

Transdigital[®]

revista científica



Volumen 6; Número 11; Enero-junio 2025

ISSN: 2683-328X

Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S. C.

La revista científica Transdigital es una publicación semestral bajo el modelo de publicación continua editada por la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C. Hasta ahora, la revista ha sido indizada en: Latindex, Dialnet, ERIHPLUS, REDIB, EuroPub, LivRe, AURA, Academic Resource Index (Research Bib), BASE, MIAR, OpenAire-Explore, Google Scholar, Refseek, ROAD, Sherpa Romeo, Elektronische Zeitschriftenbibliothek, WorldCat, Dimensions, REBIUN, DARDO, Open Ukrainian Citation Index, Zeitschriften Datenbank y The University of Liverpool. Dirección oficial: Circuito Altos Juriquilla 1132. C.P. 76230, Querétaro, México. Tel. +52 (442) 301-3238. Página web oficial: www.revista-transdigital.org. Correo electrónico: aescudero@revista-transdigital.org. Editor en jefe: Alejandro Escudero-Nahón (ORCID: 0000-0001-8245-0838). Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-020912091600-102. International Standard Serial Number (ISSN): 2683-328X; ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (México). Responsable de la última actualización: Editor en jefe: Dr. Alejandro Escudero-Nahón. Todos los artículos en la revista Transdigital están licenciados bajo Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Usted es libre de: Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente. La persona licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia. Lo anterior, bajo los siguientes términos: Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.



Transdigital[®]

revista científica

Adopción de tecnologías I4.0 en la educación mexicana:
retos y oportunidades

Adoption of I4.0 technologies in Mexican education:
challenges and opportunities



Ana América López Araujo
Escuela Estatal de Artes Plásticas, México
ORCID: 0009-0008-3067-8599



Daniela Juanita López Araujo *
Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A.C., México
ORCID: 0000-0002-7205-1136



Nohemi Alvarez Jarquin
Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A.C., México
ORCID: 0000-0003-3367-5517

Adopción de tecnologías I4.0 en la educación mexicana: retos y oportunidades

Adoption of I4.0 technologies in Mexican education: challenges and opportunities

Resumen

Esta investigación analizó los desafíos y las oportunidades asociados con la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en la educación en México, enfocándose en cómo estas tecnologías pueden transformar el panorama educativo del país. Basado en un análisis bibliográfico de reportes, iniciativas y artículos de investigación, se abordó la implementación de tecnologías de Industria 4.0 en el ámbito educativo, destacando las implicaciones para docentes, estudiantes y administradores escolares. A pesar de las tendencias globales hacia la automatización y la digitalización en México, se observó un enfoque centrado en la educación, la manufactura, el sector automotriz y la seguridad informática. Este reporte enfatizó en cómo la educación mexicana, a través de la adopción de tecnologías avanzadas, puede mejorar la calidad de la enseñanza y preparar a los estudiantes para los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial. Se exploraron las iniciativas actuales, tanto federales como estatales, que buscan incorporar estas tecnologías en las aulas, y se analizan los sectores industriales relevantes que interactúan estrechamente con la educación. Además, se ofreció una visión crítica de los obstáculos que enfrenta el país, tales como la falta de infraestructura tecnológica adecuada, la formación de docentes en nuevas competencias digitales y la resistencia al cambio. Finalmente, se propusieron estrategias para superar estas barreras, con el objetivo de que México pueda aprovechar plenamente los beneficios de las tecnologías emergentes y mejorar la formación de su fuerza laboral del futuro.

Palabras clave: industria 4.0, innovación educativa, tecnologías emergentes, transformación digital

Abstract

This research analyzed the challenges and opportunities associated with the adoption of Industry 4.0 technologies in education in Mexico, focusing on how these technologies can transform the country's educational landscape. Based on a bibliographic analysis of reports, initiatives, and research articles, the implementation of Industry 4.0 technologies in education was addressed, highlighting the implications for teachers, students, and school administrators. Despite global trends toward automation and digitalization in Mexico, a focus was observed on education, manufacturing, the automotive sector, and cybersecurity. This report emphasized how Mexican education, through the adoption of advanced technologies, can improve the quality of teaching and prepare students for the challenges of the Fourth Industrial Revolution. Current federal and state initiatives seeking to incorporate these technologies into classrooms were explored, and the relevant industrial sectors that closely interact with education were analyzed. In addition, a critical overview was offered of the obstacles the country faces, such as the lack of adequate technological infrastructure, teacher training in new digital skills, and resistance to change. Finally, strategies were proposed to overcome these barriers, with the goal of enabling Mexico to fully take advantage of the benefits of emerging technologies and improve the training of its future workforce.

Keywords: industry 4.0, educational innovation, emerging technologies, digital transformation

1. Introducción

La Industria 4.0, también conocida como *Industrie 4.0*, emergió como un concepto en la feria *Hannover Messe* en 2011, propuesto por Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas y Wolfgang Wahlster. Esta revolución industrial se caracterizó por integrar sistemas ciberfísicos, automatización avanzada y tecnologías emergentes. Por ejemplo, inteligencia artificial (IA), *Big Data*, computación en la *nube* e internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés). A medida que estas tecnologías transforman la manufactura, su aplicación en la educación presentó oportunidades para un cambio profundo en la enseñanza y el aprendizaje, mejorando la calidad educativa y adaptándose a las necesidades de una economía cada vez más digitalizada.

