



Impacto de las competencias tecnológicas de la industria 4.0 en la educación

Jessica Aracely Castillo-Martínez¹

jcastillom182@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7510-3501>

Benemértia Universidad Autónoma de
Puebla
México

Jorge A. Fernández Pérez

jorge.fernandez@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5275-3309>

Benemértia Universidad Autónoma de Puebla
México, SNI2

RESUMEN

La importancia de revisar las transformaciones tecnológicas e industriales en el tiempo sirve de base para conocer y prever cuáles serán los nuevos requisitos que exigirá el cambiante mundo laboral desde una visión de la formación profesional. Por lo tanto, el objetivo principal del trabajo fue identificar cuáles son las competencias en términos de tecnología que son requisito y necesidad primordial en los últimos avances tecnológicos como respuesta ante los desafíos tanto del aparato educativo a nivel profesional y laboral en sectores industriales. Para ello, la metodología utilizada fue de carácter descriptivo no experimental, propios del enfoque cualitativo. Por lo que, el trabajo constituye una revisión de literatura a través de una búsqueda sistematizada de documentos en diferentes plataformas. Los hallazgos más relevantes se centran en que las principales competencias tecnológicas que más demanda tienen por parte de la industria y del mundo del trabajo son aquellas en las que se basa la industria 4.0, tales como el big data, los robots, la simulación, los sistemas de integración, el internet de las cosas, la ciberseguridad, el cloud computing, la impresión 3D y la realidad aumentada.

Palabras clave: *competencias tecnológicas; formación profesional; industria 4.0; industria 5.0.*

¹ Autor principal.

Correspondencia: jcastillom182@gmail.com

Impact of technological skills of industry 4.0 in education

ABSTRACT

The importance of reviewing technological and industrial transformations over time serves as a basis for knowing and anticipating the new requirements that the changing world of work will demand from a professional training perspective. Therefore, the main objective of the work was to identify which are the competences in terms of technology that are a primary requirement and need in the latest technological advances as a response to the challenges of both the educational apparatus at a professional and labor level in industrial sectors. For this, the methodology used was of a non-experimental descriptive nature, typical of the qualitative approach. Therefore, the work constitutes a literature review through a systematic search of documents in different platforms. The most relevant findings focus on the fact that the main technological skills that are most in demand by industry and the world of work are those on which Industry 4.0 is based, such as big data, robots, simulation, integration systems, the internet of things, cybersecurity, cloud computing, 3D printing and augmented reality.

Keywords: *technological skills; professional training; industry 4.0*

Artículo recibido 10 junio 2023

Aceptado para publicación: 10 julio 2023

INTRODUCCIÓN

La curiosidad y necesidad de mejorar son rasgos presentes en el ser humano que lo motivan a progresar, a crear herramientas, dispositivos y máquinas que le facilitan las actividades del día a día. Bajo este principio, se consolidó la presencia de la tecnología en la vida del hombre, entendida ésta como aquel conocimiento que se posee para crear un artefacto que ha de ser de utilidad para resolver problemas de la cotidianidad, por lo que se puede decir que la tecnología siempre ha estado presente en el desarrollo de la humanidad.

Por lo tanto, la evolución del conocimiento poco a poco transformó la manera de producir todo tipo de productos tecnológicos, llegando al grado impactar en momentos clave de la historia, en el caso del sector industrial, se pueden ver evidenciadas estas transformaciones y se les conoce como revoluciones industriales. De esta manera, existen la primera, la segunda, la tercera y la cuarta revolución industrial, incluso hay quienes ya investigan el tema de la quinta revolución industrial en la actualidad y que, justamente los pilares sobre los que se basan las nuevas tendencias en tecnología constituyen una parte muy importante que fundamenta los nuevos paradigmas de crecimiento económico en los países, pues estos centran todos sus esfuerzos por liderar en temas de innovación tecnológica.

En México se ha visto como también ya se empieza a introducir el tema de la cuarta revolución industrial o Industrial 4.0 (I4.0) y todo lo que conlleva, aunque de manera poco significativa, así mismo la automatización de los procesos y las incorporaciones tecnológicas que contempla la I4.0 representan hoy por hoy el principal reto a resolver en los próximos años por parte del aparato educativo, los nuevos egresados deben ser capaces de responder a las nuevas necesidades y adaptaciones tecnológicas mediante una formación pertinente acorde a las necesidades del entorno social.

