiento de las sanciones y orientarse al diseño e implementación de políticas públicas integrales, preventivas y con base en la evidencia científica.

La investigación permite observar la transformación progresiva de un paradigma tradicional de justicia penal. A diferencia del modelo fundamentalmente punitivo que se centra principalmente en la pena, ha adquirido relevancia el modelo restaurativo que incluye el daño, la participación de la víctima, la responsabilidad del infractor y la reinserción social. Este cambio se encuentra de acuerdo con las tendencias internacionales movidas por las Naciones Unidas y el marco constitucional mexicano, en especial el artículo 18 de la Constitución Política, donde uno de los objetivosfundamentales del sistema penitenciario se refiere a la reinserción social.

Desde la perspectiva legal en México, se tiene como primer término el marco correspondiente a la reinserción social y la no reincidencia. Las normas y principios que rigen dicha interpretación y aplicación de las normas en todo procedimiento y ejecución de pena, son en primer lugar, la Constitución Política, la Ley de Ejecución Penal y el Código de Procedimientos Penales, así como los instrumentos internacionales de derechos humanos y las reglas y principios internacionales relativos al trato de los sujetos privados de la libertad. Las prácticas de justicia restaurativa y los mecanismos alternativos de solución de controversias pueden permitir la resolución de algunos conflictos sin necesidad de la privación de la libertad; además de favorecer una idea de justicia que no se centre solamente en la condena, sino también en la reparación y en la toma de responsabilidad.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Sin embargo, que haya un marco jurídico adecuado no determina por sí solo su efectividad. El estudio indica que persisten obstáculos estructurales relevantes dentro del sistema penitenciario mexicano, como la falta de presupuesto, la ausencia de personal especializado, la escasa capacidad de los programas educativos, laborales y psicosociales, y las deficiencias en la estimación de los resultados de las políticas de reinserción. Estas condiciones crean una distorsión entre lo que las normas establecen y lo que realmente sucede, lo que limita la capacidad del Estado para dar pleno cumplimiento a la orden constitucional de favorecer la reinserción y disminuir la reincidencia.

Los datos reflejan, por otra parte, que las instituciones de México han avanzado en la generación de información relacionada con la población penitenciaria, las situaciones de los centros de reclusión, así como la cobertura de algunos programas de reinserción. Por último, sigue habiendo una falta de información estandarizada, sistemática y comparable sobre la reincidencia delictiva y sobre el impacto real de las intervenciones penitenciarias. No es lo mismo el conocimiento del porcentaje de personas que participan en un programa que la información sobre la eficacia del mismo. Un evento puede ser positivo o negativo: un agresor puede influir en comportamiento, pero es bueno saber si reduce estadísticas de incidentes, miedos, o no. Por su parte, por otro lado, la mediación es una forma de intervención social.

Por lo tanto, uno de los principales desafíos que enfrenta la política criminal mexicana es la necesidad de construir un sistema nacional de evaluación de resultados e impacto de las políticas de reinserción social. El sistema mencionado debe producir información homogénea que, entre otras, esté desagregada por sexo, edad, tipo de delito, características criminógenas, tipo de intervención que recibió y resultados posteriores a la liberación. Se podría mediante esta información con certeza identificar qué programas funcionan, para qué personas en qué condiciones y qué resultados dan. Así, las decisiones públicas podrían pasar de tener como base unos indicadores administrativos a un modelo de política criminal a partir de evidencia.

En ese sentido, la innovación tecnológica puede ser una oportunidad importante, pero hay que manejarla bien. La IA, el Big Data, la tecnología de análisis de datos pueden servir para identificar patrones relacionados con la reincidencia, mejorar la clasificación de las necesidades de intervención y personalizar los programas de tratamiento, así como gestionar recursos institucionales de forma más óptima, por ejemplo. Y así otras herramientas más. Su utilidad no es predecir quién va a volver a delinquir, sino que proporciona información que ayuda a comprender los factores de riesgo y a orientar intervenciones más adecuadas.

Más en particular, los sistemas de evaluación de riesgos pueden ayudar en la identificación de factores criminógenos y la orientación de la intervención individualizada, al tiempo que mejoran la gestión institucional.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

No obstante, los resultados deben interpretarse siempre como estimaciones de probabilidad, más no como determinaciones del comportamiento futuro de un individuo. Por esta razón no deben ser reemplazados ni desplazados en sus decisiones automatizadas los jueces, los funcionarios del sistema penitenciario y los demás operadores jurídicos. El uso de la inteligencia artificial debe ser supervisado, transparente, rendir cuentas, proteger los datos personales, y controlar por juez o jueza en caso de los derechos fundamentales.

La idea de que el aumento de las penas o el uso extensivo de la prisión puede asegurar la seguridad pública debe ser superada. La criminologia demuestra que se deben ataqeuir los factores que hacen que la persona mantenga su conducta delictiva, así como también crear las condiciones que permitan a la persona el desarrollo de un proyecto de vida, lo que la alejará del delito. Para alcanzar el bienestar, es importante fortalecer la educación, la formación para el trabajo, la atención psicológica, los vínculos familiares o comunitarios y las oportunidades legítimas de integración social.

Por tal razón, la prevención de la reincidencia es política de Estado y no del sistema penitenciario solamente. La efectividad de estas estrategias dependerá de la adecuada coordinación entre las diversas instituciones que tienen responsabilidad sobre la justicia, la educación, la salud, el trabajo y el desarrollo social. También se requiere de la capacidad de revisión y evaluación científica de los resultados de las intervenciones. Si bien la tecnología puede mejorar esta gestión, no puede suplantar la responsabilidad institucional y el juicio humano.

Esto es, lo que en realidad debe fijar la justicia penal mexicana no sólo es el castigo del delito cometido, sino la eliminación de las condiciones propicias para su repetición. Un sistema de justicia que quiera ser legítimo, eficaz y respetuoso de los derechos humanos no debe medir su éxito sólo por la cantidad de personas que procesa o sentencia, sino también por su capacidad de reparar el daño, favorecer la reinserción social y disminuir sostenidamente la reincidencia. Por tal motivo, la transición hacia una justicia basada en evidencia, restaurativa y que recurra responsablemente a la innovación tecnológica es una oportunidad para construir una política criminal más humana, eficiente y orientada a resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agnew, R. (1992). Fundamentos de una teoría general de la tensión sobre el delito y la delincuencia. Criminología, 30(1), 47–87. https://doi.org/10.1111/j.1745-9125.1992.tb01093.x

Akers, R. L. (1998). Aprendizaje social y estructura social: Una teoría general del delito y la desviación. Northeastern University Press.

Andrews, D. A., & Bonta, J. (2017). La psicología de la conducta criminal (6.ª ed.). Routledge.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Angwin, J., Larson, J., Mattu, S., & Kirchner, L. (2016). Sesgo de las máquinas: Evaluaciones de riesgo y discriminación en las decisiones judiciales penales. ProPublica.

Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Impacto desigual del Big Data. Revista de Derecho de California, 104(3), 671–732.

Beccaria, C. (2011). De los delitos y de las penas. Alianza Editorial. (Trabajo original publicado en 1764).

Berk, R. (2018). Evaluaciones de riesgo mediante aprendizaje automático en contextos de justicia penal. Springer.

Braithwaite, J. (1989). Delito, vergüenza y reintegración. Cambridge University Press.

Brantingham, P. J., & Faust, F. L. (1976). Un modelo conceptual de prevención del delito. Delito y delincuencia, 22(3), 284–296.

Christie, N. (1977). Los conflictos como propiedad. Revista Británica de Criminología, 17(1), 1–15. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bjc.a046783

Código Nacional de Procedimientos Penales. (2014). Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917). Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Cullen, F. T., Jonson, C. L., & Nagin, D. S. (2018). Las prisiones no reducen la reincidencia: El alto costo de ignorar la ciencia. Revista Penitenciaria, 98(4), 398–427. https://doi.org/10.1177/0032885518784895

Dressel, J., & Farid, H. (2018). La precisión, imparcialidad y límites de la predicción de la reincidencia. Avances de la Ciencia, 4(1), eaao5580.

Durkheim, É. (2001). Las reglas del método sociológico. Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1895).

Farrington, D. P. (2007). Factores de riesgo durante la infancia y prevención orientada al riesgo. En M. Maguire, R. Morgan, & R. Reiner (Eds.), Manual Oxford de criminología (4.ª ed., pp. 602–640). Oxford University Press.

Farrington, D. P. (2019). La teoría integrada del potencial antisocial cognitivo (ICAP). Routledge.

Foucault, M. (2002). Vigilar y castigar: Nacimiento de la prisión. Siglo XXI Editores. (Trabajo original publicado en 1975).

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Aprendizaje profundo. MIT Press.

Gottfredson, M. R., & Hirschi, T. (1990). Una teoría general del delito. Stanford University Press.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Hiperconsumo digital silencioso: huella ecológica de las compras en línea y su mitigación mediante alfabetización en consumo responsable

Silent digital hyperconsumption: ecological footprint of online shopping and its mitigation through literacy in responsible consumption

Dr. Jesús Edmundo López Hernandez
Universidad Autónoma del Estado de México
ORCID: 0009-0002-1540-0958
jelopezh@uaemex.mx
Mtra. María De Jesús Tellez Barrera
Universidad Autónoma del Estado de México
ORCID: 0009-0003-0666-3980
mjtellezb@uaemex.mx
Mtra. María del Carmen Arreola
Universidad Autónoma del Estado de México
ORCID: 0000-0003-4412-7831
mcarreolap@uaemex.mx

RESUMEN

El consumo responsable se ha posicionado como una estrategia clave frente al deterioro ambiental, sin embargo, el crecimiento acelerado del comercio electrónico (**Hiperconsumo digital silencioso**) ha generado una huella ecológica invisibilizada. Esta investigación analiza la relación entre las compras en línea y la generación de residuos electrónicos, emisiones de carbono por logística inversa y sobreexplotación de recursos. El objetivo fue diseñar y evaluar un modelo de alfabetización en consumo responsable dirigido a jóvenes universitarios. Se utilizó un diseño mixto secuencial (cuantitativo-cualitativo) con 384 estudiantes. Los efectos exponen que el 72% ejecuta compras en línea semanales sin tomar en cuenta el impacto ambiental; tras la concientización educativa, se disminuyó en un 34% la frecuencia de compras innecesarias. Se presentan en este estudio gráficas sobre reducción de emisiones CO_2 y disminución de empaques de un solo uso. Se concluye que la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

alfabetización en el consumo responsable si es efectiva a corto plazo, pero requiere políticas institucionales sostenidas.

Palabras clave: Consumo sostenible, educación ambiental, huella ecológica, comercio electrónico, alfabetización informacional.

ABSTRACT

Responsible consumption has become a key strategy in combating environmental degradation; however, the rapid growth of e-commerce (silent digital hyperconsumption) has generated an invisible ecological footprint. This research analyzes the relationship between online shopping and the generation of electronic waste, carbon emissions from reverse logistics, and resource overexploitation. The objective was to design and evaluate responsible consumption literacy model for university students. A sequential mixed-methods (quantitative-qualitative) design was used with 384 students. The results show that 72% make weekly online purchases without considering the environmental impact; after the educational awareness program, the frequency of unnecessary purchases decreased by 34%. This study presents graphs showing the reduction of CO2 emissions and the decrease in single-use packaging. It concludes that responsible consumption literacy is effective in the short term, but requires sustained institutional policies.

Keywords: Sustainable consumption, environmental education, ecological footprint, electronic commerce, information literacy.

INTRODUCCIÓN

El problema del hiperconsumo digital silencioso

En los últimos años, el proceso de la digitación de la economía se ha transformado absolutamente los patrones de consumo a nivel global. El comercio electrónico, en el año de 2019 solo era el 14% de las ventas minoristas a nivel mundial, alcanzó el 21% en 2024, con un avance acelerado en América Latina (320% entre 2019 y 2023, según CEPAL, 2022). Esta situación precedida por la pandemia de COVID-19 y la posterior consolidación de hábitos digitales, ha dado lugar a lo que en esta investigación se le conoce como "Hiperconsumo digital silencioso": un modelo de compras en línea habituales, a menudo obligatorias, cuyo impacto ambiental persiste sin darse cuenta para el consumidor debido a la condición intangible de la transformación digital y la visibilidad de los costos ecológicos en las cadenas logísticas. A diferencia del consumo, donde el aspecto, el transporte y el producto físico son poco visibles, el comercio electrónico no se percibe de forma única. Al consumidor se le complica descubrí los miles de kilómetros que tienen que recorrer los buses, no se percibe la cantidad de almacenes y por lo tanto de igual forma la gran cantidad de devoluciones que se deben de capturar los millones de productos que no se venden, y de igual forma la cantidad de recursos

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

energéticos que se requieren para poder conservar los datos y los servidores. Dicha anomalía incrementa el consumo innecesario: en México, el 68% de los compradores en línea admiten haber adquirido una gran cantidad de productos que eran innecesarios y que reconocen haber comprado las promociones o envío gratuito (García & Martínez, 2022).