En el ámbito educativo, el uso de tecnologías de la Industria 4.0 permite crear entornos de aprendizaje más dinámicos, personalizados e interactivos. Por ejemplo, la IA facilita la personalización de la enseñanza, pues se adapta a las necesidades individuales de los estudiantes mediante algoritmos que analizan su rendimiento y sugieren recursos educativos adecuados. Asimismo, el uso de la *Big Data* y la computación en la *nube* ofrece nuevas oportunidades para gestionar y analizar grandes volúmenes de información educativa. La integración de IoT también permite un aprendizaje inmersivo y conectado, ofreciendo experiencias educativas a través de dispositivos y plataformas inteligentes.

En México, el uso de las tecnologías de la Industria 4.0. en el sector educativo enfrenta retos significativos, especialmente en términos de infraestructura, acceso a Internet y preparación del profesorado. La falta de recursos y la desigualdad en el acceso a las tecnologías entre diferentes regiones del país limitan el alcance de estas innovaciones. A pesar de estos desafíos, la adopción de la Industria 4.0 representa una oportunidad para cerrar la brecha educativa, mejorar la calidad del aprendizaje y preparar a las nuevas generaciones para las demandas de un mercado laboral que valora habilidades digitales y cognitivas. Esta investigación exploró las iniciativas actuales en México. Además, se analizó cómo la Industria 4.0 puede transformar la educación, identificando los retos que enfrenta el país en términos de capacitación y recursos, y sugirieron estrategias para superar estas barreras y fomentar un ecosistema educativo más inclusivo y tecnológicamente avanzado.

2. Método de investigación

Esta investigación se centró en buscar y recopilar iniciativas estatales y gubernamentales relacionadas con la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en el ámbito educativo. Además, se realizó un análisis detallado y crítico de los datos obtenidos de dichos informes y documentos. Esto tuvo el objetivo de identificar tendencias, desafíos y oportunidades. La recopilación de información se realizó a partir de diversas fuentes oficiales y académicas, entre ellas reportes gubernamentales, estudios de investigación y documentos de políticas públicas,

entre 2018 y 2024. Este enfoque permitió evaluar la efectividad de las estrategias implementadas y proponer recomendaciones para superar las barreras existentes en el contexto educativo mexicano.

3. Resultados

Los resultados señalaron los avances y los desafíos al integrar la Industria 4.0 en México, especialmente en el ámbito educativo. Si bien existen avances en algunas áreas, la adopción generalizada sigue siendo limitada por diversos factores. Por ejemplo, la infraestructura tecnológica, las disparidades regionales y la falta de capacitación en tecnologías emergentes. En este contexto, fue crucial entender los aspectos tecnológicos y de innovación que facilitan o dificultan este proceso.

3.1. Contexto tecnológico y de innovación

En México, el entorno tecnológico enfrenta diversas debilidades que impactan directamente en la adopción de las tecnologías de la Industria 4.0. Entre las que se encuentran, percepción inadecuada de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) por parte de la sociedad, baja inversión en infraestructura digital y carencia de políticas públicas eficaces para impulsar la transformación tecnológica. Este contexto influye al momento de implementar herramientas tecnológicas en el sector educativo. Por lo tanto, limita el potencial de mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El informe Nuevo León, Estado Inteligente 4.0. (2018) identificó diversas debilidades al adoptar tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en México. Por ejemplo, la percepción inadecuada, la falta de inclusión de la sociedad en temas relacionados con la CTI, y la ausencia de una comisión permanente de TIC en el Congreso Estatal. Además, destacó el limitado acceso a internet y banda ancha, las bajas tasas de inversión en tecnologías de la información, y el hecho de que México tiene uno de los menores números de servidores seguros. Esto restringe las oportunidades para los negocios digitales. El Grupo Banco Mundial (2023) detectó que el 19.49% de la población mexicana tiene acceso a suscripciones de banda ancha fija, concentrándose principalmente en las grandes ciudades.

En cuanto a la innovación, el informe resaltó la falta de recursos para transferir conocimientos hacia productos y servicios de alto valor agregado. Además, subrayó la insuficiencia de investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNII) (Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación [SECIHTI], 2023), pues aproximadamente hay 320 miembros por cada millón de habitantes. Esto evidenció baja capacidad de

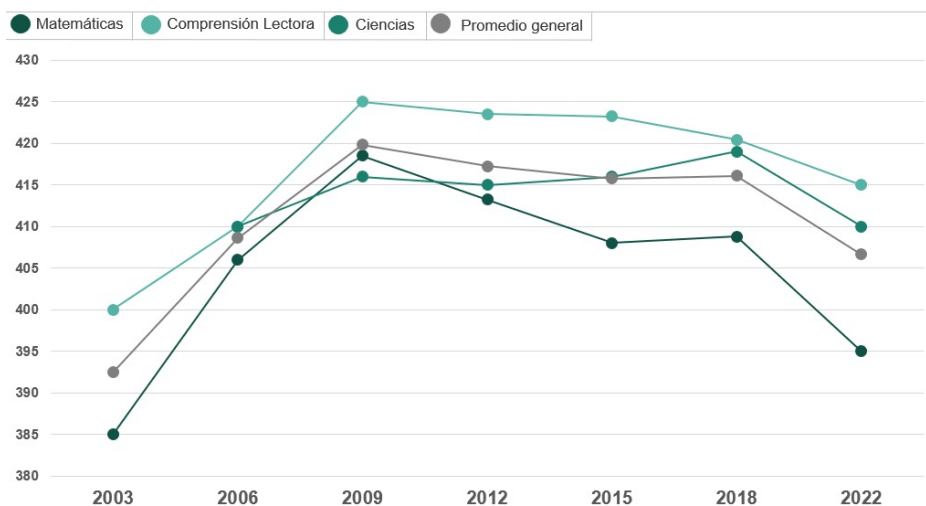
generar artículos científicos, escasa aplicación de los resultados de investigación y desarrollo (I+D) para generar nuevos negocios innovadores, y carencia de programas que fomenten el emprendimiento y la innovación. Además, se incluyen los entornos innovadores deficientes y la baja propensión de las empresas mexicanas para desarrollar su propia tecnología. La *Organisation for Economic Co-operation and Development* ([OECD] 2022) identificó que México ocupa el puesto 36 de 37 países en cuanto al impacto de citas normalizado de artículos de investigación.