Las competencias tecnológicas que demandará esta nueva era de la tecnología serán sumamente importantes para los próximos profesionistas, especialmente para los egresados de perfiles ingenieriles pues de ello dependerá que logren un nivel relativamente bueno a diferencia de aquellos que no las posean, especialmente porque el sector industrial es en donde se desenvuelve el ingeniero en la práctica laboral y también es el mismo en donde impactan las transformaciones

tecnológicas. De esta manera, la presente revisión bibliográfica de carácter descriptivo tuvo por objeto identificar aquellas competencias tecnológicas más demandadas por el sector de empleo a través de la manera en cómo son formados los futuros profesionistas

METODOLOGÍA

En la etapa de elaboración y diseño metodológico primeramente se hizo una búsqueda y recolección de información de diferentes artículos científicos en plataformas digitales nacionales e internacionales como IRESIE, Scopus y Web of Science. La revisión de documentos es un análisis sistemático y valorativo del conocimiento y de su producción, surgido de un campo de investigación durante un periodo específico, que permite identificar los objetos de estudio y sus referentes conceptuales, las principales perspectivas teórico-metodológicas, tendencias y temáticas abordadas, el tipo de producción generada, los problemas de investigación y sus ausencias, así como su impacto y condiciones de producción (Cepeda, et al., 2013).

Posterior a la búsqueda, análisis y sistematización de la información se procedió a la utilización del método descriptivo no experimental ya que no se pretendió en ningún momento la manipulación de variables tal y como lo señala el enfoque cualitativo, Maanen (1983), señala que, a través del modelo cualitativo se puede dar un significado sobre los hechos que se suscitan en una realidad determinada. Lo anterior con la finalidad de describir de una forma clara y conceptualizada los hallazgos más sobresalientes que obedecen al objetivo principal del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Revoluciones Industriales

Las evoluciones que se han dado en la historia en términos de tecnología revolucionaron diferentes escenarios de la vida, uno de los que más ha impactado es el ámbito de la industria. Cada revolución industrial de la historia estuvo marcada por el uso de ciertos mecanismos, dispositivos, herramientas o tipos de energías diferentes; la primera revolución industrial (1784) se caracterizó por la integración de sistemas de potencia hidráulicos y térmicos en los sistemas de manufactura para el aumento de la producción industrial lo que da paso a la creación de sistemas mecánicos.

La segunda revolución industrial (1870) hace uso de los sistemas de producción con la finalidad

de reducir los tiempos y aumentar la producción masiva en serie conocido este proceso como fordismo en alusión a su creador Henry Ford, esto combinado a su vez con la generación de electricidad se crean los motores eléctricos como unidades de potencia en los sistemas de manufactura y se estimula la creación de los primeros programas de ingeniería eléctrica. La tercera revolución industrial (1989) caracterizada por el uso de la automatización y robotización de base electrónica con circuitos electrónicos integrados en dispositivos como microcontroladores y computadores digitales para controlar procesos. La cuarta revolución industrial (I4.0) consiste en la adopción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la integración holística de hardware y comunicaciones, de mecatrónica y robótica, así como de sistemas mecánicos e instrumentos, dispositivos, máquinas, procesos y sistemas de manufactura por medio de las TIC's hasta llegar a una integración total de la fábrica digital (Rojas y Humberto, 2017).

Toffler (1980), desde hace unas décadas planteaba desde su perspectiva tres cambios importantes en la historia a los cuales llamó olas, la primera fue la revolución agrícola; la segunda el nacimiento de la sociedad industrial; la tercera ola sigue en curso constituyendo una civilización emergente dependiente de la tecnología, pero con sus propias características que difieren de los tradicionalismos. La nueva sociedad que describe este autor se basa en un nuevo código de conducta producto de la influencia que ejercen los aparatos digitales en las personas en niveles muy básicos e importantes como lo es la familia y los entornos en los que se desenvuelve, en un futuro, exigirá más flexibilidad por parte de gobierno y democracia, a su vez desarrollará una manera propia de concebir al espacio, tiempo, la lógica y la causalidad. Según lo anterior la sociedad se encuentra en un cierto punto de transición; por un lado, la segunda ola se encuentra en decadencia; y por otro, la tercera ha comenzado manifestándose como una revolución global que aún no ha terminado, de esta manera, se justifican los pensamientos de incertidumbre y confusión que se viven, los pensamientos futuristas y el temor hacia el cambio.