Dimensiones invisibles de la huella ecológica digital

Los vestigios del hiperconsumo digital se perciben en cuatro dimensiones interrelacionadas:

- Emisiones de carbono por logística de última milla y devoluciones: Cada compra en línea implica, en promedio, 1.5 kg de CO_2solo por el transporte primario. Las devoluciones (que en moda alcanzan el 40% de los productos) duplican o triplican esta cifra (EPA, 2023).
- Residuos de empaques y plásticos de un solo uso: A pesar de las campañas de sostenibilidad, el 89% de los envíos de grandes plataformas utilizan sobres plásticos o cajas sobredimensionadas con rellenos no biodegradables (OCDE, 2023).
- Obsolescencia programada y acelerada en dispositivos electrónicos: La "moda digital" ha reducido los ciclos de reemplazo de teléfonos, tabletas y accesorios de 3 años a 18 meses, generando 53.6 millones de toneladas de residuos electrónicos en 2024 (ONU, 2024).
- Consumo energético de infraestructura digital invisible: Es de todos conocidos que cada vez que pagamos de forma electrónica se gastan recursos y se almacenan datos en la "nube". Por lo que se estima que la parte del comercio digital efectúa el 2.5% de la energía eléctrica a nivel mundial, una cifra comparable a la de la aviación comercial (IEA, 2023).
- Brecha de alfabetización en consumo responsable
- En este escenario, el concepto de consumo responsable (definido por la UNESCO como la capacidad de elegir productos y servicios minimizando impactos negativos en el ambiente, la sociedad y la economía), enfrenta a un reto inédito: los consumidores carecen de información, y si a esto le agregamos que el diseño mismo de las plataformas digitales promueve el ímpetu y encoge la reflexión crítica. Estudios recientes indican que el 72% de los jóvenes universitarios no sabe que las devoluciones gratuitas tienen un costo ambiental, y el 58% cree que el envío exprés es más ecológico que el estándar (Lee et al., 2021; Quiroz-Fabra et al., 2021).
- Esta brecha de alfabetización no es meramente informativa: es estructural, pues responde a estrategias de mercadotecnia diseñadas para ocultar las externalidades negativas.

Justificación y objetivo de la investigación

Aunque existen estudios sobre consumo sostenible y sobre comercio electrónico por separado, son escasas las investigaciones que han diseñado, implementado y evaluado programas de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

alfabetización específicos para el contexto digital. La mayoría de las intervenciones educativas se centran en el consumo presencial (supermercados, tiendas físicas) o en aspectos generales como el reciclaje.

Por ello, esta investigación se justifica por:

Relevancia social: Los jóvenes universitarios son el segmento de mayor crecimiento en compras en línea (42% anual) y, a la vez, el más receptivo a cambios de comportamiento si se les brindan herramientas claras.

Relevancia ambiental: La mitigación de la huella del hiperconsumo digital requiere intervenciones tempranas y basadas en evidencia.

Relevancia metodológica: Se propone un modelo evaluable y replicable en otras instituciones de educación superior.

Objetivo general:

Evaluar el efecto de un programa de alfabetización en consumo responsable sobre la reducción de la huella ecológica derivada del hiperconsumo digital en estudiantes universitarios.

Objetivos específicos:

Identificar los patrones de compra en línea y el nivel de percepción ambiental de los estudiantes.

Diseñar e implementar una intervención educativa basada en los principios del consumo responsable aplicado al entorno digital.

Medir los cambios en la frecuencia de compras innecesarias, el uso de empaques de un solo uso y las emisiones de estimadas antes y después de la intervención.

METODOLOGÍA

Diseño de investigación

Se empleó un diseño mixto secuencial explicativo (Creswell & Creswell, 2018), con predominancia cuantitativa (CUAN → cual).

Este diseño permite primero medir el efecto de la intervención a través de datos numéricos y luego comprender en profundidad las percepciones y experiencias de los participantes mediante métodos cualitativos.

Fase cuantitativa

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Alcance descriptivo-correlacional con un diseño preexperimental de pre-test y post-test con un solo grupo. Este diseño es apropiado cuando se explora una intervención novedosa en condiciones controladas, aunque sus resultados deben interpretarse con cautela por la ausencia de grupo control.

Fase cualitativa

Estudio fenomenológico interpretativo mediante grupos focales (4 grupos de 8-10 participantes cada uno), realizados después del post-test CO_2para explorar: a) barreras percibidas para cambiar hábitos, b) utilidad percibida de los módulos educativos, y c) sugerencias de mejora.

Población y muestra

- Población objetivo: Estudiantes de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), que realizan al menos una compra en línea al mes. Población total: 12,400 estudiantes.
- Muestra: Probabilística estratificada por área de conocimiento.El tamaño muestral se calculó con la fórmula para poblaciones finitas (Z=1.96, p=q=0.5, e=0.05), obteniendo n=384 estudiantes. El muestreo fue aleatorio simple dentro de cada estrato.
- Características de la muestra final:
- Edad media: 21.3 años (DE=2.1)
- 58% mujeres, 41% hombres, 1% no binario
- 82% con acceso a tarjeta de crédito/débito
- 91% con suscripción a al menos una plataforma de envío rápido (Amazon Prime, Mercado Envíos, etc.)
- Instrumentos de recolección de datos
- Cuestionario de hábitos de consumo digital (CHCD)
- Construcción propia basada en la Scale of Responsible Consumption de Quiroz-Fabra et al. (2021) y adaptaciones de Lee et al. (2021).
- 32 ítems distribuidos en 4 dimensiones: frecuencia de compra (8 ítems), percepción ambiental (10 ítems), conocimiento de logística inversa (6 ítems), disposición al cambio (8 ítems).
- Escala Likert de 5 puntos (1=nunca, 5=siempre).
- Validez de contenido mediante juicio de 5 expertos (índice de validez de contenido >0.85).
- Confiabilidad: alfa de Cronbach de 0.89 (excelente).
- Aplicación en pre-test y post-test (misma versión).

RESULTADOS

Registro semanal de compras en línea

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Formato de autorreporte con validación cruzada mediante capturas de pantalla de historial de pedidos (muestra aleatoria del 10% de los participantes para verificación).

Variables registradas: número de compras, categoría de producto, tipo de empaque (plástico, cartón, mixto), opción de envío (estándar, exprés, sin prisa), devoluciones realizadas.

Calculadora de huella de carbono para comercio electrónico

Adaptación de la metodología EPA (2023) y la calculadora de la Comisión Europea para el sector retail.

Estimación de kg CO_2por compra considerando: distancia promedio (datos logísticos de la zona centro de México), peso del producto, modo de transporte (motocicleta, furgoneta diésel, vehículo eléctrico según plataforma), y factor de devoluciones (tasa base del 15% incrementada según categoría).

Guía de grupos focales

10 preguntas semiestructuradas sobre: experiencia con la intervención, dificultades para cambiar hábitos, percepción de la utilidad de cada módulo, sugerencias para futuras versiones.

Procedimiento

El estudio se desarrolló en 10 semanas.

Fase	Semana	Actividad
Pre-test	1-2	Aplicación del CHCD, primer registro semanal de compras.
Intervención	3-8	Programa "Consumo Responsable Digital" (6 semanas).
Post-test	9-10	Reaplicación del CHCD, segundo registro semanal, grupos focales.

Descripción de la intervención "Consumo Responsable Digital":

Módulo 1 (semana 3): La huella invisible – Visualización de datos sobre emisiones del comercio electrónico, comparación con consumo presencial.

Módulo 2 (semana 4): Detrás del clic – Logística inversa, devoluciones y su impacto. Ejercicio práctico: rastrear el viaje de un producto devuelto.

Módulo 3 (semana 5): Alternativas sostenibles – Compras de segunda mano, reparación, alquiler, plataformas locales.

Módulo 4 (semana 6): Compra crítica – Técnicas para evitar la compulsividad (regla de 24 horas, lista de necesidades vs deseos).

Módulo 5 (semana 7): Empaque consciente – Cómo elegir opciones sin plástico, reutilización de cajas.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Módulo 6 (semana 8): Activismo digital – Herramientas para exigir transparencia ambiental a las plataformas.

Análisis de datos

Cuantitativo**:**

- Estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar, frecuencias, porcentajes).
- Prueba t de Student para muestras relacionadas (comparación pre-post), con corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples.
- Tamaño del efecto (d de Cohen).
- Software: SPSS v.28 y R v.4.2 (paquete effectsize).
- Nivel de significación: α=0.05.

Cualitativo:

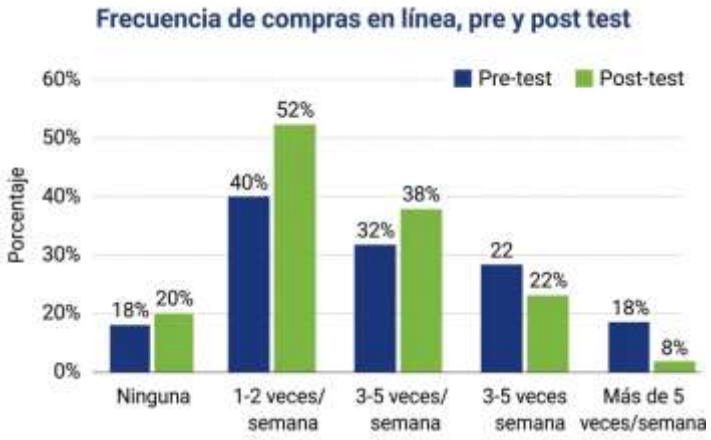
- Transcripción literal de grupos focales.
- Codificación axial (Glaser & Strauss) con apoyo de ATLAS.ti v.23.
- Generación de categorías emergentes y saturación teórica.

Resultados

- Resultados cuantitativos
- El 72% de los estudiantes realiza compras en línea al menos una vez por semana. La categoría más comprada es ropa y accesorios (41%), seguida de electrónicos (23%) y productos de belleza (15%). Solo el 18% declaró haber considerado el impacto ambiental antes de una compra en línea. Como se observa en la gráfica 1

Gráfica 1.

Frecuencia de compras en línea antes y después de la intervención



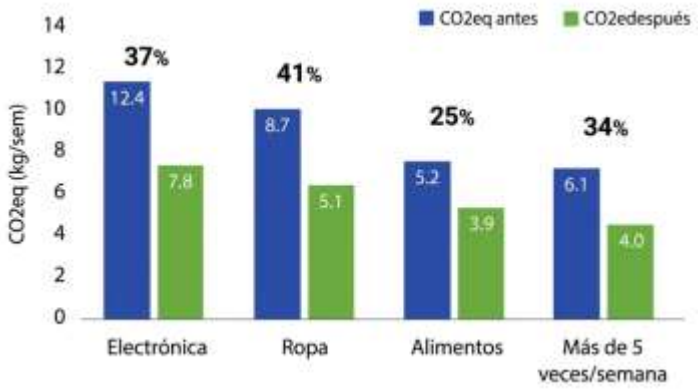
Fuente: Elaboración propia con datos de pre-test y post-test (n=384), proyecto "Consumo Responsable Digital", 2025

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Reducción de compras innecesarias: Definimos "compra innecesaria" como aquella que el participante calificó retrospectivamente como no requerida. La frecuencia semanal media de compras innecesarias disminuyó de 2.7 (DE=1.2) a 1.8 (DE=0.9), diferencia estadísticamente significativa ($t(383)=12.4$, $p<0.001$, $d=0.85$). Esto representa una reducción del 34%. Como se observa en la gráfica 2.

Gráfica 2.

Reducción estimada de emisiones de CO_2 equivalente (kg CO2eq/semana) por categoría de producto

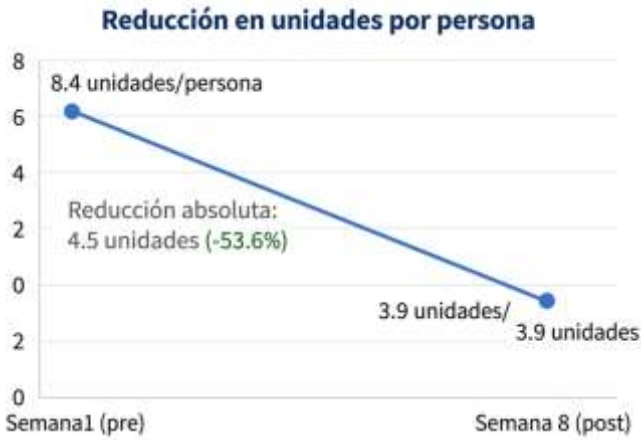


Fuente: Cálculo propio basado en metodología EPA (2023) y frecuencia de compra reportada por categoría, n=384, 2025.

A continuación, se muestra la disminución del uso de empaques de un solo uso (unidades/persona/semana)

Gráfica 3.

Disminución del uso de empaques de un solo uso (unidades/persona/semana)



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Fuente: Registro semanal de empaques, proyecto "Consumo Responsable Digital" (2025).

Otros hallazgos cuantitativos:

El conocimiento sobre logística inversa (devoluciones) aumentó de 2.1/5 a 4.3/5 en la escala Likert ($t(383)=15.2$, $p<0.001$, $d=1.10$).

La disposición a pagar un pequeño extra (5-10%) por envíos con compensación de carbono pasó del 23% al 61% después de la intervención.

Resultados cualitativos

Del análisis de los grupos focales emergieron cuatro categorías principales:

"Nunca me había detenido a pensar en el uso de mi paquete" – Desconexión previa entre el clic y la logística.

"Las devoluciones gratis me parecían un derecho, no un costo" – Toma de conciencia sobre la externalidad ambiental.

"Lo más difícil es cuando la app te dice '¡solo quedan 2!'" – Reconocimiento de la presión psicológica del diseño digital.

"Ahora comparo antes de comprar, y a veces ni compro" – Cambio de comportamiento reportado como positivo.