3.2. Contexto educativo

A pesar de los esfuerzos para ampliar el acceso a la educación, la calidad educativa y la formación en habilidades digitales, el aprovechamiento de las herramientas tecnológicas avanzadas en las aulas es limitado. La falta de una infraestructura adecuada y la desigualdad en el acceso a los recursos educativos son obstáculos importantes para la preparación de las futuras generaciones frente a las demandas del mercado laboral digital. En México, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) señaló que no hay avances significativos en el desarrollo social y económico. Los resultados de la prueba PISA 2022 situaron a México por debajo del promedio de los países miembros de la OECD en lectura, matemáticas y ciencias (Figura 1).

Figura 1

Puntajes de la prueba PISA entre 2003 y 2022



En este sentido, la desigualdad socioeconómica, los factores institucionales y la falta de políticas públicas contribuyen a una brecha de aprendizaje considerable, pues gran parte de los estudiantes mexicanos que terminan la secundaria carecen de habilidades suficientes para continuar con sus estudios o ingresar al mercado laboral. Aunque la transición hacia nuevas tecnologías ha resaltado la importancia de habilidades cognitivas en la fuerza laboral, México aún enfoca sus políticas educativas en garantizar el acceso, pero no en la calidad educativa para todos los estudiantes.

Además, el Mapa de Ruta elaborado por Nuevo León, Estado Inteligente 4.0. destacó la escasa capacitación en idiomas extranjeros, la falta de programas que fomenten vocaciones científicas, y la baja participación femenina en carreras científicas e ingenierías. Asimismo, señaló el bajo nivel de colaboración entre la industria y las universidades, dado que los objetivos de ambos sectores no están alineados.

3.3. Contexto económico

Los informes de Nuevo León, Estado Inteligente 4.0. (2018) y la Secretaría de Economía (2017) identificaron que los recursos destinados a ciencia, tecnología e innovación son distribuidos inadecuadamente. Además, la creciente corrupción gubernamental y el gasto excesivo son otros factores que considerar. Asimismo, la baja prioridad programática del sector y el aumento de la inseguridad pública reflejan las altas tasas de homicidios y delitos.

En términos de emprendimiento, se señaló la falta de recursos para fomentar nuevas iniciativas tecnológicas, la ausencia de herramientas financieras adecuadas, y la falta de una cultura emprendedora en las pequeñas y medianas empresas (PyME). Algunas de las amenazas identificadas fueron la dependencia de la tecnología extranjera, el marco legal inflexible y la falta de políticas públicas específicas para promover la Industria 4.0.

Además, se identificó la desigualdad de recursos entre las PyME y las grandes empresas multinacionales para adoptar tecnologías emergentes, lo que limita su capacidad para competir globalmente. En términos de inversión, el informe sobre el estado general de la ciencia, tecnología y educación (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías [CONAHCyT], 2021) reveló que el gasto nacional en ciencia y tecnología representó el 0.64% del Producto Interno Bruto (PIB) en 2020, y disminuyó 4.27% durante el periodo 2011-2020.

3.4. Impulso a la CTI

A pesar de los desafíos, se han impulsado acciones para reducir las brechas educativas y de innovación. El gobierno actual ha promovido vocaciones científicas en humanidades, ciencias y tecnologías entre los jóvenes mexicanos. Esto benefició a 147 instituciones hasta junio de 2021 (Presidencia de la República, 2022; 2023). Además, se creó la Feria Nacional y Latinoamericana de Humanidades, Ciencias e Ingenierías *ATHENA*. Esta evaluó 37 proyectos de México y otros países latinoamericanos.

Por otro lado, el Programa de Investigadores por México mantiene a 1,237 catedráticos en diversas regiones del país; el 86.5%, fuera de la Ciudad de México, lo que fomenta la descentralización científica. En términos de innovación, se financiaron 10 proyectos estratégicos con un presupuesto de 380 millones de pesos en 2020. Posteriormente, en junio del 2023, se aprobaron 485 proyectos de desarrollo tecnológico e innovación abierta. En este año se invirtieron 3,855 millones de pesos en 2,349 proyectos de ciencia básica y avanzada. Estos fortalecieron la infraestructura científica y tecnológica del país.

3.5. Iniciativas federales y estatales

En México, se propusieron diversas políticas, mapas de ruta y métodos para integrar nuevas tecnologías en la industria nacional. Programas exitosos como *Plattform Industrie 4.0* en Alemania y *Catapult* en el Reino Unido se basaron en el modelo de la triple hélice. Este modelo promueve la cooperación entre la industria, la academia y el gobierno. Adaptar este modelo en México podría generar resultados positivos en términos de innovación. Sin embargo, es necesario implementar políticas que fomenten programas educativos de calidad desde la educación básica.