Dentro de esta nueva visión, sin duda se visualiza una nueva era de industrialización que trae consigo un cúmulo de cambios sociales, tecnológicos y científicos, estos cambios parecen coincidir con los planteamientos de lo que constituye un cambio de paradigma. Kuhn (2019), define una revolución científica como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un

antiguo paradigma es reemplazado completamente o en parte por otro nuevo e incompatible bajo la premisa de que el paradigma existente ha dejado de funcionar adecuadamente en la explicación de un aspecto de la naturaleza. Sánchez (2019), a su vez, señala un conflicto de pertinencia frente a los repentinos cambios tecnológicos que impactan los procesos industriales en la actualidad. Por ello, se considera que se vive un momento de transición indefinido, sin embargo, no se alcanzan a apreciar fronteras, es decir, sus límites epistemológicos, axiológicos ni ontológicos de lo que representa, pero si es un fenómeno envolvente en el que inevitablemente las sociedades y los futuros trabajos se ven involucradas todas de una u otra manera y sin darse cuenta de ello como es el caso de la Inteligencia Artificial y el uso desmedido del internet, la automatización (Benav, 2020).

Industria 4.0

Desde el año 2010, investigadores alemanes visualizaban ya una manera de interconectar los procesos de fabricación a través de controles digitales, es así como surge la industria 4.0, que consiste en la integración de sistemas de control avanzado con las TIC's para permitir la comunicación entre personal, los productos y los Sistemas Ciber Físicos (Rojas y Humberto, 2017).

La industria 4.0 es un término integrador e innovador que contempla temas como el Internet de las Cosas (IoT), que empujan a que haya cambios debido a los conocimientos que demanda por ejemplo las competencias analíticas avanzadas para programas sofisticados (Big Data), simulación avanzada y modelado virtual de plantas, competencias en ingeniería de computación, competencias en la interfaz hombre-máquina, gestión integrada de control de calidad, de procesos y de productos (Rojas y Humberto, 2017).

La revisión de los documentos sugiere que los egresados de niveles superiores especialmente en carreras de ingenierías deben ser capaces de enfrentar retos como los de la industria 4.0 siendo capaces de demostrar su potencial y que cuentan con las competencias tecnológicas adecuadas para enfrentar esta nueva era tecnológica, incluso se habla ya del ingeniero 4.0.

A continuación, se da una breve descripción para cada una de las nuevas tecnologías en las que se basa la I4.0:

Big Data

Este tipo de tecnología se refiere a una colección de datos grande, complejos y muy difícil de tratar a través de herramientas de gestión y procesamiento de datos tradicionales. Son datos cuyo volumen, diversidad y complejidad requieren nueva arquitectura, técnicas, algoritmos y análisis para gestionar, extraer valor y conocimiento oculto en ellos, ejemplo de esto son las transacciones que se realizan a diario a través tarjetas de crédito, las consultas que se realizan a diario en los hospitales, compras en plataformas por internet y en diversos sitios, la información recopilada a través de redes sociales, entre muchos otros.

Otra definición es una disciplina que se ocupa de todas las actividades relacionadas con los sistemas que manejan grandes conjuntos de datos, principalmente, almacenamiento, búsqueda, compartición, análisis y visualización.

Robots

Entre las tecnologías indispensables de la industria 4.0 se encuentra la robótica colaborativa, que supone la incorporación a los entornos de producción de un tipo específico de robot cuya principal característica es la interacción con humanos gracias a la accesibilidad y seguridad en su uso, entre otras ventajas (Sherwani y Ibrahim, 2020). La cuarta revolución industrial con robots supone no solo una mejora en las condiciones de los trabajadores, sino también una mayor eficiencia en la productividad al sustituir la realización de algunas actividades que realizan los empleados manualmente por las acciones de los robots.