DISCUSIÓN

Interpretación de los hallazgos

Los resultados de esta investigación confirman que el Hiperconsumo digital silencioso es un fenómeno real y cuantificable entre los jóvenes universitarios mexicanos. La cifra del 72% de estudiantes que compran en línea semanalmente es superior al 54% reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023) para la población general, lo que sugiere que los jóvenes son un grupo de especial vulnerabilidad y, a la vez, de oportunidad para intervenciones tempranas. La reducción del 34% en compras innecesarias después de una intervención de solo 6 semanas es un hallazgo alentador. Este porcentaje duplica el 15-18% reportado por estudios previos en contextos de consumo presencial (Quiroz-Fabra et al., 2021) y supera incluso el 28% encontrado por Lee et al. (2021) en una intervención con estudiantes surcoreanos, aunque aquella duró 12 semanas. Una posible explicación **es que** el formato digital (videos cortos, infografías, foros) podría tener un mayor efecto en esta generación que las intervenciones presenciales tradicionales. Sin embargo, este estudio también revela limitaciones importantes. La reducción del 25% en emisiones de la categoría de alimentos (la más baja de todas) sugiere que ciertos tipos de consumo son más difíciles de modificar, probablemente porque reemplazan compras presenciales esenciales (despensa

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

semanal) o porque las alternativas sostenibles en línea para alimentos son escasas en el contexto mexicano.

Comparación con la literatura existente

Nuestros hallazgos coinciden con García y Martínez (2022) en que la falta de información es una barrera, pero no la única. Los grupos focales mostraron que incluso después de conocer los datos ambientales, los participantes luchaban contra el diseño persuasivo de las plataformas (notificaciones push, ofertas relámpago, envío gratuito condicionado a un monto mínimo). Esto ampara la actitud de la OCDE (2023), que ha solicitado normal los "patrones oscuros" (dark patterns) del comercio electrónico. En discrepancia con estudios que destacan solo el uso responsable de los empaques (p.ej., EPA, 2023), por lo que el rumbo multidimensional demostró que la alfabetización debe de tener consecuencias en múltiples frentes simultáneamente. La disminución del 53.6% en empaques de un solo uso es particularmente notable, ya que no necesito de cambiar en infraestructura.

Limitaciones del estudio

Ausencia de grupo control: El contexto preexperimental no permite desechar completamente los efectos de gestación. Por lo que se solicita un diseño experimental con grupo control y asignación aleatoria en futuras réplicas.

Autorreporte de compras: Aunque se comprobó que la submuestra con capturas de pantalla es viable un sesgo de deseabilidad social.

Cálculo de emisiones: La calculadora EPA (2023) fue adecuada para el contexto mexicano, pero no existen factores de emisión específicos para todas las rutas logísticas del país.

Seguimiento limitado: Solo se calculó el efecto inmediato (8 semanas).

Implicaciones para la práctica y la política

A pesar de las limitaciones, este estudio tiene implicaciones claras:

Para universidades: Incorporar segmentos de "alfabetización en consumo digital responsable".

Para plataformas de comercio electrónico: Demostrar claramente la huella de carbono estimada por producto y ofrecer alternativas predeterminadas de envío sin prisa.

Para reguladores: Considerar la obligatoriedad de etiquetas ambientales digitales (similares a las etiquetas nutrimentales) en cada transacción.

CONCLUSIONES

La investigación comenzó de una constatación preocupante: el crecimiento exponencial del comercio electrónico no ha provocado una reflexión sobre el cuidado del medio ambiente entre los estudiantes universitarios. Esto ha dado lugar a lo que hemos denominado Hiperconsumo digital

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

silencioso, un modelo de compras en línea frecuentes y a menudo excesivas, cuya huella ecológica es prácticamente invisible. El objetivo general de este estudio fue verificar si la concientización en consumo responsable puede mitigar esta huella, y los resultados son indiscutibles en el corto plazo: sí es posible. Tras algunas semanas de trabajo con estudiantes de la UAEMéx, se logró una disminución total del 34% en la frecuencia de compras que se consideran innecesarias, una disminución del 53.6% en el uso de empaques de un solo uso, y una reducción considerada de entre el 25% y el 41% de las emisiones de CO2. Además, la conciencia sobre la marca ambiental de las devoluciones que aumentaron de 2.1 a 4.3 en una escala de 5 puntos, un cambio de magnitud considerable (d de Cohen=1.10). Sin embargo, la conclusión más es que los grupos focales revelaron que el cambio de comportamiento, aunque real, enfrenta barreras sistémicas que la alfabetización por sí sola no puede eliminar.

Por lo tanto, la conclusión de esta investigación es doble: A nivel micro (individual), la alfabetización en consumo responsable funciona. Las universidades deben incorporar este tipo de formación como parte de su compromiso con la sustentabilidad y la formación ciudadana crítica.

A nivel macro (estructural), la alfabetización es necesaria pero insuficiente. El consumidor individual seguirá luchando contra un sistema diseñado para que pierda. La responsabilidad no puede recaer únicamente en el individuo.

Futuras líneas de investigación**:**

Replicar este estudio con un diseño experimental (grupo control) y seguimiento a 6 y 12 meses.

Desarrollar y validar una "calculadora de huella digital personalizada" integrable como extensión de navegador.

Investigar el efecto de políticas de regulación en el comportamiento de compra en línea.

Explorar intervenciones a nivel de plataforma en colaboración con empresas de comercio electrónico.

Recomendaciones.

Se recomienda que los consumidores asuman una mayor concientización antes de realizar cualquier comprar en. En relación con las universidades un mayor conocimientos en consumo digital responsable en currículos obligatorios. En síntesis, el hiperconsumo digital silencioso no es un destino inevitable, sino un problema mal diseñado.

REFERENCIAS

CEPAL. (2022). Economía digital en América Latina: desafíos del comercio electrónico sostenible. Naciones Unidas.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

EPA. (2023). Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: E-commerce module. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/ghgemissions/e-commerce-module-2023

García, R., & Martínez, L. (2022). Percepción ambiental del consumidor digital en México. Revista de Estudios Ambientales, 18(2), 45-63. https://doi.org/10.5678/rea.v18i2.456

IEA. (2023). Electricity consumption of digital infrastructure. International Energy Agency. https://www.iea.org/reports/digital-infrastructure

INEGI. (2023). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2023. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Lee, S., Kim, J., & Park, H. (2021). The effect of digital literacy on sustainable online consumption. Journal of Cleaner Production, 295, 126-138. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126388

OCDE. (2023). Hacia un comercio electrónico más sostenible. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/abc123-en

ONU. (2024). *Global e-waste monitor 2024*. United Nations University.

Quiroz-Fabra, I., Torres, M., & Gómez, C. (2021). Escala de consumo responsable: validación en población mexicana. Acta de Investigación Psicológica, 11(1), 22-35.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Entornos de aprendizaje tecnológico: en la formación de posgrado en salud

Technological learning environments: in postgraduate health training

Dra. Sonia Verena Lapinski
Delia Paciela Cardozo[2]
Nadia Vanesa Lunge[3]

1. Dra. en Ciencias de la Educación. Magister en Ciencias de la Enfermería Comunitaria. Docente de Maestría en Salud Pública y Enfermedades Transmisibles. Docente de la Escuela de Enfermería. Universidad Nacional de Misiones. Coordinadora Pedagógica del Centro de Simulación. Escuela de Enfermería. UNAM. Argentina.
2. Magister en Salud Familiar y Comunitaria. Diplomada en Simulación Clínica. Docente Titular Cátedra: Enfermería Comunitaria. UNAM. Coordinadora General Centro de Simulación. Escuela de Enfermería. UNAM. Argentina.
3. Magister en Metodología de la Investigación Científica. Docente de la Escuela de Enfermería. Universidad Nacional de Misiones. Diplomada para la Formación de Instructores en Simulación Clínica. Integrante del Comité de Ética de Investigación de Salud (CEIS-FCEQyN). Universidad Nacional de Misiones. Coordinadora Provincial Proyecto Paternar Ser y Estar, UNICEF. Ministerio de Salud Pública Provincia de Misiones. Argentina.

Escuela de Enfermería. FCEQyN. UNaM. Argentina 2026
ORCID: 00-00-0001-6657-1074
Correo: lapinskisoniaverena@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La formación de los profesionales sanitarios requiere la adquisición progresiva de competencias esenciales. La simulación se ha afianzado como una metodología de enseñanza y aprendizaje indispensable; constituye una metodología de vanguardia, la piedra angular de la educación del personal sanitario en el nivel de grado y posgrado. Objetivo: indagar sobre las percepciones de los participantes sobre la metodología implementada durante el dictado del curso de posgrado en simulación Clínica. Metodología: Se realizó un estudio mixto, descriptivo y de corte transversal en la Escuela de Enfermería. Participaron voluntariamente 31 estudiantes de posgrado que accedieron a un cuestionario estructurado con consentimiento informado previo, y los datos se analizaron a través de estadísticas descriptivas y gráficos. Resultados: El 87,1% de los participantes refirió estar conforme y satisfecho con la organización; contenidos, materiales, facilitadores y la modalidad del programa. Uno de los obstáculos o barreras identificados fue la incompatibilidad horaria de encuentros sincrónicos. Sin embargo, se apreciaron positivamente aspectos como, la calidad del desempeño docente, accesibilidad y flexibilidad de los recursos, el vínculo pedagógico generado y una retroalimentación oportuna.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Conclusión: La simulación en el posgrado demostró una apreciación auténtica por los participantes, afianzándose la efectividad de esta metodología en la educación sanitaria actual destacando el reconocimiento de contenidos y al consistente acompañamiento docente, el cual logró mitigar el desafío logístico de los horarios en propuestas futuras.

Palabras claves: Educación- enseñanza profesional-programa educativo de adulto.

ABSTRACT

Introduction: The training of health professionals requires the progressive acquisition of essential competences. Simulation has established itself as an indispensable teaching and learning methodology; it is a state-of-the-art methodology, the cornerstone of the education of health personnel at undergraduate and postgraduate level. Objective: to inquire about the participants' perceptions of the methodology implemented during the dictation of the postgraduate course in Clinical Simulation. Methodology: A mixed, descriptive and cross-sectional study was carried out at the School of Nursing. Thirty-one graduate students participated voluntarily, accessing a structured questionnaire with prior informed consent, and the data were analyzed through descriptive and graphical statistics. Results: 87,1% of the participants said they were satisfied with the organisation, contents, materials, facilitators and the way the programme was run. One of the identified obstacles or barriers was the incompatibility of timetables for synchronous meetings. However, aspects such as the quality of teaching performance, accessibility and flexibility of resources, the pedagogical link generated and timely feedback were positively appreciated. Conclusion: The postgraduate simulation demonstrated a genuine appreciation by the participants, reinforcing the effectiveness of this methodology in current health education by highlighting the recognition of contents and the consistent teaching accompaniment, which managed to mitigate the logistical challenge of the schedules in future proposals.

Keywords: education - vocational training - adult education programme.

INTRODUCCIÓN:

La Universidad Nacional de Misiones (UNaM), fundada en (1973), es la principal institucióndе educación superior pública de la provincia y un pilar del desarrollo científico, tecnológico y cultural del noreste argentino. A través de su estructura descentralizada con sedes estratégicas en Posadas, Oberá y Eldorado, alberga seis facultades y dos escuelas que ofrecen una amplia formación en áreas como las ciencias exactas, de salud, humanidades, economía, ingeniería, arte y ciencias forestales. Con más de 5 décadas de trayectoria, la universidad se destaca por orientar su sólida labor de investigación y extensión hacia las necesidades y problemáticas específicas de la región y la triple frontera, consolidándose como el núcleo académico más importante para miles de estudiantes.

Un Poco de Historia de la Escuela de Enfermería:

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Su creación e inicios la Escuela de Enfermería se crea en (1974) e inician el dictado de las clases en el Hospital Madariaga (1975). En 1980, la institución pasa a depender orgánicamente de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. En cuanto a su consolidación académica; es posible mencionar la primera promoción conformada por tres estudiantes (1978-1979). Posteriormente, en 1982, se crea el nivel de grado aprobando el ciclo de Licenciatura con un plan de 5 años. Debido al aumento de estudiantes, la sede se traslada a su ubicación actual en (1983) ubicada sobre la calle López Torres en la Ciudad de Posadas, donde se centralizan las actividades de enseñanza, investigación, extensión y acción social.

Se conforma el Centro de Simulación Clínica, (2014) destinado a desarrollar el pensamiento crítico de los aprendices y garantizar la seguridad en la atención de los sujetos de cuidado. Se implementan programas de apoyo institucional; para fortalecer el acompañamiento estudiantil entre (2016) primero con la incorporación al PIPYT (2016) y luego con la creación del Sistema Integral de Tutorías de la Escuela de Enfermería (SITEE) en (2018), enfocados en el ingreso, continuidad y seguimiento de los estudiantes. La Expansión de infraestructura (2019) inaugura una moderna ampliación edilicia de tres plantas, diseñada para absorber el crecimiento de la matrícula y brindar mayor confort y seguridad a la comunidad académica.

Aportes Teóricos Fundamentales:

En la actualidad, los desafíos educacionales en los equipos de salud se están dando mediante la adquisición de competencias a través de la metodología de simulación y las diferentes herramientas tecnológicas que se suman a facilitar y contribuir a la atención de los sujetos de cuidados, permitiendo brindar cuidados de calidad, acorde a los actuales contextos sociales.

La simulación es un diseño pedagógico estructurado que se nutre de las siguientes corrientes teóricas: el Aprendizaje Experiencial y Reflexivo (Kolb y Kolb 2001) y (Schön 1982) quienes plantean que la vivencia clínica se transforma en conocimiento mediante la acción, la reflexión estructurada -el debriefing- y la aplicación de lo aprendido.

Otra corriente es profesada por (Ericsson 2004) quien propone la Práctica Deliberada mediante la cual y por medio de la repetición intencionada y evaluada de habilidades para llevar al estudiante de un nivel novato al dominio experto.