En este sentido, el Índice de Competitividad Internacional (ICI) ubicó a México en el puesto 37 de 43 países evaluados, con un nivel de competitividad bajo (IMCO, 2022). El ICI mide la capacidad de cada país para generar, atraer y retener talento e inversión, utilizando 85 indicadores. Cabe destacar que, en el subíndice *innovación*, México avanzó un punto respecto a la edición anterior, alcanzando el lugar 29. La adopción de las TIC, la capacidad de innovación y la fuerza laboral capacitada son esenciales para aprovechar los beneficios de tecnologías emergentes como la IA. Estas pueden brindar competitividad a PyME con baja inversión, en comparación con la adquisición de nuevas máquinas o personal.

3.5.1. Iniciativas federales

3.5.1.1. Plan nacional de desarrollo 2019-2024

El eje de desarrollo económico promueve la innovación y la generación de valor agregado en los sectores productivos con un enfoque en la sostenibilidad. Las estrategias clave incluyen el desarrollo del sistema nacional de innovación para proteger los derechos de propiedad industrial e intelectual. Además, vinculan a la comunidad científica con los sectores público, social y privado. Estos generan conocimiento y desarrollan tecnologías para resolver problemas nacionales.

Además, este eje de desarrollo quiere adoptar nuevas tecnologías en los sectores productivos y la formación de capacidades para su uso, promoviendo métodos de producción sostenibles y consumo responsable. Asimismo, busca establecer una política energética soberana y sostenible, con una estrategia que enfoque la formación de capital humano de alto nivel en el sector energético, alineado con los estándares globales y principios éticos y científicos (Secretaría de Gobierno [SEGOB], 2019).

3.5.1.2. Centros Públicos de Investigación

El Sistema de Centros Públicos de Investigación del CONAHCyT (hoy SECIHTI) tiene más de 20 años de existencia como instrumento del Estado Mexicano, aunque varias de sus instituciones tienen más de 30 años de historia. Desde su fundación en 1970, el CONAHCyT descentralizó la actividad científica y creó centros de investigación, inicialmente coordinados por la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). Tras la disolución de la SPP en 1992, la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el CONAHCyT asumieron la coordinación de la ciencia y tecnología. En 2002, con la nueva Ley de Ciencia y Tecnología, se formalizó el Sistema de Centros Públicos de Investigación (CPI). Actualmente, este sistema cuenta con 25 centros establecidos en diferentes estados (SECIHTI, 2024).

3.5.1.3. Programas Nacionales Estratégicos

La Dirección de Programas Nacionales Estratégicos del CONAHCyT (Pronaces) articula las capacidades científico-técnicas con actores sociales, públicos y privados para resolver problemas nacionales urgentes y complejos (SECIHTI, 2022). Además, busca soluciones integrales basadas en conocimientos avanzados, promoviendo un diálogo continuo con diversas comunidades y sectores. Pronaces fomenta una colaboración eficaz entre las comunidades académicas y tecnológicas, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

de la Organización de las Naciones Unidas ([ONU] 2022) y el Plan Nacional de Desarrollo (SEGOB, 2019). Asimismo, promueve la investigación científica, la innovación tecnológica y el trabajo colaborativo entre diversos actores.

3.5.1.4. Ley general en materia de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación

Esta ley fomenta el financiamiento público progresivo y sin regresiones, apoya la pluralidad cultural y promueve el conocimiento como un bien común. Asimismo, establece el SECIHTI, coordinando la colaboración entre la federación, entidades federativas, municipios y la Ciudad de México, con la participación del sector social y privado. La ley provee mecanismos públicos para financiar proyectos y garantizar el acceso abierto a la información, destacando la importancia del rigor epistemológico, la igualdad, la inclusión y la colaboración en la investigación y el desarrollo tecnológico. Además, el estado debe promover y proteger las libertades de investigación, cátedra y expresión, asegurando un entorno favorable para la ciencia y la tecnología. Asimismo, debe adoptar medidas para la calidad técnica y el acceso universal al conocimiento (Cámara de Diputados, 2023).

3.5.1.5. Laboratorios nacionales

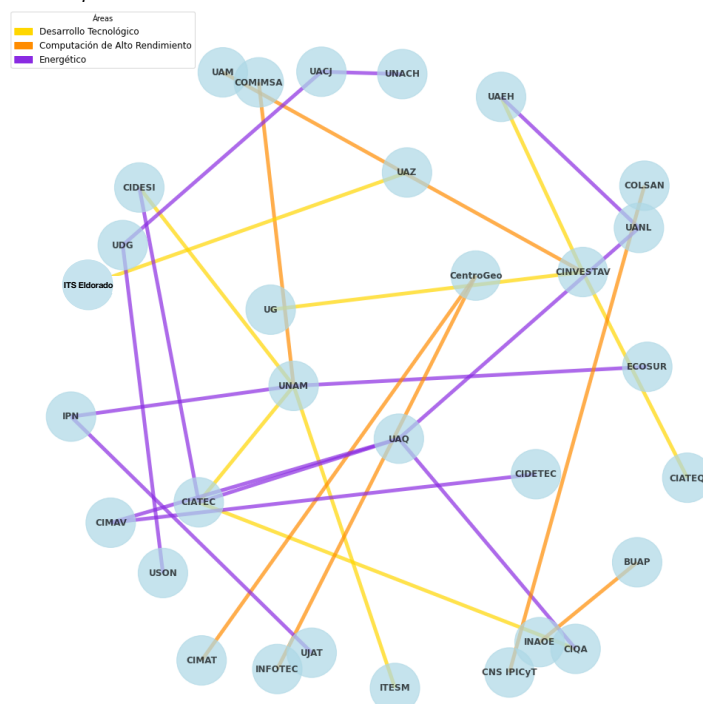
Los laboratorios nacionales del CONAHCyT son sistemas de infraestructura científica, tecnológica y de innovación distribuidos por todo México, resultado de la colaboración entre diversas instituciones. Su objetivo es generar conocimiento, desarrollar tecnología e innovación abierta, y promover el uso público de sus capacidades técnicas y humanas. Además, fortalecen la producción nacional y fomentan el desarrollo económico. Estos laboratorios cumplen tres funciones principales: investigación, formación de recursos humanos y prestación de servicios.