Simulación

La simulación de procesos industriales es una herramienta que permite reproducir virtualmente los procesos y estudiar su comportamiento, para analizar el impacto de las distintas variables que puedan intervenir en el mismo, o para comparar diferentes alternativas de diseño, sin el alto costo de los experimentos a escala real. Esta es de gran ayuda a la hora de disminuir los riesgos y optimizar la toma de decisiones, así como para planificar, analizar y mejorar los procesos de la empresa (Sánchez, 2021).

A través de la simulación se puede medir o esquematizar un proceso mediante la creación de un modelo que recoja el sistema de producción de la planta, en un entorno virtual. Al trabajar con un

proceso virtual, todo error o ineficiencia puede ser solventada sin que haya una afección real en la planta productiva, además de ello, también permite anticiparse a su resultado. Mediante la simulación se puede analizar cualquier tipo, cambio o propuesta, antes de que esta se lleve a cabo sin que ello conlleve ningún costo extra, de manera rápida, precisa y libre de riesgos (Louwagie, 2020).

Sistemas de integración

Los sistemas de integración dentro de la industria 4.0, se refiere a tener una mayor integración entre los procesos y sectores de las empresas para intercambiar información de manera más rápida y eficiente. De esta manera, la toma de decisiones se vuelve más veloz a fin de aumentar la productividad, disminuir pérdidas y optimizar recursos a través de la transformación digital (Pérez, 2018). Cada proceso de la dinámica dentro de la empresa genera y se abastece con datos, de lo contrario, sin integración, existe el trabajo de captar toda la información generada por una etapa del proceso de manufactura de forma manual y aislada para abastecer la próxima, lo que representa ineficiencia. La falta de sistemas integrados hace que también en todos los procesos se tenga un trabajo mucho mayor en analizar si lo que se está fabricando realmente concuerda con la demanda recibida y si los proveedores y distribuidores están alineados con esta producción.

Internet de las cosas

El IoT (Internet of things) se define como; la integración de los objetos físicos que se integran a una red de información, donde estos objetos tienen la posibilidad de convertirse en participantes clave de los procesos empresariales (Qian y Wang, 2012). Para Manavalan y Jayakrishna (2019) es una interfaz entre el mundo digital y los elementos físicos, lo anterior se genera a partir de la correlación entre productos y sensores enlazados para transformar productos, operaciones y servicios inteligentes.

Otra definición es que se concibe como un principio avanzado que propicia la conversión de recursos físicos en objetos de fabricación inteligente, con la capacidad de detectar, interconectar e interactuar para desarrollar de manera automática lógicas de producción. (Boyes et al., 2018). Es decir, que es un sistema integrado por objetos inteligentes en red, archivos digitales, TIC's, plataformas anidadas en la nube para el acceso, recopilación, análisis e intercambio en tiempo

real en el sector industrial para la optimización de procesos, productos y/o servicios, aumentando la productividad y reducción de costos.

Ciberseguridad

Se define como un conjunto de servicios y soluciones para auditar, monitorizar y asegurar los servicios TIC. Se habla de seguridad a nivel de red (protección de la red informática), de aplicaciones (mantenimiento del software y los dispositivos), de operaciones (procesos y decisiones para proteger los recursos de datos) y de información (protección de la integridad y la privacidad de los datos personales en tránsito y en destino) (Aguilar, 2017).

En el entorno de la i4.0 es de suma importancia contar con un sistema efectivo que garantice la seguridad, el resguardo y la integridad de la información que se maneja para evitar robo de datos, fugas de información, etc. Los riesgos de sufrir ciberataques son altos por lo que este tipo de tecnología (ciberseguridad) deberá proveer la contraparte para proteger a las empresas, incluyendo aspectos legales, procesos tecnológicos y todo lo que ello conlleve.

Cloud Computing

La computación en la nube es recibir procesamiento informático como un servicio y no un producto como software o hardware. resaltan la estructura que tiene dicho servicio; infraestructura, aplicaciones y plataformas. Esta estructura depende de un servidor central que administra el tráfico y demanda de los clientes, esto es regulado mediante protocolos de operación instalados en un Middlewar (Mathur y Nishchal, 2010).