Además, desde el Pensamiento Complejo autores como (García 2006) y (Morin 1990) quienes permiten comprender la atención del sujeto de cuidado no de forma fragmentada, sino como un sistema dinámico donde interactúan múltiples variables y dimensiones del cuidar.

En las Ciencias de la Salud

La metodología ha revolucionado la educación sanitaria en nivel de grado como de posgrado a través de las siguientes innovaciones: Evolución Tecnológica y Telesimulación: Transición inicialmente con simuladores por partes avanzando gradualmente hacia simuladores

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

de mayor complejidad y cuerpo entero, como también realidades inmersivas (RA y RV) y el desarrollo de entornos a distancia, ideales para el entrenamiento en telemedicina. Nuevas Metodologías (PDCR): Implementación de la Práctica Deliberada de Ciclos Rápidos, que permite pausar el escenario ante un error y corregirlo instantáneamente mediante la repetición permitiendo una retroalimentación inmediata por el facilitador sobre la acción. Integración y Estandarización: Promoción de la Educación Interprofesional (EIP) para derribar barreras entre disciplinas -mejorando las habilidades blandas como ser: la comunicación efectiva, liderazgo, pensamiento crítico, la toma de decisiones, y el trabajo en equipo, acompañada de normativas internacionales profesadas por la Asociación Internacional de Enfermería para la Simulación Clínica y el Aprendizaje (INALCS) que pregonan y profesionalizar el rol del educador en simulación como son los indicadores previamente mencionados.

Las investigaciones actuales en la universidad más precisamente en la Escuela de Enfermería, en relación a la simulación comienzan en forma simultánea a su implementación como uno de los lineamientos y requerimientos de Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) con la finalidad de contribuir a la mejora continua de las buenas prácticas en cada trayecto formativo de diferentes profesionales en carreras de salud y a nivel de posgrado para proporcionar aportes científicos que enaltezcan la formación académica de dichos profesionales aportando prestigio y consolidando el trabajo interdisciplinario en las instituciones de salud.

El curso de posgrado "La Simulación Clínica como Estrategia Pedagógica" aprobado por Resolución Nº561/24, emerge como una propuesta a partir del equipo de investigación consolidado bajo el código 16Q1108 y que en la actualidad continúa efectuando investigaciones del mismo tenor bajo el código 16Q3166. Este presenta una propuesta híbrida de 4 módulos consecutivos de una carga horaria total, 160 horas destinada a profesionales de la salud de diferentes disciplinas; el cual se dicta en la Escuela de Enfermería UNaM.

OBJETIVO

Indagar sobre las percepciones de los participantes sobre la metodología implementada y desarrollada durante el dictado del curso de posgrado en simulación en la Escuela de Enfermería.

METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio mixto con abordaje descriptivo de corte transversal, la participación fue voluntaria con previo consentimiento firmado y se aplicó un cuestionario semi estructurado a 31 estudiantes de posgrado desarrollado en la Escuela de Enfermería los cuales responden a los criterios de inclusión predeterminados por el investigador, en este sentido se detalla que los participantes debían tener en 80% de asistencia y cumplir con el 50% de las actividades propuestas para acceder al cuestionario. Las variables en estudio fueron, las percepciones de los

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

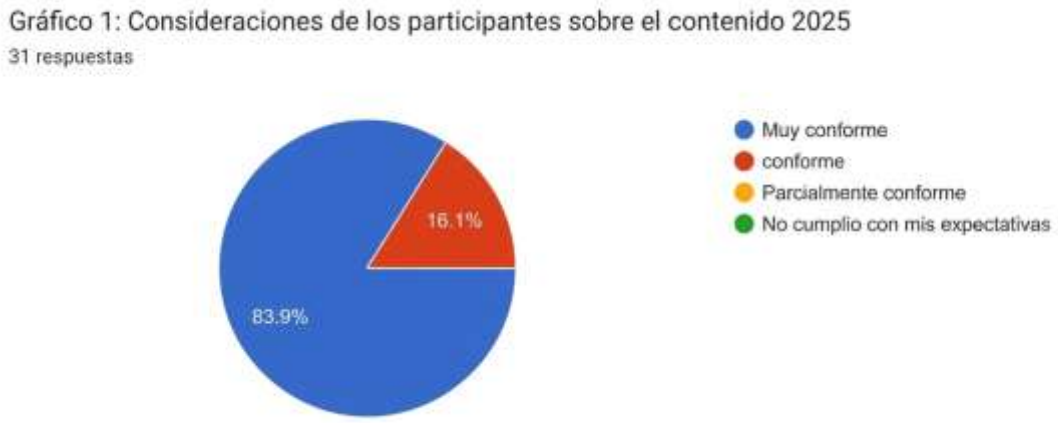
estudiantes y las dimensiones analizadas fueron: contenido, la bibliografía y materiales proporcionada, metodología que se desarrolló para el dictado del curso, el acompañamiento docente, y sus consideraciones en relación con la aplicación de la simulación en su práctica real. Los datos fueron analizados mediante estadísticas descriptivas, presentando los resultados a través de gráficos que garantizan una mejor interpretación. Este análisis arroja luz respecto a la variable y sus dimensiones reflexionadas a la luz del marco teórico que acompaña esta propuesta pedagógica a saber, mientras que los resultados de dicha valoración se despliegan a continuación a través de gráficos estadísticos que optimizan su interpretación.

RESULTADOS Y DISCUSIONES:

Como se observa en el Gráfico 1, la dimensión sobre el contenido mostró que un 83, 9% refirió estar muy conforme y el 16,1% expresó su conformidad. Para opciones parcialmente y no cumplió las expectativas no hubo respuestas, en este sentido y contrastando estos resultados con los autores podemos afirmar: La selección, diseño y planificación de las estrategias y materiales didácticos en este posgrado se sustentan en la premisa de (Vygotsky 1979), quien señala que los recursos educativos deben poseer la gradualidad y flexibilidad necesarias para adaptarse al nivel actual del participante, impulsando de forma progresiva hacia la adquisición de nuevas competencias. En el marco de la educación continua de profesionales sanitarios, este enfoque se traduce en una estructuración de contenidos basada en la complejidad progresiva ya que los nuevos protocolos son actualizados y modificados oportunamente. Para ello, los materiales están organizados en niveles secuenciales que inician con el uso de simuladores por partes orientados al desarrollo de habilidades técnicas aisladas como la punción venosa, avanzan hacia la incorporación gradual de pacientes estandarizados para el entrenamiento en habilidades concretas como ser: valoración, y culminan en el diseño de escenarios de mayor complejidad con simuladores de cuerpo entero que integran e interrelacionan ambos componentes en una experiencia clínica global y multidisciplinarias, incentivando a dichos profesionales a participar en estas experiencias que garantizan un crecimiento institucional a fin de ofrecer servicios de calidad y que garanticen la seguridad del paciente alcanzando una alta eficacia y eficiencia en los servicios brindados.

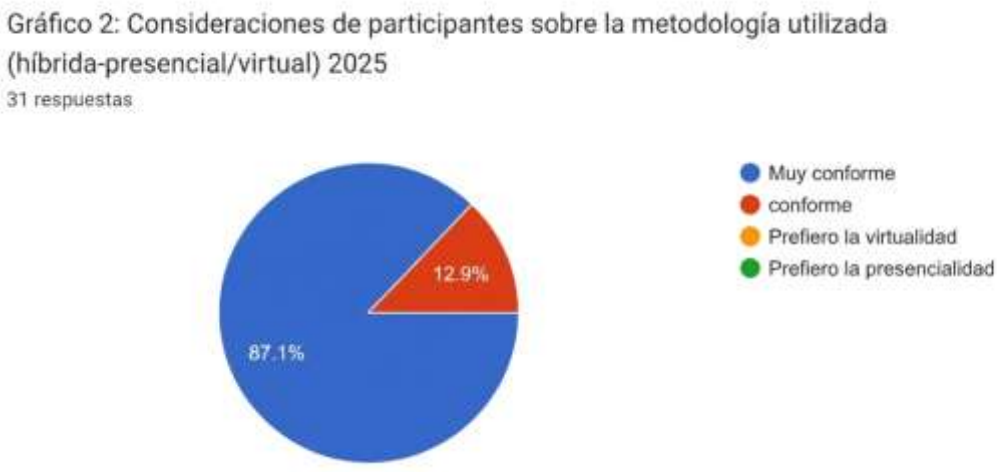
Para operativizar este tránsito dentro de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), el material educativo incorpora un diseño estratégico de "pistas" preestablecidas dentro del guión de simulación, las cuales funcionan como andamiajes pedagógicos explícitos. Estas ayudas están metodológicamente contempladas para que, en caso de que el equipo de salud experimenta un bloqueo cognitivo o procedimental, el material prevea la intervención estandarizada de un actor o confederado (asumiendo el rol de médico de guardia o de colega enfermero, kinesiólogo, instrumentador, entre otros) según establecen los estándares de buenas prácticas.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.



Sin dudas, al usar un confederado o una frase clave ya planificada con anterioridad, podemos reconducir las situaciones difíciles durante la práctica con la finalidad de asegurar que los participantes eviten la frustración y logren cumplir con los objetivos de aprendizaje mediante el apoyo oportuno y guiado del instructor.

Una de las grandes primacías de esta metodología es que nos permite diseñar escenarios poco comunes que un estudiante difícilmente vería en la vida real durante su periodo de formación. Así, en lugar de dejar su aprendizaje al azar, garantizamos que sea posible entrenar y apuntalar esas competencias necesarias, este enfoque demuestra que cuando los participantes se sienten cómodos y seguros, la estrategia se convierte en el motivo ideal para asimilar el conocimiento.

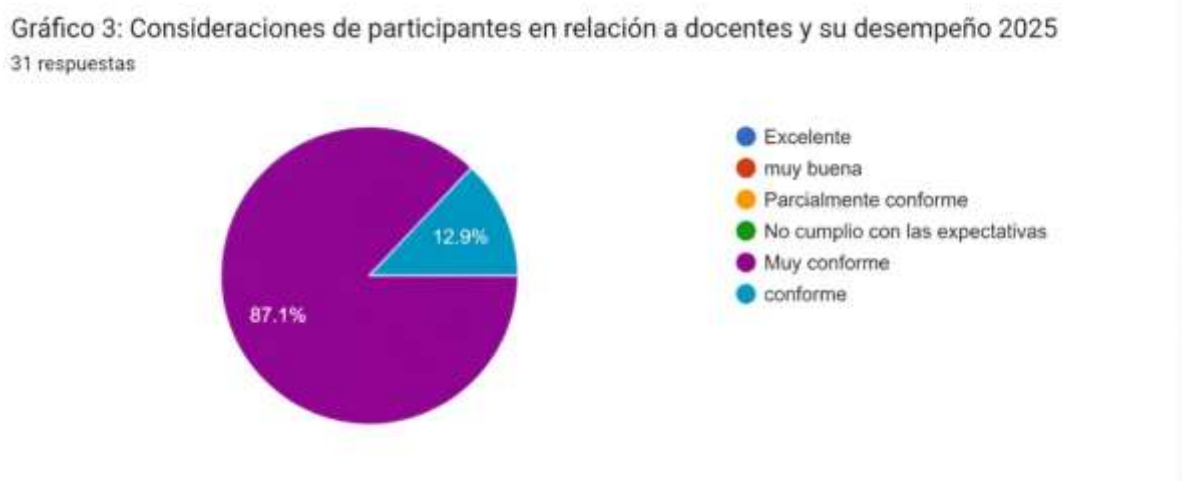


Como se observa en el Gráfico 2, la dimensión metodológica mostró que un 83,9% refirió estar muy conforme y el 16,1% expresó su conformidad. Este distinguido índice de aceptación metodológica coincide con los aportes de (Díaz-Guio et al. 2023) y (González Peñafiel et al. 2018), quienes sostienen que la formación en simulación opera como una metodología de aprendizaje

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

activo que promueve una alta adherencia y satisfacción en el participante al integrar la experiencia seguida y la reflexión crítica. Asimismo, estos resultados alegan la Teoría del Aprendizaje Experiencial de (Kolb y Kolb 2001), asintiendo que los entornos armonizan secuencialmente la acción concreta y la conceptualización abstracta percibidos por los profesionales participantes de posgrado como escenarios soberanamente eficaces y satisfactorios para su desarrollo cognitivo tanto a nivel personal como profesional.