A pesar de que muchos laboratorios ofrecen servicios tecnológicos, el Laboratorio Nacional de Innovación Industrial y Blockchain ([LANIB], 2019) tiene el objetivo de proporcionar soluciones disruptivas para la digitalización y la automatización de procesos productivos en empresas mexicanas. Además, cuenta con un enfoque en la tecnología *Blockchain*. LANIB ofrece cursos, talleres, asesoría y consultoría para implementar *Blockchain*, IoT, robótica colaborativa, diagnósticos empresariales y formación de capital humano. Para esto se utilizan métodos como *Design Thinking* para medir su impacto económico. Los laboratorios enfocados en tecnología se agrupan de acuerdo con los servicios que ofrecen (Figura 2).

- Desarrollo tecnológico. Por ejemplo, diseño y fabricación de prototipos, modelado, simulación y recubrimientos avanzados.
- Computación de alto rendimiento y análisis de imágenes.
- Energía, con laboratorios enfocados en el sector energético.

Figura 2

Instituciones con laboratorio especializados



Nota. UAM: Universidad Autónoma de México; COMIMSA: Corporación Mexicana de Investigación en Materiales; UACJ: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; UNACH: Universidad Autónoma de Chiapas; UAEH: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; COLSAN: El Colegio de San Luis; UANL: Universidad Autónoma de Nuevo León; CINVESTAV: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; ECOSUR: El Colegio de La Frontera Sur; CIATEQ: Centro de Tecnología Avanzada; BUAP: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; INAOE: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; CIQA: Centro de Investigación en Química Aplicada; CNS IPICYT: Centro Nacional de Súpercomputo del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.; ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; UJAT: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; INFOTEC: Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación; CIMAT: Centro de Investigación en Matemáticas; USON: Universidad de Sonora; CIMAV: Centro de Investigación en Materiales Avanzados; CIATEC: Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas; IPN: Instituto Politécnico Nacional; UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México; ITS Eldorado: Instituto Tecnológico Superior de Eldorado; UDG: Universidad de Guanajuato; CIDEESI: Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial; UAZ: Universidad Autónoma de Zacatecas; CentroGeo: Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A.C.;

Guadalajara; CIDETEC: Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo; UAQ: Universidad Autónoma de Querétaro.

3.5.2. Iniciativas estatales

3.5.2.1. *Nuevo León 4.0*

Esta es una iniciativa ciudadana creada en 2017, cuyo objetivo es posicionar a Nuevo León, México, como un referente en economía inteligente para 2025. Este modelo se basa en una *penta-hélice*, involucrando a empresas, universidades, emprendedores, gobierno y voluntarios en 14 iniciativas clave. Además, busca democratizar el acceso a tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial, formar capital humano especializado, generar empleo y mejorar la competitividad. Entre sus aliados estratégicos se encuentran la Secretaría de Economía, universidades locales y empresas internacionales como *Google* e *IBM*.

El programa *MIND 4.0* apoya a emprendedores con mentoría y apoyo estatal en proyectos de transformación digital. Por otro lado, *Municipios 4.0* facilita la adopción de tecnologías innovadoras en los gobiernos municipales, mientras que las empresas *scaleups* ofrecen soluciones tecnológicas listas para la digitalización industrial y urbana. Casos de éxito como *DABI*, que desarrolla reportes digitales, destacan los logros de la iniciativa, que busca impulsar la adopción tecnológica y la transformación digital en la región (Nuevo León, Estado Inteligente 4.0., 2018).

3.5.2.2. *Idea GTO*

Esta iniciativa integra el ecosistema de innovación, ciencia, tecnología y emprendimiento en Guanajuato, México, con el fin de mejorar la competitividad y la globalización de las empresas del estado. Su enfoque está en la formación de talento competitivo y el impulso hacia la economía del conocimiento y la transformación digital. Asimismo, promueve políticas públicas vinculadas a sectores estratégicos para resolver problemas sociales mediante investigación y desarrollo tecnológico. La innovación se concibe como una manera de añadir nuevas capacidades a lo existente, generando valor real en la sociedad. Además, trabaja con diversos grupos para ejecutar proyectos que lleven a Guanajuato, México, a su máximo potencial (Instituto de Innovación, 2024).

3.5.2.3. Querétaro iQ4.0

Desde 2018, la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ), México, lideró el ecosistema de innovación de la Industria 4.0 en el estado. Además, ha desarrollado y actualizado mapas de ruta para definir estrategias clave en innovación, industria y talento, centrados en la Industria 4.0. Estos mapas concentran los esfuerzos del ecosistema regional en áreas de alto potencial y fomentan la colaboración interdisciplinaria. La actualización del radar tecnológico, la identificación de tendencias, la priorización de nichos tecnológicos y la formación de un grupo de confianza con expertos son parte del proceso. Además, se organizan talleres para definir áreas de innovación objetivo y retos de innovación, con el fin de crear un *Fast Roadmap* dinámico para guiar el desarrollo de proyectos estratégicos. Esta iniciativa resalta el compromiso de la UTEQ con la innovación y el progreso científico en la región (UTEQ, 2020).