La computación en la nube integra dos directrices de las tecnologías de la información: (a) el uso de las TIC como herramienta competitiva para el análisis de la organización para dar respuesta en tiempo real a las expectativas de los clientes, (b) eficiencia de los recursos como hardware y software. La eficiencia energética sigue la tendencia de la computación global, que busca la aplicación de recursos informáticos eficientes y permite la presencia de ordenadores en áreas con servicios básicos y el centro de mando a gran distancia conectado mediante internet (Marston et al., 2011).

Impresión aditiva 3D

La impresión 3D permite crear prototipos de objetos mediante la superposición continua de capas

de un material, pudiendo trasladar diseños 3D al espacio físico, es decir, la impresión 3D trata de la implementación de la fabricación aditiva, en combinación con otras tecnologías y a la vez está produciendo una evolución en la industria hacia una producción inteligente donde máquinas (autónomas, automáticas e inteligentes), sistemas y redes son capaces de intercambiar información y responder a los sistemas de gestión de la producción. Además, la impresión 3D tienen un papel fundamental ya que es una tecnología capaz de convertir un diseño 3D en un producto sin intervención. Al mismo tiempo, se elimina la necesidad de costosas herramientas y utilajes, reduciendo el postprocesado, el desperdicio de material y la intervención humana (Li, et al., 2007).

La impresión 3D ha llegado muy rápidamente a la madurez, adopción y aplicación comercial de una tecnología específica. En el pico más alto se encuentran la impresión 3D de implantes médicos, la impresión 3D en puntos de venta y en cadenas de suministro. Además, también se puede encontrar la impresión 3D en las aulas dentro del sector educativo y la bioimpresión+2 para la investigación en el campo de la medicina (Chong et al., 2018).

Realidad Aumentada

La RA (Realidad Aumentada) es una tecnología que permite añadir una dimensión adicional al mundo real superponiendo información como texto, imágenes y sonido al mundo tal como lo vemos. De esta forma se puede crear una experiencia interactiva utilizando un entorno existente del mundo real y ampliándolo con imágenes generadas por ordenador (del Val Román, 2016). Gracias a la incorporación de este tipo de tecnología se pueden mejorar los procesos en el sector industrial y hablar de fábricas inteligentes donde prolifere la conexión entre máquinas y datos, y donde se presente la información al operario en soportes diferentes, que hagan mejorar el desempeño en su trabajo y su productividad. Por lo tanto, RA es una tecnología que combina el entorno físico con elementos digitales como textos, imágenes, videos y audios, esto a través de diferentes sistemas de realidad aumentada como Smart glasses (lentes inteligentes) o dispositivos móviles. Las características de la realidad aumentada son, interacción en tiempo real, utiliza 3D, combina mundo real y digital (Bascón y Alonso, 2020).

De esta manera, uno de los aspectos más discutidos es el tema de la Industria 4.0 y su impacto en

la educación superior especialmente en áreas de ingenierías donde se han introducido términos que desde hace relativamente poco tiempo se han usado tales como Industria 4.0 ó i4.0, Educación en Industria 4.0 e Ingeniería 4.0, todos ellos haciendo alusión a las tecnologías ya mencionadas que funcionan en conjunto y que requieren competencias profesionales cada vez más sólidas y a la vanguardia. Por ello las competencias a desarrollarse en el entorno 4.0 en un futuro no muy lejano serán una necesidad (Del Moral y Martínez, 2010).

Como se ha revisado hasta aquí, la industrialización sin duda juega un papel primordial en aspectos de desarrollo y crecimiento de un país y su sociedad, y como consecuencia, también en la educación que ofrece, por lo que la industria 4.0 representa un gran avance, pero a su vez se convierte en un reto en temas de educación formal y capacitación.

Sánchez (2019), señala que la i4.0 no es una metodología, ni una herramienta, ni productos físicos, sino una combinación de todo ello y una nueva forma de concebir a la industria, es también una guía que servirá para dibujar los nuevos caminos con la incertidumbre de su duración.