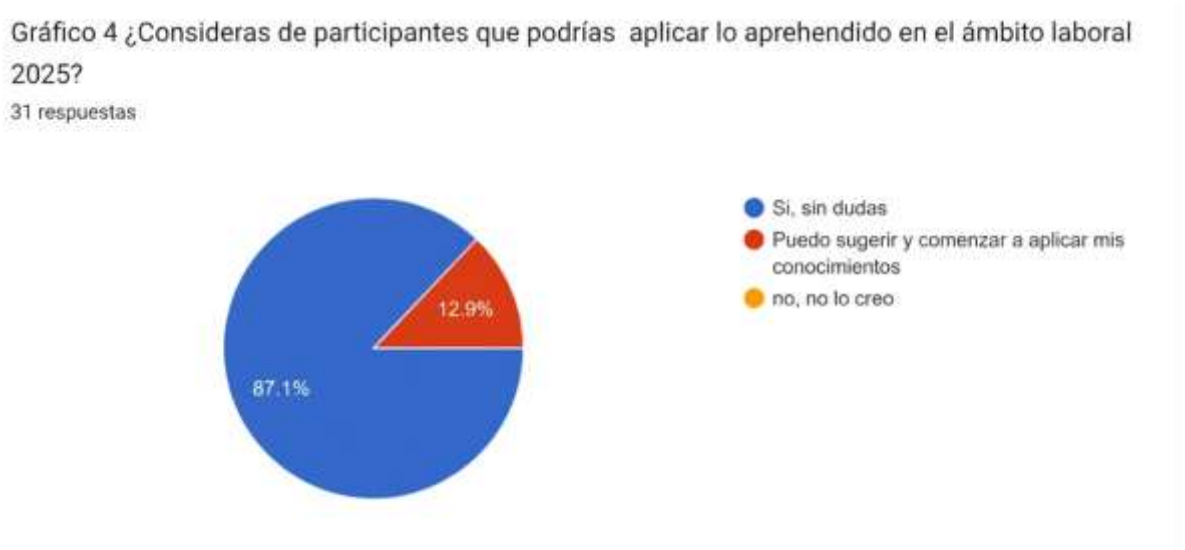
Como se observa en el Gráfico 3, la dimensión relación y desempeño docente mostró que la totalidad de los participantes de posgrado valoró positivamente el rol del facilitador, concentrando las respuestas entre las categorías excelente y muy bueno. Este resultado se alinea estrechamente con las líneas de la Junta Directiva de la INACSL (2011) en su Estándar V, el cual establece que el facilitador de simulación no debe adoptar una postura directiva tradicional, sino la de un guía que promueve un entorno de aprendizaje seguro y reflexivo. El alto nivel de conformidad de los investigadores y profesionales en continua formación demuestra que el cuerpo docente logró encarnar este rol de andamiaje, lo que según (Rojo Rojo y Díaz Agea 2020) es fundamental para que el estudiante de posgrado se sienta acompañado y respetado en la toma de decisiones en situaciones de esta envergadura.



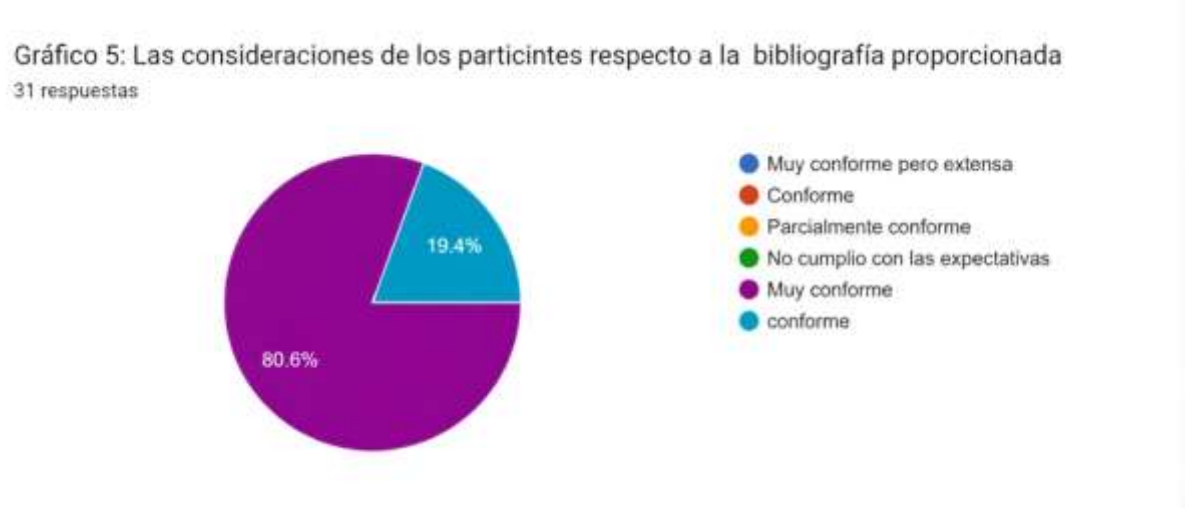
Como se observa en el Gráfico 4, la dimensión aplicación de lo aprehendido en la práctica real mostró que un 87.1% respondió 'sí, sin dudas', un 12.9% señaló 'puedo sugerir a superiores de comenzar a implementarlo'. La contundencia de estos datos vislumbra una transferencia efectiva lo cual se alinea directamente con la cúspide de la pirámide de (Miller 1990), el cual evalúa el 'hacer' en el contexto profesional real. Estos hallazgos demuestran que la propuesta metodológica del posgrado no se limitó a la adquisición de conocimientos abstractos, sino que facilitó lo que (Kolb y Kolb 2001) denominan la fase de experimentación activa. Al percibir escenarios controlados pero realistas, los participantes fortalecen la seguridad necesaria para transferir esas competencias de manera directa y efectiva al cuidado y atención del sujeto de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

cuidado en sus servicios, cerrando con éxito el ciclo del aprendizaje experiencial propuesto por dicho autor.



Con respecto a la bibliografía proporcionada, la gran mayoría de los participantes (80,6%) manifestó estar muy conforme. Bajo la mirada de la andragogía (Sierra Fontalvo, 2006), este valioso nivel de aceptación propone que la selección de contenidos resultó acertada y característica para los participantes de esta oferta de posgrado, quien busca aplicabilidad y excelencia en su formación. Por el contrario, el 19,4% consideró que la cantidad o extensión de las lecturas fue excesiva. En este sentido, bajo la vista de la Teoría del Aprendizaje Experiencial (Kolb y Kolb, 2001; Díaz-Guio et al., 2024), un volumen exagerado de contenido teórico puede generar una sobrecarga cognitiva que limite el tiempo dedicado a la reflexión en profundidad sobre la experiencia. Esta revelación invita al equipo docente en su rol de facilitador activo del proceso (INACSL, 2011) a reflexionar y ejecutar acuerdos en la dosificación del material y el tiempo para optimizar la experiencia de aprendizaje en futuros escenarios.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación exponen una vasta aceptación valorada positivamente por parte de los participantes de posgrado en relación a las dimensiones de contenido y metodología. Este nivel dominante de conformidad elegido por las unidades de análisis destaca un diseño instructivo fundamentado epistemológicamente en los principios de referentes teóricos acordes con la metodología como (Vygotsky,1979); la selección de materiales estructurados bajo la premisa de la complejidad progresiva escalando secuencialmente desde simuladores de partes hasta escenarios de alta fidelidad y de cuerpo entero opera como un andamiaje pedagógico estratégico. Los recursos utilizados y ejecutados han permitido un recorrido efectivo por la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) impidiendo el bloqueo cognitivo en los participantes. Esta recepción metodológica consolidada revalida los aportes efectuados por (Díaz-Guio et al. 2023 y González Peñafiel et al. 2018) sobre la simulación como una metodología de alta adherencia, activa y satisfacción, como así también lo fundamenta el modelo de aprendizaje experiencial de (Kolb y Kolb 2001), evidenciando que la relación instaurada entre la acción concreta y la conceptualización abstracta constituye un medio eficaz para el desarrollo cognitivo de los participantes de dicha experiencia.

Asimismo, la dimensión relacionada con el desempeño docente y la relación pedagógica ha demostrado una amplia conformidad y beneplácito colectivo, con opciones de Excelente y Muy bien. Lo cual demuestra un alineamiento con el Estándar V de la INACSL (2011), reafirmando que el cuerpo docente logró demostrar y asumir el rol de facilitadores en un entorno de aprendizaje seguro psicológicamente. En este mismo sentido, y al estructurar el acompañamiento desde la postura propia que corresponde al rol de facilitador, es decir ejercer de guía y reflexionar durante y posterior a las acciones, es posible afirmar que los instructores proporcionaron el andamiaje concreto para que los participantes se sintieran protegidos en la toma de decisiones autónomas ejecutadas en cada experiencia vivenciada. Es decir que según lo expresa (Rojo Rojo y Díaz Agea 2020) se genera un liderazgo pedagógico, lo cual resulta fundamental en el posgrado para apuntalar un espacio de confianza mutua que potencie la autoeficacia y el pensamiento crítico dentro de los espacios sanitarios en los cuales se desempeñan dichos actores.

Además en la dimensión de aplicación en la práctica real quedan evidenciadas la trascendencia y el impacto del programa ya que en gran medida los participantes proyecta una transferencia efectiva de aplicación casi inmediata en su labor asistencial o, de forma complementaria, ocupando un rol proactivo al proponer estos progresos a sus superiores.

En este sentido, y relacionado estos hallazgos con los aportes teóricos analizados posicionan los resultados en la cúspide de la pirámide de (Miller, 1990), el cual evalúa el "hacer" en el contexto laboral real. De este modo, al proporcionar escenarios controlados pero altamente realistas, el posgrado logra derribar la grieta entre la teoría y la práctica en estos trayectos

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

formativos; cerrando de manera exitosa el ciclo de experimentación activa de (Kolb y Kolb 2001), devolviendo al sistema sanitario profesionales con la seguridad, destreza y fundamentación científica necesarias optimizando el cuidado del sujeto, su familia demandados en la actualidad por la sociedad.

Concluyendo, que los hallazgos trascienden el ámbito académico alineándose firmemente con lo planteado en la agenda para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, dando respuesta a dos de los objetivos por una parte, al objetivo de desarrollo sostenible número cuatro -Educación de Calidad- al admitir la simulación como una estrategia de vanguardia que garantiza una formación de posgrado de excelencia y por otra parte, impacta directamente en el objetivo de desarrollo sostenible número tres -Salud y Bienestar- orientado a la capacitación del personal sanitario. Entendiendo que al perfeccionar las competencias de los profesionales sanitarios a través de metodologías seguras clínica, psicológicas y reflexivas, como es la simulación clínica vinculadas a la presente propuesta formativa analizada y reflexionada por quienes la desarrollaron, es posible afirmar que de esta manera se contribuye de manera directa a optimizar la calidad de los cuidados y a la seguridad del sujeto de cuidado, familia y comunidad como también en el sistema sanitario local, regional y nacional en todos sus niveles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Berrocal Villegas, C. R., Flores Rosas, V. R., Montalvo Fritas, W., & Flores Coronado, M. L. (2021). Entornos distribuidos de aprendizaje ubicuo en tiempos de pandemia: una realidad educativa en educación básica. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 8(3), 00013. https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2633

Briceño, G. (2021). La educación en el Perú durante la pandemia, dificultades actuales y desafíos del Perú [Informe de investigación]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/357643518_La_educacion_en_el_Peru_en_tiempos_de_pandemia_Covid-19

Ceccarelli Calle, J. F. (2014). Feedback en educación clínica. Revista Estomatológica Herediana, 24(2), 127-132. https://doi.org/10.20453/reh.v24i2.2135

Claret, C., & Datsira, S. (2021). Simulación: De la estrategia institucional al caso concreto (1.ª ed.). Editorial GRAÓ.

Comité de Estándares de la INACSL, Decker, S., Alinier, G., Crawford, S. B., Gordon, R. M., Jenkins, D., & Wilson, C. (2021). Estándares de simulación en salud de la INACSL: El proceso de debriefing. Clinical Simulation in Nursing, 58, 42-48. https://www.inacsl.org/healthcare-simulation-standards-of-best-practice-

Corvetto, M., Bravo, M. P., Montanet, A., Altermatt, F., & Delfino, A. E. (2013). Simulación en educación médica: una sinopsis. Revista Médica de Chile, 141(1), 70-79. https://doi.org/10.4067/S0034-98872013000100010

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Díaz-Guio, D. A., Vasco, M., Ferrero, F., & Ricardo-Zapata, A. (2023). Educación basada en simulación, una metodología activa de aprendizaje a través de experiencia y reflexión. Revista Latinoamericana de Simulación Clínica, 6(3), 119-126. https://dx.doi.org/10.35366/118838

Elacqua, G., Vegas, E., Alfonso, M., Montalva, M., & Paredes, V. (2018). Profesión: Profesor en América Latina. ¿Por qué se perdió el prestigio docente y cómo recuperarlo? Banco Interamericano de Desarrollo (BID). https://doi.org/10.18235/0001170

Ericsson K. A. (2004). Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges, 79(10 Suppl), S70–S81. https://doi.org/10.1097/00001888-200410001-00022

Ferrero, F., & Díaz-Guio, D. A. (2021). Educación basada en simulación: polemizando bases teóricas de la formación docente. Simulación Clínica, 3(1), 35-39. https://www.medigraphic.com/pdfs/simulacion/rsc-2021/rsc211f.pdf

file:///C:/Users/Sonia/Downloads/Dialnet-SchonD1982ElProfesionalReflexivoComoPiensanLosProf-6296650.pdf

Forrest, K., & McKimm, J. (Eds.). (2019). Healthcare simulation at a glance. John Wiley & Sons, Inc.

García, R. (2000). El conocimiento en construcción: De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos. Gedisa.

García, R. (2006). Sistemas complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Gedisa.

García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales, 1(1), 66-101.

Gonzalez Peñafiel, M. D., Bravo Zúñiga, B., & Ortiz González, M. D. (2018). El aprendizaje basado en simulación y el aporte de las teorías educativas. Revista Espacios, 39(20), 37-45. https://www.revistaespacios.com/a18v39n20/a18v39n20p37.pdf

https://sasim.com.ar/descargas/LIBRO_SIMULACION_Y_EDUCACION.pdf

Junta Directiva de la INACSL. (2011). Standard V: Simulation facilitator. Clinical Simulation in Nursing, 7(4), s14-s15. https://www.researchgate.net/publication/288273675_Standard_V_Simulation_Facilitator

Khaliq, Tanwir. (2022). Andragogy (adult learning). https://www.researchgate.net/publication/358646288_Andragogy_adult_learning

Kolb, A., & Kolb, D. A. (2001). Experiential learning theory bibliography 1971-2001. McBer and Co.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Lewin, K. (1947). Group decision and social change. En T. M. Newcomb & E. Hartley (Eds.), Readings in Social Psychology (pp. 330-347). Henry Holt.