3.5.2.4. Jalisco Tech Hub Act

Esta política pública busca consolidar a Jalisco, México, como el principal centro de innovación, talento y alta tecnología en México y Latinoamérica, aprovechando un ecosistema que se ha desarrollado durante los últimos 60 años. Asimismo, busca potenciar la industria de alta tecnología mediante una política integral a largo plazo, posicionando a Jalisco, México, como líder en el desarrollo y la retención de talento, y aprovechando las oportunidades del *nearshoring* y la economía geopolítica.

Además, propone diseñar estrategias para mejorar las ventajas competitivas del estado, fomentar la creación y crecimiento de empresas tecnológicas mediante la colaboración público-privada y asociaciones empresariales, y promover la inversión en infraestructura y operaciones tecnológicas. Se espera que esta política tenga un impacto significativo desde el 2024 al 2030, tanto a nivel económico como en la formación de talento humano (Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico, 2023).

3.5.2.5. Centro de Productividad e Innovación para la Industria 4.0

El Centro de Productividad e Innovación para la Industria 4.0 (CEPRODI) en el Estado de México busca mejorar la competitividad de las empresas en sectores clave como el aeroespacial, el automotriz, los plásticos, la logística, las tecnologías de la información y la agroindustria. Por otro lado, el CEPRODI 4.0 en Querétaro, México, es una alianza entre la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), el Gobierno de Querétaro, México, y la UTEQ, con el apoyo de la *PROSOFT* y la industria local. Este centro impulsa el ecosistema regional de

innovación del Bajío ofreciendo servicios de diseño, modelado, simulación, prototipado y adopción de manufactura digital (FUMEC, 2018).

3.5.2.6. Alianza 4.0 San Luis Potosí

La *Alianza México 4.0*, originada por *Siemens AG* durante la visita de Joe Kaeser a México en 2017, tiene como objetivo crear un marco legal y regulatorio que impulse la adopción de tecnologías de la Industria 4.0. La Secretaría de Economía lidera esta iniciativa, pues involucra empresas, cámaras empresariales, organismos y academia en la creación de una política pública enfocada en la industria 4.0. *Siemens AG* juega un papel fundamental en este consejo. El enfoque principal de la iniciativa está en los sectores industriales con auge en la región, pues tiene la expectativa de que impacte en la generación de empleos y bien remunerados, en la creación de nuevas empresas y modelos de negocio (Zermeño-Guerra et al., 2021).

4. Discusión

La adopción de tecnologías emergentes como la IA, el IoT, la automatización y las TIC representa un paso fundamental para modernizar la industria en México. Sin embargo, este proceso enfrenta diversos desafíos que deben ser abordados para aprovechar todo su potencial. Al mismo tiempo, también se presentan oportunidades clave que podrían transformar los sectores productivos, mejorar la competitividad y fomentar el desarrollo económico y social.

4.1. Retos

La calidad educativa y la equidad en la formación son fundamentales para desarrollar una fuerza laboral capacitada. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes entran en contacto con la programación solo a nivel profesional, lo cual es un enfoque tardío para satisfacer las demandas actuales de la industria. Por otro lado, las PyME enfrentan importantes retos económicos para invertir en tecnologías emergentes como IA, IoT, automatización y TIC. Esta falta de inversión limita su competitividad en un mercado globalizado. En este sentido, existe una brecha significativa en la contratación de expertos en IA y TIC, que se ve agravada por las disparidades regionales en el acceso a la educación y la formación especializada.

4.2. Oportunidades

La IA y la automatización tienen el potencial de optimizar los procesos productivos, incrementar la eficiencia y reducir la tasa de errores. Esto beneficia a las grandes industrias tecnológicas. Sectores como la manufactura, la industria automotriz y la ciberseguridad presentan grandes oportunidades para adoptar tecnologías como IA, IoT y automatización, con casos de éxito que demuestran su potencial. En este sentido, la IA y las TIC pueden personalizar y mejorar la experiencia del cliente. Esto genera un valor significativo a los productos y servicios finales. Por lo tanto, la IA, el IoT y las TIC juegan un papel crucial en el desarrollo de la educación digital y la mejora de la ciberseguridad, áreas esenciales para el crecimiento y la transformación industrial.

4.3. Recomendaciones

A partir de la investigación realizada, se presentan las siguientes recomendaciones para posicionar a México como un líder en la adopción de tecnologías de la Industria 4.0, promoviendo su competitividad y crecimiento económico (Tabla 1).

Tabla 1

Recomendaciones para adoptar tecnologías de la Industria 4.0

Tema	Recomendaciones
Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica	Mejorar el acceso a internet y la disponibilidad de banda ancha, especialmente en áreas rurales y zonas industriales, para garantizar la conectividad en todo el país. Incrementar el número de servidores seguros y confiables para facilitar el desarrollo de negocios digitales y proteger la información sensible de las empresas.
Incrementar la inversión en investigación, desarrollo y educación	Aumentar el financiamiento destinado a la investigación, el desarrollo y la educación superior, con énfasis en programas de posgrado y capacitación técnica que respondan a las demandas del mercado. Fomentar una cultura emprendedora en las PyMEs mediante programas de apoyo y promoción de iniciativas innovadoras que favorezcan su crecimiento y adopción de nuevas tecnologías.
Desarrollar políticas públicas y marcos regulatorios adecuados	Crear un marco legal y regulatorio que impulse el desarrollo tecnológico y la innovación, facilitando la colaboración entre la industria, la academia y el gobierno. Establecer comisiones permanentes en el congreso y consejos consultivos de alto nivel que guíen la política pública hacia la adopción de la Industria 4.0.