La Educación Superior Basada en Competencias

En América Latina la Educación Basada en Competencias (EBC), que ya había sido adoptada en Europa, parece ser la respuesta a la demanda de una sólida vinculación entre educación y ente productivo laboral. El proyecto Tuning puesto en marcha en 2007, surge como respuesta a esa necesidad de que la universidad se adapte a su entorno nacional e internacional en aspectos políticos, económicos, culturales, etc. para satisfacer los requerimientos de la sociedad. En él, la idea principal fue crear las precondiciones para lograr una formación universitaria capaz de competir con otras universidades de cualquier parte del mundo que favoreciera la mayor interacción del alumno con el maestro y crear un sistema renovado que rompe con tradicionalismos donde existía más la educación de tipo vertical (Villa y Poblete, 2007).

De acuerdo con Ramírez y Medina (2008), el concepto de Educación Basada en Competencias (EBC) es un modelo de aprendizaje que prioriza las competencias que adquieren los alumnos en clase para después ser evaluados según el dominio que tienen de las habilidades y/o los resultados de aprendizaje que obtienen. Un ejemplo de ello fue el Proyecto Tuning que se centra en la importancia de las competencias y a la vez trata de seguir un enfoque

integrador, que considera las capacidades como una combinación dinámica de atributos que, juntos, permiten un desempeño competente como parte del producto final de un proceso educativo para el individuo y lo prepara para el trabajo. La finalidad es desarrollar las competencias genéricas y las específicas para hacer una combinación de ellas y aplicarlas en contextos específicos. El ABC está fundamentado en un sistema de enseñanza-aprendizaje donde se llega a planteamientos profundos con el objetivo de llegar al desarrollo de estudiantes autodidactas capaces de resolver problemas que se presentan en la cotidianidad del ambiente de trabajo.

Educación 4.0.

Así que, la educación en un entorno 4.0 debe ser capaz de adaptarse rápidamente al ritmo que avanza la era tecnológica en las diferentes industrias, sin embargo, no suele ser así, los saberes que se imparten para las carreras en nivel superior rápidamente quedan en la obsolescencia en el marco de la era de la globalización, la automatización y la I4.0. En este sentido, las instituciones de educación deben preguntarse qué tipo de individuo se está formando, si la educación que recibe lo prepara para el mañana, qué saberes se requieren, qué tipo de conocimientos son importantes y qué habilidades deben desarrollar para enfrentar al futuro.

Las competencias con las que se debe contar para los cambios que trae aparejado el advenimiento de la Industria 4.0 dependen de la rama de ingeniería en particular. Sin embargo, se necesitará de modificaciones en la currícula existente en la educación superior que llenen la brecha digital (Benešova y Tupa, 2017) y que respondan a las necesidades de personal altamente capacitado para tareas complejas (Bonekamp y Sure, 2015), en un escenario en donde los trabajos serán escasos para aquellos con poca preparación (Frey y Osborne, 2013).

Se han planteado cuestionamientos sobre si la forma actual de enseñar ingenierías realmente cumple con las necesidades de los sectores industriales. Gracias a la retroalimentación de parte de las empresas se ha identificado que existe una carencia en la preparación para problemas del mundo real y habilidades prácticas, falta de experiencia en cuestiones multidisciplinarias y de trabajo en equipo, problemas de pensamiento crítico, entre otras dificultades que han sido descritas (May y Strong, 2006).

Esto ocurre porque las empresas demandan una serie de nuevas competencias (Enke et al., 2018), que las instituciones educativas no han logrado cubrir con sus planes y métodos de enseñanza. Incluso, en trabajos realizados de diseño de currículos de carreras de ingeniería, se ha notado que si bien ciertas universidades ofrecen cursos orientados a tecnologías de Industria 4.0, estos no se encuentran integrados debidamente, sino que funcionan de una manera aislada dentro del plan de estudio (Lieu et al., 2018).

Por otro lado, existe también el apoyo e interés por parte de los centros de investigación en las empresas, al compartir los conocimientos y externar las necesidades en cuanto a capital humano con las instituciones educativas, cabe resaltar que es una parte muy pequeña de las empresas que cuentan con dichos centros de investigación lo que contribuye al desfase de una vinculación efectiva entre educación y empleo. Autores como Galván, Asato y Molina (2019), señalan que los integrantes de la Educación 4.0 son profesores, estudiantes y directivos, quienes deben mediar con los empresarios para incitar cambios en la empresa que se encuentra en proceso para la industria 4.0. Otros autores como Lase (2019), afirman que la educación 4.0 es un fenómeno que si aparece dar respuestas a las necesidades de la industria.