Miller, G. E. (1990). The assessment of clinical skills/competence/performance. Academic Medicine, 65(9), S63-S67. https://winbev.pbworks.com/f/Assessment.pdf

Morin, E. (1990). Introducción al pensamiento complejo. Gedisa.

Morin, E. (2004). Epistemología de la complejidad. Gazeta de Antropología, 20, Artículo 02.http://www.gazeta-antropologia.es/?p=2841

Morin, E. (2005). Complejidad restringida, complejidad general. En Intelligence de la complexité: épistémologie et pragmatique [Colloque de Cerisy]. Éditions de l'Aube.https://cerisy-colloques.fr/intelligencecomplexite-pub2007/

Perretta, C. J. (2023). Prebriefing: ¿La Cenicienta de las EBS? Centro de Simulación Médica SIMMER. https://www.simmer.com.ar

Riabtseva, Natalia & Reynolds, Ana & Gisin, Martina. (2015). Establishing a Simulation Center: Essentials and Guidelines. https://www.researchgate.net/publication/316582196_Establishing_a_Simulation_Center_Essentials_and_Guidelines/citation/download

Rodriguez Salvador, J. J., & Arboniés Ortiz, J. C. (2001). El feedback como herramienta docente en la formación clínica (1.ª parte). Educación Médica, 4(2), 55-61.

Rojo Rojo, A., & Díaz Agea, J. L. (2020). El rol del instructor de simulación clínica: experiencia educativa en la UCAM. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Ross, K. (2012). Practice makes perfect: Planning considerations for medical simulation centers. Health Facilities Management. https://www.hfmmagazine.com/articles/218-practice-makes-perfect

Schön, D. (1982). El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan. BA: Paidós.

Sierra Fontalvo, R. (2006). La andragogía, modelo propicio para el desarrollo de la educación de adultos. Prospectiva, 4(1), 100-102. https://www.redalyc.org/pdf/4962/496251107016.pdf

Vassallo, J. C., Neira, J. A., & Tauro, N. (Eds.). (2023). Simulación y educación: lineamientos sobre la enseñanza, entrenamiento y evaluación de las competencias profesionales en salud con estrategias basadas en simulación (1.ª ed. rev.). Academia Nacional de Medicina de Buenos Aires; Foro de Investigación en Salud de Argentina.

Vygotsky, L. S. (1979) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Buenos Aires: Grijalbo.

Vygotsky, L. S.(1981) Pensamiento y Lenguaje. Buenos Aires: La Pléyade.

Zamarreño Aramendia, Gorka & Cruz Ruiz, Elena & Romero de la Cruz, Elena. (2021). El Reto De La Enseñanza Virtual Universitaria En Tiempos De Pandemia. Una Experiencia En La

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Universidad De Málaga. https://www.researchgate.net/publication/353025639_EL_RETO_DE_LA_ENSENANZA_VIRTUAL_UNIVERSITARIA_EN_TIEMPOS_DE_PANDEMIA_UNA_EXPERIENCIA_EN_LA_UNIVERSIDAD_DE_MALAGA

Zambrano Guzmán, C., Coro Montanet, G., Gómez Sánchez, M., & Tello Martínez, J. M. (2019). Prebriefing, herramienta clave en el aprendizaje por simulación: concepto, evolución y consideraciones.Científica Dental,16(2),149-154.https://coem.org.es/wp-content/uploads/legacy/pdf/publicaciones/cientifica/vol16num2/prebriefing.pdf

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Inteligencia artificial y sostenibilidad educativa en la educación superior virtual

Artificial intelligence and educational sustainability in virtual higher education

Marco Antonio Román Villegas
Universidad Internacional de La Rioja en México/ Universidad Tecnológica de Queretaro UTEQ
ORCID: 0009-0004-4238-3166
marcoantonio.roman@unir.net
Liliana Benítez Jaimes
INEDIB Instituto para la Educación Integral del Bachiller
ORCID: 0009-0006-4733-7841
liliana.benitez@inedib.edu.mx
Juan Manuel Peña Aguilar
Universidad Internacional de La Rioja en México (UNIR México)/Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ)
ORCID: 0000-0002-7605-238X
juanmanuel.pena@unir.net

RESUMEN

La educación superior virtual persigue dar respuesta a la demanda de modelos formativos sostenibles, inclusivos y éticos en el contexto de una evolución digital y de la paulatina agregación de la inteligencia artificial (IA). La intención de esta investigación es analizar las condiciones pedagógicas, éticas y organizativas a cumplir para la implementación de aplicaciones de IA relacionadas con la tutoría o con el seguimiento académico desde una óptica de sostenibilidad educativa. El estudio plantea un diseño mixto explicativo secuencial, en una fase cuantitativa, mediante un cuestionario con escalas tipo Likert dirigido a estudiantes, docentes y tutores, para seguir con una fase cualitativa sobre la base de entrevistas semiestructuradas que profundizan en las percepciones, experiencias y tensiones que se identificaron. La discusión se desarrolla a partir de cuatro dimensiones: gobernanza ética institucional, tutoría académica apoyada, inclusión digital y evaluación sistemática. El análisis argumenta que la IA puede ayudar a garantizar la continuidad de las trayectorias, la personalización y la detección anticipada de riesgos, sin embargo, puede dificultar

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

la privacidad, la existencia de sesgos algorítmicos, la vigilancia, la dependencia tecnológica y el desplazamiento del juicio profesional. Se concluye que su contribución a la sostenibilidad educativa quedará supeditada a la consideración de que pueda ser utilizada como un apoyo a la decisión humana, de manera transparente, asegurando salvaguardar los datos, accesibilidad, la supervisión docente y la responsabilidad institucional.

Palabras clave: sostenibilidad educativa; inteligencia artificial; educación superior; educación virtual; ética; tutoría; inclusión digital; gobernanza.

ABSTRACT

Virtual higher education seeks to address the growing demand for sustainable, inclusive, and ethical educational models within the context of digital transformation and the progressive integration of Artificial Intelligence (AI). The purpose of this study is to analyze the pedagogical, ethical, and organizational conditions required for the implementation of AI applications related to academic tutoring and student monitoring from the perspective of educational sustainability. The research adopts a sequential explanatory mixed-methods design. The quantitative phase consists of a questionnaire using Likert-scale items administered to students, faculty members, and academic tutors, followed by a qualitative phase based on semi-structured interviews aimed at exploring in greater depth the perceptions, experiences, and tensions identified during the quantitative stage. The discussion is structured around four key dimensions: institutional ethical governance, AI-supported academic tutoring, digital inclusion, and systematic evaluation. The findings suggest that AI can contribute to ensuring the continuity of students' educational pathways, enhancing personalized learning experiences, and enabling the early identification of academic risks. However, it may also give rise to challenges related to privacy, algorithmic bias, surveillance, technological dependency, and the displacement of professional judgment. The study concludes that AI can effectively contribute to educational sustainability only if it is implemented as a transparent decision-support tool that complements, rather than replaces, human judgment while ensuring data protection, accessibility, faculty oversight, and institutional accountability.

Keywords: educational sustainability; artificial intelligence; higher education; virtual education; ethics; tutoring; digital inclusion; governance.

INTRODUCCIÓN

La educación universitaria en procesos de aprendizaje virtual se ha ido configurando, representando un nuevo acceso a la educación superior, diversificando las rutas educativas, satisfaciendo así nuevas exigencias sociales, laborales y tecnológicas; sin embargo, la proliferación de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

esta modalidad también evidenció los desafíos más relacionados con la lógica de continuidad de los itinerarios del alumnado, de la calidad del seguimiento formativo, la disminución de las discrepancias en el acceso, de la alfabetización digital, del tratamiento y la gestión de los datos educativos, así como de la capacidad de las instituciones para garantizar la continuidad con calidad de los procesos formativos. Desde esta perspectiva, el concepto de sostenibilidad educativa no debería hacer referencia solamente a la continuidad en el funcionamiento de los programas formativos, sino al poder de las instituciones para garantizar condiciones de aprendizaje justas, igualmente inclusivas, pertinentes y éticamente responsables.

La IA ha llegado incipientemente a la educación universitaria a modo de sistemas de analítica del aprendizaje, tutores inteligentes, asistentes conversacionales, sistemas de recomendación, herramientas de feedback automatizadas, plataformas que favorezcan a la toma de decisiones de la educación entre otros. Hay investigación que sostiene que estas tecnologías/tratamientos podrían servir para el acomodamiento de las experiencias de aprendizaje, el reconocimiento de las necesidades del alumnado y la compatibilidad con las posibilidades de seguimiento formativo en los entornos digitales (Crompton & Burke, 2023; Zawacki-Richter et al., 2019). No obstante, la incorporación de la IA en el ámbito de la formación universitaria también plantea numerosas preguntas críticas sobre temas como la privacidad y la confidencialidad, la transparencia, la autonomía, la parcialidad, la vigilancia, la responsabilidad del profesorado o la justicia educativa (Nguyen et al., 2023; Williamson & Eynon, 2020).

Desde la visión de la sostenibilidad educativa, la pregunta no giraría tanto en torno a si la IA puede eficientar los procesos académicos, sino que lo haría en torno a las condiciones bajo las cuales podría contribuir a una formación universitaria en modalidad virtual más justas, humanas y socialmente responsables. La literatura más reciente advierte que la IA educativa no debería asumirse como un recurso desinteresado, como sucedería, con el agua, por ejemplo, puesto que su diseño, su implementación y su evaluación están marcados por decisiones de carácter institucional, pedagógico, económico y ético (Holmes et al., 2022; UNESCO, 2023).

Cuando se opta por la educación virtual como modalidad de aprendizaje, existe el riesgo de caer en la soledad, en la deserción o en el atraso, cuando no existen, a su vez, mecanismos adecuados de seguimiento, de respuesta y de apoyo académico por parte de la institución. Para ese instante del proceso, la IA nos puede dar oportunidades significativas, poniendo en marcha alertas tempranas, revisando la participación, sugiriendo recursos e inclusive proporcionando apoyo inicial a las dudas más frecuentemente formuladas (Luckin, 2018; Siemens, 2013).

En este trabajo queremos proponer la IA como recurso para la sostenibilidad de los términos de formación en la educación superior a distancia, en la medida que esta IA se introduzca desde un enfoque responsable de las instituciones educativas. Un enfoque que, por cierto, es antitético a los

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

enfoques tecnocéntricos, según los cuales la innovación educativa no es más que una forma de incorporar recursos tecnológicos. Lejos de ello, este enfoque implica que toda innovación debe evaluarse desde su capacidad de coadyubar a la equidad, a la inclusión, a la calidad pedagógica, a la toma de decisiones del estudiante y a la salvaguarda de derechos.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La adopción acelerada de la inteligencia artificial en la formación superior en línea está creando importantes expectativas de mejora en el seguimiento formativo, en la eficacia de las instituciones educativas y en la adaptación de las experiencias de aprendizaje. Sin embargo, muchas instituciones no tienen marcos claros desde los cuales formar de manera ética, pedagógica y sostenible su utilización, lo cual puede generar un uso fragmentado, improvisado o poco transparente de herramientas inteligentes con riesgo para la privacidad y la confidencialidad, la equidad, la autodeterminación de los estudiantes y el reconocimiento del profesorado.

La ampliación de la matrícula en las titulaciones de virtualidad ha transformado la interpretación de lo que hay que entender por seguimiento formativo. En el entorno del aula presencial, gran parte de estas señales de dificultad se recogen mediante observación, manteniendo una conversación espontánea o bien entablando una conversación informal. En el espacio del aula virtual, de modo mayoritario, buena parte de esas señales quedan mediatizadas a través de los registros digitales que deben ser interpretadas. La falta de participación en el momento de estar dentro de un espacio virtual, la tardanza en la presentación de un producto, la reducción del tiempo de conexión puede dar cuenta de la expertise sobre las dificultades que percibe el estudiante, pero no ayudan a clarificar qué es lo que ha conducido a la situación. La lectura institucional de esos datos es de alto riesgo, debe tomarse en consideración el contexto y también tienen que existir vías de contacto que se aúnen a escuchar la experiencia del estudiante antes de hacerla evidente y tener que valorar la performance o la implicación que demuestra.

Otro aspecto de la cuestión tiene que ver con las capacidades institucionales para adoptar y regular las nuevas tecnologías. Algunas universidades tienen áreas específicas, estrategias de datos, grupos de innovación, personal formado en el uso de aplicaciones de IA. En contraposición, otras universidades son capaces de incorporar en sus actividades pedagógicas soluciones de mercado sin pasar por un análisis pedagógico, jurídico y ético a favor de articular modelos de uso dispares, desde modelos de experiencia muy controlados y seguidos, hasta experiencias donde cada docente decide individualmente qué aplicación utilizar, qué información compartir o cómo hacer uso de sus resultados en un proceso de evaluación que, en muchos casos, no es evaluado antes de entrar en el proceso de tutoría.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Por eso el problema no es determinar si la IA hace las cosas bien o si va a contribuir a optimizar la gestión del tiempo. La consistencia del problema es pensar de qué manera puede ser implementada sin debilitar el vínculo didáctico, sin aumentar desigualdades, y sin convertir la práctica de enseñanza-aprendizaje en una sucesión de decisiones opacas. La respuesta requiere incluir en su artículo la dimensión técnica, la práctica docente, la organización institucional, el resguardo de la información personal y las condiciones sociales de los estudiantes. Solo desde esta visión amplia la evaluación se podrá dar cuenta de la contribución real al mantenimiento de la educación superior a distancia.