Tabla 1

Recomendaciones para adoptar tecnologías de la Industria 4.0

Tema	Recomendaciones
Promover la colaboración y la transferencia de conocimiento	<p>Modelo de Triple Hélice: Fortalecer la cooperación entre la industria, la academia y el gobierno para acelerar la adopción de tecnologías avanzadas en todos los sectores.</p> <p>Crear y apoyar centros de productividad e innovación como CEPRODI 4.0, que ofrezcan servicios de diseño, modelado, simulación y prototipado para impulsar la innovación en diversas industrias.</p>
Mejorar la capacitación y retención de talento	<p>Implementar programas de formación y capacitación continua en las TIC, así como en áreas clave de la Industria 4.0, para asegurar una fuerza laboral preparada.</p> <p>Aumentar el número de investigadores en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) y fomentar la publicación de artículos científicos de alto impacto que contribuyan al avance de la ciencia y la tecnología.</p>
Fomentar la inversión y la competitividad	<p>Crear incentivos fiscales y financieros para atraer inversiones nacionales y extranjeras en sectores tecnológicos y de alta innovación, promoviendo la creación de nuevos proyectos y empresas.</p> <p>Aumentar el número de empresas certificadas bajo la norma ISO 9001, lo que garantizaría la mejora de la calidad y la estandarización de procesos y formación en las organizaciones.</p>
Desarrollar una estrategia nacional de Industria 4.0.	<p>Formular un plan estratégico integral de ciencia, tecnología e innovación a nivel estatal y nacional, con una visión a largo plazo que guíe el crecimiento y la transformación digital del país.</p> <p>Establecer un mapa de ruta que permita guiar rápidamente el desarrollo de proyectos estratégicos y actualizarlo continuamente para adaptarse a nuevas tecnologías.</p>

5. Conclusiones

En México, para aprovechar las ventajas de la Industria 4.0 en México se deben implementar políticas que promuevan la educación tecnológica desde edades tempranas y fomenten la inversión en infraestructura digital. Además, es crucial brindar apoyo a las PyME mediante financiamiento y recursos técnicos, permitiéndoles adoptar estas tecnologías de manera efectiva. La colaboración entre el gobierno, la industria y la academia es clave para crear un ecosistema de innovación que impulse el desarrollo tecnológico del país.

La adopción de tecnologías como la IA, el IoT, la automatización y las TIC en la industria mexicana presenta tanto desafíos como oportunidades significativas. Con el respaldo adecuado en áreas como la educación, las

políticas públicas y la cooperación entre sectores, México tiene el potencial de convertirse en un líder global en la adopción de la Industria 4.0, mejorando su competitividad internacional y generando beneficios tangibles para su economía y sociedad.

México, en el umbral de la Cuarta Revolución Industrial, tiene la oportunidad de posicionarse entre las principales economías manufactureras del mundo. La digitalización podría catapultar a México como la quinta economía más influyente, optimizando los procesos industriales para satisfacer la demanda global de manera eficiente.

Referencias

- Cámara de Diputados. (2023). *Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación*. Gobierno de México. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMHCTI.pdf>
- Clark, P. (2019). *IV. Los que aprenden y los que no: brechas escolares, desigualdad social y políticas educativas*. Página web oficial del Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C. https://imco.org.mx/pub_indices/2019/11/20/los-que-aprenden-y-los-que-no-brechas-escolares-desigualdad-social-y-politicas-educativas/
- CONAHCyT. (2021). *Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Gobierno de México. https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/planeacion_y_evaluacion/informe_general_CTI/INFORME_GENERAL_14_DIC_22_links.pdf
- Coordinación de Crecimiento y Desarrollo Económico. (2023). *Jalisco Tech Hub Act*. Página web oficial del Gobierno de Jalisco. <https://coordinacioneconomia.jalisco.gob.mx/jalisco-tech-hub-act>
- FUMEC. (2018). *Centro de Productividad e Innovación para la Industria 4.0*. Página web oficial de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia. <https://ceprodi4-0.org/>
- Grupo Banco Mundial. (2023). *Suscripciones a banda ancha fija por cada 100 habitantes en México*. Página web oficial del Grupo Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.BBND.P2?locations=MX>
- IMCO. (2022). *Índice de Competitividad Internacional 2022*. Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C.
- Instituto de Innovación. (2024). *¿Qué es el Instituto de Innovación?* Página web oficial del Gobierno de Guanajuato. <https://idea.guanajuato.gob.mx/>
- LANIB. (2019). *Centro de Innovación Industrial LANIB. Laboratorio Nacional de Industria 4.0 y Blockchain*. Página web oficial del Laboratorio Nacional de Innovación Industrial y Blockchain. <http://lanib.mx/>

Nuevo León 4.0. (2018). Nuevo León 4.0., Estado Inteligente. Página web oficial de Nuevo León 4.0., Estado Inteligente. <https://www.nuevoleon40.org/>

OECD. (2022). *PISA 2022 Results (Volume I and II) - Country Notes: Mexico*. Página web oficial de la Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/mexico-519eaf88#chapter-d1e11>

ONU. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Página web oficial de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Presidencia de la República. (2022). *4 Informe de Gobierno 2020-2021*. Presidencia de la República. <https://framework-gb.cdn.gob.mx/informe/5b8e7a983a893dfc02a8e444abfb45.pdf>