Dentro de la revisión de los diversos documentos existentes referente al tema de la educación 4.0 se destaca que, en las IES, lo más importante no es en sí la tecnología sino saber integrar los recursos tecnológicos que ya existen con otros nuevos, hacer las adaptaciones e identificarlas, actuar de manera más efectiva apoyándose con la tecnología de la i4.0 como un instrumento y no la finalidad (Galván, Asato y Molina, 2019).

Al establecer que las características asociadas a la industria 4.0 son el uso de big data, internet de las cosas, realidad aumentada entre otras, Galván, Villalón y Medina (2019), proponen como puntos a analizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje para poder incorporar la industria 4.0 en la educación **los siguientes criterios:**

- La base de la enseñanza es la cooperación entre profesor y estudiante.
- La comunicación es el vehículo del aprendizaje.
- Fomentar la resolución de problemas reales.
- Crear e incorporar entornos reales como principal motor de aprendizaje.

- Evaluación de manera constante.
- Las TIC se usan como herramientas de acceso, difusión, organización y creación de contenidos.

Una de las instituciones pioneras en la adopción de la 4.0 es la UANL, que cuenta con una Secretaría de Innovación y Desarrollo Digital, cuya finalidad es apoyar la innovación digital para contribuir con la formación integral de los estudiantes por medio del desarrollo de tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital denominado TICCAD (UANL, 2020). El término TICCAD abarca acciones como: brindar cursos en línea, la inclusión intensiva de las tecnologías en los programas educativos, impulsar la innovación científica, innovación educativa y colaborativa, promover la resolución de problemas con creatividad e innovación, la práctica de saberes digitales tanto para estudiantes como docentes, impulsar el trabajo remoto y en entornos digitales para la formación integral de los estudiantes.

Para Keser y Semerci (2019), (Galván, Villalón y Medina, 2019). (Martín, 2005). Carvajal (2017),

Otro caso es el del Instituto Politécnico Nacional (IPN), quienes también son considerados pioneros en la adopción de la Educación 4.0 en el país. El IPN decide realizar un cambio en su modelo educativo, al incorporar la Educación 4.0 como prioridad, que tiene como referente empírico el cambio de paradigma en el modelo educativo desde el año 2014, para reconfigurar sus planes curriculares resultado de una minuciosa revisión de los mismos. En este cambio se replantean las nuevas tendencias educativas y se propone el nuevo modelo por lo que se hace una minuciosa revisión curricular concluyendo que la adopción de la tecnología 4.0 en los planes educativos es inminente para dicha institución cuya influencia y prestigio es de carácter nacional (Ortiz, 2020).

CONCLUSIONES

Los cambios generados por las diferentes transformaciones industriales a lo largo de la historia son necesarios para el avance social y todo lo que ello representa, se trata no sólo de la creación de nuevos y mejores dispositivos tecnológicos, softwares y demás; sino que implica un cambio de paradigma, una nueva concepción de lo que se conoce, de lo que se percibe como realidad, implica un cambio de pensamiento y una transformación de la forma de ver al mundo. En términos de tecnología se sabe que las sociedades están inmersas en un tipo de espiral donde lo único constante son los cambios sin que se perciba su principio ni su fin.

El fenómeno de la automatización va adquiriendo fuerza en todo el mundo, sin embargo, no debe tomarse una postura despectiva ante ello, sino más bien una rápida adaptación al entorno, ya que no siempre representa algo negativo, las dinámicas comerciales y económicas deben aprovechar esas brechas que surgen para crear nuevos negocios y mercados que subyacen a las tecnologías emergentes. Por otro lado, las posturas políticas y modelos económicos de un país deberán ser capaces de crear mejores condiciones para que las incorporaciones de las nuevas tecnologías puedan ser adoptadas de una manera eficiente y responsable. Para el caso de México, se percibe cierto retraso en la adopción de un nuevo sistema educativo con perfil tecnológico orientado hacia estos nuevos retos de la I4.0, pareciera que el impacto de la tecnología es menor en este sector, probablemente por la falta de inversión de recursos por parte del estado, por la falta de interés por parte de estudiantes y profesores, por la resistencia al cambio de mentalidad hacia los nuevos retos de la industria, entre otras causas.