OBJETIVO

Analizar las condiciones pedagógicas, éticas y organizativas necesarias para implementar aplicaciones basadas en IA orientadas al seguimiento y la tutoría académica en educación superior virtual, desde una perspectiva de sostenibilidad educativa.

METODOLOGÍA

La investigación se aborda bajo un diseño de tipo mixto de carácter explicativo, ya que posibilita la combinación de una primera fase cuantitativa, encauzada a identificar las directrices generales de la percepción, al tiempo de una segunda fase cualitativa, dirigida a profundizar en las experiencias, en los sentidos y en las tensiones que fundamentan los resultados. Este tipo de diseño de investigación resulta ser, a nivel metodológico, el adecuado de llevar a cabo cuando se desea interpretar un fenómeno de carácter complejo, que como tal involucra dimensiones medibles y dimensiones interpretativas (Creswell & Plano Clark, 2018).

El diseño de investigación y el enfoque metodológico coinciden con una visión sociocrítica, puesto que el objetivo de la investigación no se limita a describir el uso de la IA dentro de la modalidad virtual, sino que busca cuestionar los supuestos por ella misma elaborada acerca de la equidad, la justicia educativa, la capacidad de decisión que puede tener el estudiante y la responsabilidad que tienen las instituciones. Desde esta visión, la tecnología no se percibe como un recurso neutro, sino como una construcción social que, a partir de las circunstancias en las que se desarrolla, puede reproducir o transformar relaciones de poder (Selwyn, 2019).

La secuencia cuantitativa-cualitativa permitirá, igualmente, una selección intencionada de las personas participantes en las entrevistas. Los resultados que proporciona el cuestionario pueden dar lugar tanto a dimensiones con altos acuerdos como a posiciones divididas o repartidas, e incluso a diferencias con respecto a los perfiles propios de las personas participantes en la investigación. En función de esas tendencias cobrarán sentido determinadas tendencias configurativas que pueden llevar a convocar a personas cuyas experiencias permitan matizar dicha contradicción. Supongamos

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

que los estudiantes muestran una mayor preocupación por la privacidad y la confidencialidad que no los docentes.

En tal caso, la etapa hermeneútica cualitativa permitirá explorar en cada una de las situaciones concretas qué ha llevado a interpretar previamente esa priorización de su aspecto privado y qué tipo de condiciones pueden ser consideradas necesarias para recuperar la confianza.

Diseño de la investigación

La estrategia metodológica mixta de corte explicativa se desarrollará en 2 fases secuenciales. La primera fase será cuantitativa y consistirá en la ejecución de un instrumento estructurado de consulta a estudiantes, docentes y tutores académicos implicados con programas de educación superior en modalidad virtual. El instrumento utilizará una escala de valoración tipo Likert para identificar percepciones sobre utilidad, confianza, riesgos, condiciones de uso y valoración de la función del profesorado respecto a la IA.

La segunda fase será cualitativa y se llevará a cabo mediante entrevistas guiadas con un esquema semiestructurado. Su finalidad es profundizar en los hallazgos cuantitativos, principalmente en lo concerniente con la privacidad y la confidencialidad, sesgos, autonomía, seguimiento formativo, participación digital inclusiva y gobernanza institucional. La fase cualitativa servirá para interpretar cómo las partes implicadas en la educación atribuyen significados a la presencia de IA en sus trayectorias formativas y en sus prácticas docentes. La etapa cuantitativa será orientada hacia la consecución de un mapa panorámico de las percepciones de la comunidad educativa. El cuestionario se podrá estructurar en pequeños y claramente diferenciados bloques para limitar la fatiga de los participantes e incrementar la posibilidad de ser bien entendidos. En adición a los reactivos de tipo Likert, se tendrá en consideración una parte de datos generales asociada con el rol académico, la experiencia en la modalidad virtual, la frecuencia de uso de las aplicaciones que incorporan IA y el tipo de actividades en las cuales se han incorporado. Estos datos permitirán indagar si las percepciones cambian en función de la proximidad real hacia la tecnología y el rol formativo que ocupa cada participante en el proceso formativo.

La última integración corresponderá a una lectura cruzada de las dos fuentes disponibles, de la que se podrán construir matrices de tendencias, testimonios, coincidencias y divergencias. El propósito no será sentar que la única verdad se refiere a un método respecto del otro (una manera de tener validez respecto del otro), sino, hacer una mejor explicación. Una media alta de la utilidad percibida puede ser la contraposición a testimonios que adviertan de los riesgos importantes. Ello requerirá una interpretación en que se mantenga esa tensión y se haga ver que aceptar una herramienta no significa abrir la puerta a su uso indiscriminado.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Participantes

Se llevará a cabo una muestra intencionada en la que prima la diversidad de edad, trayectoria académica, disciplina, experiencia tecnológica y condiciones de acceso. Se considera relevante la diversidad porque la relación con la modalidad de educación virtual no es uniforme. Existen personas con activa experiencia digital que integran una herramienta sin dificultad, mientras que exixten personas que requieren un mayor acompañamiento. Asimismo, las necesidades pueden diferir entre estudiantes de ingreso reciente, personas adultas que retornan a los estudios, participantes con discapacidad o quienes tienen que combinar la formación con el ámbito laboral y con familia.

Dentro de la etapa cualitativa se considerará la saturación como el instante en el que las entrevistas dejan de aportar categorías sustantivamente novedosas incidiendo sobre los objetivos del estudio que se va realizando y, más concretamente, se busca la profundidad y la variedad de las perspectivas más que la representación estadística.

La convocatoria habrá de evitar dar a entender un sentido de obligatoriedad, sobre todo si los participantes pertenecen a cursos u otros espacios en los que hay una identificación de la autoridad. La invitación ha de decir que la decisión de participar no afectará en la calificación, en las relaciones laborales, en el acceso a servicios, sino que se ofrecerá la posibilidad de anular el consentimiento antes del cierre del análisis. Las explicaciones son importantes para proteger el sentido de libertad de participación y establecer el carácter de autenticidad de las respuestas.

TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS

Análisis de datos

Con el objetivo de analizar la información cuantificable se llevarán a cabo procesos estadísticos descriptivos como frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones típicas por dimensión. En caso de que exista una cantidad de casos que se ubiquen en una categoría determinada, se hace oportuno realizar el análisis de las posibles relaciones que surgen entre las variables a través de análisis básicos correlacionales. La información de tipo cualitativo será analizada mediante un proceso de categorización temática. Este proceso comprende la lectura inicial, la identificación de las unidades de significado, la elaboración de categorías, la comparación entre discursos y la articulación con los resultados de carácter cuantitativo. Por lo tanto, integrar los resultados hace posible dar cuenta de las tendencias que se habían detectado en la fase inicial a partir de las experiencias y valoraciones de los participantes.

El análisis cuantitativo empezará, en primera instancia, por la depuración de la base, junto con la revisión de aquellas respuestas que no han podido ser completadas. Segundo, se procederá a

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

analizar la distribución de los reactivos y la fiabilidad de las dimensiones. Las estadísticas descriptivas serán la base para detectar tendencias centrales y situaciones de dispersión. Comparar grupos se hará con cuidado desde una lectura de los tamaños de la submuestra y evitando explicar las diferencias por causas únicas y específicas. La intención será detectar patrones que orienten la interpretación y la elección de temas para la fase cualitativa.

La fase de categorización temática de las entrevistas aglutinará categorías iniciales de los objetivos con las categorías emergentes.

En una primera lectura se identificarán extractos relacionados con beneficios, riesgos, uso, condiciones institucionales y propuestas. En una segunda lectura se instrumentarán vínculos entre categorías, roces y la variación del perfil de los participantes. La comparación constante servirá para afinar el sentido de los temas y evitar dar a una experiencia individual el sentido de tendencia.

El análisis mantendrá la frontera entre la percepción y la evidencia del desempeño. Que una herramienta sea considerada como útil no implica que haya que correlacionar que se esté produciendo una mejora del aprendizaje o de la permanencia. Del mismo modo, el hecho de expresar una preocupación no significa que el desacierto se haya dado. Por otra parte, la discusión requerirá que cada resultado sea situado en su ámbito y que aquélla evite trabajos causales que el diseño no avala. Esta prudencia será una buena práctica para una interpretación académica responsable.

Consideraciones éticas y criterios de rigor

El trabajo elaborado comienza considerando el consentimiento libre e informado, la intervención voluntaria, la anonimización de respuestas y el resguardo seguro de la información; no se recabarán datos sensibles innecesarios. En paralelo, se informará a los/as participantes que se trabajará con los datos únicamente para fines académicos. Esta consideración es relevante, dado que la IA educativa tiene una estrecha relación con el uso de los datos personales, las trazas digitales y los patrones de comportamiento académico (Floridi et al., 2018; Prinsloo y Slade, 2017).

El consentimiento libre e informado presentará de forma intuitiva el objetivo del estudio; actividades a solicitar; tiempo de participación estimado; medidas de protección de participantes. Así mismo se indicará que el estudio indaga visiones respecto a la IA, pero no recurrirá al uso de sistemas automáticos para clasificar o puntuar a personas participantes en la investigación. Esa dote con la que se presenta lo parido, constituye un aspecto relevante para disminuir el miedo y asegurar que la determinación última se realiza con conocimiento y consenso.

La anonimización inicia con la reordenación de los datos iniciales. Los nombres de los sujetos que participan en la investigación se reemplazan por códigos, además de la separación de información que puede poner en riesgo la identidad de las personas que son las respuestas proporcionadas en la investigación.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

El principio de minimización hará de guía de la forma de contactar con la información. Únicamente se solicitarán datos estrictamente necesarios para los objetivos del análisis, evitando el recopilar datos sensibles que no sean medibles en relación con el discurso. El trabajo realizado no trata de acceder a cómo han sido recibidos sus historiales académicos personales y no a registros de navegación de plataformas. El citado límite delimita el estudio de una práctica de vigilancia y evoca la atención a las percepciones y experiencias mostradas voluntariamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que el estudio se encuentra en fase de diseño, este apartado presenta resultados esperados y una discusión sustentada en la literatura especializada. Los hallazgos se organizan en cuatro dimensiones que permiten valorar la implementación de la IA más allá de su eficiencia técnica: continuidad de las trayectorias, tutoría aumentada, protección de derechos e inclusión digital.

Inteligencia artificial y continuidad de las trayectorias estudiantiles

Uno de los mayores potenciales de la inteligencia artificial en educación superior de entorno virtual, se relaciona con la opción de asegurar la permanencia de las trayectorias de los estudiantes con sistemas de detección anticipada de vulnerabilidad académica. Las plataformas digitales desarrollan datos sobre el acceso, la participación, la entrega de actividades, la interacción con los recursos, el rendimiento académico, etc. Estos datos pueden ser utilizados para poder identificar patrones que den cuenta del rezago, la desmotivación o el riesgo de abandono (Siemens, 2013).

Sin embargo, el uso de la analítica de la educación debe ser capaz de sortear una visión reduccionista del estudiante, ya que, por ejemplo. un bajo nivel de conexiones o de participación no siempre expresa desinterés; también podría estar relacionado con el trabajo, la familia, la economía, la tecnología o la emoción. Por lo tanto, la IA debe ser concebida como sistema de soporte a la decisión, no como máquina de clasificación automatizada. La sostenibilidad educativa requiere la intervención humana, la tutoría contextualizada y la comunicación empática para poder responder ante las alertas tempranas.

Tutoría académica aumentada

La IA puede contribuir a la formalización de modelos de tutoría aumentada por recursos inteligentes, entendida como una forma de tutoría en la cual las aplicaciones automatizadas dan apoyo a tareas específicas, pero el acompañamiento formativo sigue siendo responsabilidad de las personas. Esta visión permite sortear una falsa oposición entre el docente y la IA. La cuestión no consiste en saber si será la tecnología la que sustituya al docente, sino en poder integrarla para la consolidación de su potencial de acompañamiento.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Los asistentes inteligentes pueden ayudar a dar respuesta a preguntas frecuentes, sugerir recursos, facilitar la posibilidad de una retroalimentación inicial, guiar búsquedas de información, proveer apoyo a las tareas de auto-regulación, sin embargo la dimensión humana de la tutoría sigue siendo imprescindible para la interpretación de los contextos, la interpretación de necesidades emocionales, el valor de condiciones concretas y la toma de decisiones fundadas en la ética de la responsabilidad (Holmes et al., 2022; Luckin, 2018).

Los procesos de formación del profesorado se constituyen en un aspecto fundamental para la sostenibilidad de los procesos de enseñanza, ya que no basta con la mera inclusión de recursos tecnológicos, sino que se debe formar a los profesores y tutores en el uso crítico, la evaluación de sesgos, la salvaguarda de la información personal y el diseño de las experiencias de aprendizaje con mediación de IA.

La tutoría aumentada se basa en la distribución consciente de tareas. Las propuestas automatizadas pueden facilitar actividades repetitivas, por ejemplo, guiar sobre fechas, localizar recursos, responder sobre cuestiones administrativas. Esta disponibilidad puede reducir tiempos de espera y asentir que el personal se enfoque en las situaciones que requieren juicio, escucha y acompañamiento.

La mejora no radica en automatizarlo todo, sino en reservar el tiempo humano para lo que tiene un mayor valor formativo.