Presidencia de la República. (2023). *5 Informe de Gobierno 2022-2023*. Presidencia de la República. <https://www.gob.mx/presidencia/documentos/quinto-informe-de-gobierno-344019>

SECIHTI. (2022). *Programas Nacionales Estratégicos*. Página web oficial del Gobierno de México. <https://secihti.mx/pronaces/>

SECIHTI. (2023). *Archivo Histórico del SNII*. Página web oficial del Gobierno de México. <https://conahcyt.mx/sistema-nacional-de-investigadores/archivo-historico/>

SECIHTI. (2024). *Centros Públicos*. Página web oficial del Gobierno de México. <https://secihti.mx/cp/>

Secretaría de Economía. (2017). *Crafting the Future. Roadmap for Industry 4.0 in Mexico*. Secretaría de Economía. https://sg.com.mx/sites/default/files/stories/documentos/Roadmap_Industria_4_0.pdf

SEGOB. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019—2024*. Secretaría de Gobernación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487316/PND_2019-2024.pdf

UTEQ. (2020). *Mapa de Ruta del Ecosistema de Innovación iQ4.0*. Secretaria de Educación Querétaro. https://www.uteg.edu.mx/test/Ecosistema_de_Innovacion_2020_esp.pdf

Zermeño-Guerra, A., Gottsche, H., García Caro, J., Preinfalk, A., Ibarra Jiménez, F., Firsching, A., Díaz del Castillo, P., Espinosa Zavala, R., Villegas Valladares, E., Medina Rivera, R., & Puente Orozco, G. (2021). *Alianza 4.0. San Luis Potosí alianza para la transformación digital* [Página] LinkedIn. <https://mx.linkedin.com/company/alianza-4-cero>



Transdigital[®]

editorial

La Editorial *Transdigital* publica libros de carácter científico y académico. Se pueden publicar tesis de posgrado, una vez sometidas al sistema de evaluación de pares de doble ciego. Servicios:

- Gestión del International Standard Book Number (ISBN), del Digital Object Identifier (DOI) y del código de barras.
- Diseño gráfico
- Servicio de corrección de estilo y redacción.
- Dictaminación de la revisión por pares en doble ciego hecha por miembros del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) de México.
- Alojamiento permanente del libro en la editorial *Transdigital* (www.editorial-transdigital.org)
- Distribución gratuita en *Dialnet*, *Google Books*, *Google Play* y *SCRIBD*.
- Distribución a precio mínimo en *Amazon Kindle* (cuota que pagan los lectores de *Kindle*).

La editorial *Transdigital* está en el Registro en el Padrón Nacional de Editores como agente editor Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C., con el Dígito Identificador 978-607-99594. Además, está afiliada a la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana (CANIEM) con el número 4069, de conformidad con el artículo 17 de la Ley de Cámaras Empresariales y sus Confederaciones en vigor. Y está en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) de la SECIHTI de México con el folio: RENIECYT 2400068.



Transdigital[®]

congreso virtual

El Congreso Virtual *Transdigital* se realiza anualmente de manera totalmente virtual (www.congreso-transdigital.org). Este evento tiene el objetivo de reunir resultados parciales o finales de investigaciones empíricas, documentales o ensayos científicos sobre temas y desafíos que involucran a la tecnología y la transformación digital en sociedad.

Está dirigido a investigadores(as), docentes de todas las modalidades y niveles del sistema educativo, estudiantes de pregrado y posgrado, gestores(as) educativos(as), directivos(as) y demás profesionales interesados(as) en la investigación empírica y documental sobre el uso de la tecnología y la transformación digital en diversos ámbitos sociales, por ejemplo, la salud, el ocio, el turismo, las finanzas, la educación, el desarrollo comunitario, la industria, etcétera.

La inscripción por texto, con un máximo de tres autores(as) da el derecho de publicar la ponencia como capítulo de libro académico en la editorial *Transdigital*, una vez que ha sido admitida por el Comité Científico; además se otorgan certificados de ponencia y asistencia. Ese libro cuenta con International Standard Book Number (ISBN), Digital Object Identifier (DOI) y código de barras.

El Congreso Virtual *Transdigital* es una iniciativa que está inscrita en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) de la SECIHTI de México con el folio: RENIECYT 2400068.



Transdigital[®]

revista científica

La revista científica *Transdigital* es una publicación semestral bajo el modelo de publicación continua, de manera que se reciben textos durante todo el año. Es editada por la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C. Evalúa los textos con el sistema de pares de doble ciego. Se admiten Artículos de investigación y Ensayos científicos originales.

El proceso de publicación es expedito y, en promedio, los textos se publican tres meses después de que han sido recibidos. El Consejo científico y el Comité editorial se compone por distinguidas y distinguidos académicos de talla nacional e internacional. Cuenta con la Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-020912091600-102, International Standard Serial Number (ISSN) 2683-328X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Hasta ahora, está indizada en Latindex, Dialnet, ERIHPLUS, REDIB, EuroPub, LivRe, AURA, Academic Resource Index (ResearchBib), MIAR, OpenAire-Explore, Refseek, Sherpa Romeo, Elektronische Zeitschriftenbibliothek, ZDB Zeitschriften Datenbank, WorldCat, Dimensions, The University of Liverpool, Discovery, Erasmus University Rotterdam, Mir@bel, REBIUN, DARDO, UOCI, LatinRev, ROAD, Google Scholar, Crossref, Scite, Lens, Internet Archive, BASE, etc.

El costo de publicación puede ser consultado en: www.revista-transdigital.org