El tutor conserva la responsabilidad de interpretar la información y decidir cómo actuar. Una recomendación automatizada debe ser entendida como un insumo que debe ser revisado. Conocer la trayectoria del estudiante, su estilo de comunicación y sus circunstancias puede osar en contra de un aviso producido por la máquina. Además, la posibilidad de desviarse de la recomendación es esencial para que la máquina no se convierta en un estamento al que no se le puede discutir.

La evaluación de la tutoría aumentada deberá tener en cuenta la experiencia del personal y los resultados de los estudiantes. Una herramienta que amplifica la cantidad de alertas o requiere la revisión de las respuestas puede ampliar la carga y no disminuirla; la sostenibilidad organizacional requiere observar los tiempos, las responsabilidades y los recursos. El objetivo ha de ser el proporcionar la capacidad de atención si ya precariza el trabajo docente y convierte los tutores en árbitros de los errores de las máquinas.

Privacidad, datos y vigilancia educativa

El uso de la IA en su modalidad en línea supone una recogida, procesado e interpretación de grandes volúmenes de datos, que pueden contener información académica, patrones de navegación, tiempos de conexión, navegación en los foros, entregas de su seguimiento de actividades, resultados de evaluación. Aunque esta información puede ser útil para favorecer el acompañamiento, es

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

evidente que puede generar muchos problemas en correlación con la privacidad, la confidencialidad, el consentimiento y el control de la actividad educativa.

La continuidad de los procesos educativos exige que las instituciones definan expresamente qué datos serán recogidos, con qué finalidad, el ritmo con el cual se encuentran disponibles, quién tiene acceso a ellos y cómo se salvaguarda la identidad de los alumnos. La falta de políticas limpias también puede dar pie a desconfianza y puede mermar la legitimidad de la solución automatizada.

Por otra parte, la cantidad excesiva de datos produce que el seguimiento formativo se convierta en vigilancia permanente que contradice los principios de autonomía y confianza que deben guiar la educación superior (Prinsloo & Slade, 2017; Williamson & Eynon, 2020).

El maridaje datos-educación requiere establecer diferencias entre información necesaria y recolección desmesurada de datos; es decir, una plataforma puede recoger gran cantidad de acciones, pero no todas ellas son relevantes para el seguimiento formativo. La disponibilidad técnica o la posibilidad de recoger datos no justifican por sí mismas el uso de los datos. Cada dato debe asociarse a un determinado fin educativo, a un periodo determinado de conservación y a una persona (o una unidad) responsable. Este criterio contribuye a recortar prácticas invasivas y reduce los riesgos que podrían surgir del almacenamiento de información que no se va a utilizar legítimamente.

La transparencia informativa requiere algo más que una política extensa que apenas es leída por nadie, los estudiantes necesitan de explicitarles aquello que se procesa y las consecuencias que podría tener. Un usuario de un sistema que esté utilizando datos para producir una alarma, debe requerir saberlo y poder dar contexto. El acceso a la información oportuna permite llevar la autonomía a la práctica y hace que el análisis del comportamiento no sea una actividad secreta.

Sesgos algorítmicos y justicia educativa

Las importantes amenazas que enfrenta la IA educativa es, precisamente, la forma en la que se reeditan las distorsiones relacionadas con la lógica algorítmica. De hecho, las soluciones automatizadas se configuran a partir de datos históricos y, por lo tanto, podrían reproducir desigualdades en los estudiantes, si estos datos están impregnados de patrones de exclusión, discriminación y representación desigual.

En la modalidad de educación virtual alguna de las variables puede hacer el papel de sustitutos indirectos de condiciones sociales. El tipo de dispositivo, el horario de la conexión o la continuidad de la participación puede relacionarse con el empleo, las obligaciones familiares o, simplemente, con un acceso desigual a internet. Como consecuencia, la interpretación que el sistema pueda deducir de tales señales puede ser la de una menor implicación; el resultado sería penalizar a aquellos alumnos que toparen con mayores barreras. La revisión humana está vinculada a cuestionar

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

la idea de que sean los datos los que tienen el poder de instaurar el modo de conocimiento descrito para un hecho correlacionando no es el modo de conocimiento que deba considerarse la causa.

La justificativa de la justicia educativa supone también cuestionar de quien son los beneficios de la tecnología. Una herramienta puede favorecer el rendimiento de aquellos estudiantes con un mayor nivel de competencia digital y otorgar poca o nula ayuda a quienes más la necesitan. La institución ha de valorar el acceso sin barreras, la claridad y la facilidad de uso; la iniciativa misma requiere de hacer un acompañamiento. La innovación sólo ha de considerarse como sostenible cuando se trate de ayudar a reducir barreras y no cuando refuercen ventajas previas.

Las auditorías de sesgo han de ser hechas de forma periódica porque los datos y las poblaciones cambian. Un sistema que funcionó de forma aceptable en una etapa puede ser que no funcione ante un cambio curricular o al observar distintos perfiles de ingreso. La evaluación requerirá de incluir indicadores cuantitativos, revisión de casos y participación de la comunidad. La experiencia de los grupos afectados es la única forma que tenemos de poder revisar consecuencias que no pueden necesariamente ser las que aparecen en las métricas técnicas.

El poder impugnar una recomendación debe considerarse una condición de justicia. El estudiante ha de contar con una vía que le permita solicitar revisión, aportar información y una respuesta razonada. Este mecanismo protege derechos y, a la vez, permite detectar fallas del sistema. Las inconformidades han de entenderse como pruebas a las que habría que dar valor de cara a mejorar la herramienta y la política que la regula.

Inclusión digital y accesibilidad

La IA puede favorecer oportunidades para la enseñanza, pero también puede ahondar las brechas si su aplicación no responde a las condiciones reales de acceso a la tecnología. Una educación virtual sostenible requiere garantizar conectividad, un acceso sin barreras, conocimientos sobre el uso de la tecnología, la ejecución de principios de diseño universal para el aprendizaje, o apoyos diferenciados a estudiantes con necesidades de acceso diferentes.

El concepto de la participación digital inclusiva implica tomar conciencia de que no todos los alumnos tienen las equivalentes oportunidades de acceder a la tecnología. Algunos lo hacen a partir de dispositivos móviles, en redes de calidad inestable o en espacios poco apropiados para el estudio; otros tienen que lidiar con barreras de acceso sin defensas, del propio lenguaje o las habilidades digitales. En un contexto como este, la IA tiene que ser desarrollada para favorecer oportunidades, no para incrementar las exigencias tecnológicas que segreguen a aquellas personas que ya están en desventaja (Eynon & Malmberg, 2021).

El lenguaje es otra de las dimensiones de la inclusión. Los sistemas, en función de sus variantes lingüísticas, pueden llegar a responder mejor y, al mismo tiempo, dejar de lado expresiones

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

regionales, estilos de escritura o vocabulario de especialización. La institución debe plantearse si la herramienta conoce la diversidad de la comunidad de la que forma parte y no reproduce estereotipos. La calidad de la interacción no debe quedar determinada solamente por la existencia de condiciones ideales a partir de ejemplos que no corresponden a la práctica cotidiana.

La inclusión se relaciona también con las alternativas no automatizadas. Existen usuarios que prefieren la interacción humana, que tienen problemas de uso o que simplemente deciden no proporcionar ciertos tipos de datos. Contar con otra vía puede evitar que el uso de la herramienta conlleve una suerte de obligación que limite derechos. La calidad de los procesos educativos es más duradera si la tecnología proporciona más opciones y no si las suprime sin dejar ninguna alternativa.

Modelo de implementación responsable

Derivado del análisis anterior, se plantea un modelo de implementación responsable de la IA para la sostenibilidad educativa que integra cuatro dimensiones. El primer componente hace referencia a la dirección institucional ética, ya que incluye políticas institucionales sobre el uso de la IA, protección de la información personal, consentimiento libre e informado, claridad informativa algorítmica, auditoría sobre sesgos y responsabilidad humana en la toma de decisiones. Esta dimensión se relaciona con la necesidad de establecer marcos institucionales que sean capaces de normar el uso de tecnologías emergentes mediante criterios de legitimidad y de rendición de cuentas (Floridi et al., 2018; UNESCO, 2021).

El segundo componente se refiere al acompañamiento pedagógico, ya que considera la IA como apoyo de la tutoría, la retroalimentación, el seguimiento académico y la individualización de las experiencias de aprendizaje. El tercer componente se refiere a la participación digital inclusiva, la cual supone asegurar el acceso equitativo, un acceso libre de barreras, la alfabetización digital y apoyos diferenciados. El cuarto componente es la valoración sistemática y contemplativa para siempre. Nos pide monitorear los efectos de la IA en permanencia, aprendizaje, satisfacción estudiantil, carga docente, equidad y calidad académica.

La primera fase de la implantación debería abordarse a partir de una prueba controlada. Un piloto permite observar situaciones de uso, recoger incidencias y corregir procedimientos antes de la práctica dentro de los otros usos. En ese momento deberían determinarse los indicadores de utilidad, calidad, equidad, carga de trabajo y satisfacción. También se deberá tener en consideración el registro de incidentes y decisiones para corregir los fallos. La extensión sólo debería considerarse en el momento en el cual la evidencia muestra que existen beneficios desde que el uso está consolidado, y riesgos perfectamente asumibles.

La programación ética del aula universitaria prevé una estructura de responsabilidades. Ha de existir una instancia que autorice los usos, reconduzca los incidentes, revise las fuentes o los

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

proveedores y gestione las auditorías. Aun así, la responsabilidad no puede ser atribuida solamente al comité. Docentes, tutores, administradores y usuarios han de conocer sus responsabilidades. La claridad sobre quién decide, quién supervisa y quién responde en caso de donde existe un daño evita los huecos que suelen aparecer cuando la tecnología atraviesa diferentes dimensiones de la institución.

El acompañamiento pedagógico requiere la descripción de escenarios permitidos, condicionados y prohibidos. Las tareas de bajo impacto, como por ejemplo guiar sobre los recursos pueden permitir mayor automatización. Las decisiones que tienen que ver con evaluación, sanciones, admisión y permanencia requieren regulación estricta y revisión humana.

Esta distinción permite ser aplicador del principio de proporcionalidad: a mayor impacto de una decisión en la trayectoria de una persona mayor ha de ser la información clara, la supervisión de una instancia, la posibilidad de apelar.

La dimensión de la inclusión exige contar con los propios indicadores, relativos a ella misma. No puede bastar con que se mida la media de satisfacción. Hay que observar diferencias de uso, abandono, acceso sin barrera y de resultados por grupos. También se recomienda hacer frente de forma directa a las personas con barrera. La evaluación de la equidad requiere la realización de concretos ajustes (interfaz más simplificada, capacitación, exigencias técnicas más bajas y conservar canales de atención alternativos).

La comunicación institucional atraviesa el conjunto del modelo. La comunidad educativa tiene que estar informada de los objetivos, de los resultados e incluso de los cambios que trae la implementación. La claridad de la información hace posible ajustar expectativas irreales y evita que los rumores definan la percepción del resto. Comunicar también significa asumir los límites y los errores. Una institución que comunica con honestidad aumenta su legitimidad y la cultura del aprendizaje compartido.

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial brinda puntos relevantes para fortalecer la tutoría, agilizar la retroalimentación y detectar de manera temprana dificultades académicas en la educación superior virtual. No obstante, estos beneficios no son automáticos: dependen de la finalidad pedagógica, de la eficacia de los datos, de la vigilancia humana y de la capacidad institucional para prevenir efectos adversos.

Las alertas, recomendaciones o respuestas automatizadas deben funcionar como insumos revisables, contextualizados mediante el diálogo con el estudiante y sujetos a mecanismos claros de corrección e impugnación.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La implementación responsable requiere una gobernanza institucional que delimite usos permitidos, condicionados y prohibidos; establezca responsabilidades; proteja los datos personales; examine sesgos; garantice accesibilidad; y evalúe periódicamente la pertinencia pedagógica, ética y organizativa de las herramientas.

El modelo propuesto articula cuatro dimensiones: gobernanza ética, mediación pedagógica, inclusión digital y evaluación continua. Su aplicación mediante pilotos controlados, indicadores diferenciados y participación de la comunidad educativa permitiría introducir la IA de manera gradual, transparente y susceptible de mejora.

La principal aportación del estudio consiste en situar la IA dentro de un proyecto educativo humanista. La innovación será sostenible cuando amplíe oportunidades, reduzca barreras y fortalezca las capacidades de estudiantes y docentes, sin convertir la experiencia educativa en una secuencia de decisiones opacas o automatizadas.

REFERENCIAS

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE.

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20, Article 22. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8

Eynon, R., & Malmberg, L. E. (2021). Lifelong learning and the Internet: ¿Who benefits most from learning en línea? British Journal of Educational Technology, 52(2), 569–583.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., & Vayena, E. (2018). IA4People: An ethical framework for a good IA society. Minds and Machines, 28, 689–707. https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5

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

Luckin, R. (2018). Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century. UCL Institute of Education Press.

Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B. P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. Education and Information Technologies, 28, 4221–4241. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w

O'Neil, C. (2016). Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy. Crown.

OECD. (2021). IA and the future of skills, volume 1: Capabilities and assessments. OECD Publishing.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Prinsloo, P., & Slade, S. (2017). An elephant in the learning analytics room: The obligation to act. Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference, 46–55.

Selwyn, N. (2019). Should robots replace teachers? IA and the future of education. Polity Press.

Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. American Behavioral Scientist, 57(10), 1380–1400. https://doi.org/10.1177/0002764213498851

UNESCO. (2021). IA and education: Guidance for policy-makers. UNESCO.

UNESCO. (2023). Guidance for generative IA in education and research. UNESCO.

Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in IA in education. Learning, Media and Technology, 45(3), 223–235. https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16, Article 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.