Es común que la Educación 4.0 se asocie a falsas estrategias de aprendizajes que más bien se relacionan con aprendizajes digitales, sin embargo, es mucho más que eso. Educación 4.0 es, por un lado, pragmática, ya que se relaciona a conceptos relacionados a los sectores económico, empresarial e industrial (sus principales promotores) en contraparte carece aún de un sustento teórico que solidifique sus bases, ocupándose más por los métodos lo que podría representar una de las razones por las cuales no ha sido bien afianzada por las IES.

Ahora bien, las tecnologías ya mencionadas que sustentan a la i4.0 requieren la dotación de conocimientos específicos para cada una de ellas, en este sentido, las tecnologías base de la i4.0

demandarán personal debidamente capacitado con las competencias tecnológicas, profesionales y específicas adecuadas para su manejo, que además representarán una ventaja para quienes las posean asegurando un mejor futuro en cuanto a nivel salarial, estatus y en general un mejor nivel de vida.

Asimismo, la revisión de la literatura sugiere que la respuesta a las necesidades de la nueva era de la revolución industrial 4.0 es justamente la educación 4.0 entendida como un modelo donde se incorporan las nuevas tendencias tecnológicas que sustentan a la i4.0, por ello las IES deberán cumplir con estas expectativas al formar egresados dotados de una sólida formación tecnológica, lo que demandará un cambio inevitable en los planes curriculares, ejemplo de ello son la UANL y el IPN, instituciones precursoras en el país que han optado por la incorporación 4.0. Frente a ello, las demás IES tendrán que seguir el mismo modelo para no quedar en la obsolescencia, en especial aquellas donde se imparten ingenierías pues como se sabe son éstas las que intervienen directamente con la industria de la transformación y que inyectan capital humano a este sector, por su parte las empresas del sector industrial tendrán que asumir el compromiso de crear lazos de vinculación efectivos con el aparato educativo creando nuevos y mejores centros de creación de conocimiento, laboratorios de innovación tecnológica, etc. Para tratar de reducir la brecha, pero esto solo se logrará con el trabajo conjunto entre Educación, Estado e Industria en los próximos entornos tecnológicos como los ya expuestos y aquellos enmarcados inclusive en la quinta revolución industrial (Alvarez-Aros y Bernal-Torres, 2021).

REFERENCIAS

- Aguilar, L. J. (2017). Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0). Cuadernos de estrategia, (185), 19-64.
- Alvarez-Aros, E. L., & Bernal-Torres, C. A. (2021). Technological competitiveness and emerging technologies in industry 4.0 and industry 5.0. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 93.
- Bascón Almela, J., & Alonso Garmendia, V. (2020). Realidad aumentada como instrumento de innovación en la Industria 4.0 en el ámbito de las Energías Renovables y la

- Transformación Energética (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Benanav, A. (2020). Automatización y futuro del trabajo. Verso.
- Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Maletá, M. M., Siufi, G., & Wagenaar, R. (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe Final–Proyecto Tuning–América Latina 2004-2007 (also published in English and Portuguese). Universidad de Deusto/Universidad de Groningen.
- Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J., & Watson, T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in industry*, 101, 1-12.
- Carvajal, Rojas & Humberto, J. (2017). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. Universidad Antonio Nariño, Colombia. Recuperado de: <https://e4-0.ipn.mx/wp-content/uploads/2019/10/4ri-4-0- impacto-educacion-superior-ingenieria.pdf>
- Chong, S., Pan, G. T., Chin, J., Show, P. L., Yang, T. C. K., y Huang, C. M. (2018). Integration of 3D printing and Industry 4.0 into engineering teaching. *Sustainability*, 10(11), 3960.
- Del Moral Pérez, M. E., y Martínez, L. V. (2010). Formación del profesor 2.0: desarrollo de competencias tecnológicas para la escuela 2.0. *Magister: Revista miscelánea de investigación*, (23), 59-69.
- del Val Román, J. L. (2016, March). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. In Valencia: Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII.
- Drucker, P. (2005). *Gestión japonesa*. Peter F. Drucker: Evaluaciones críticas en empresas y gestión, 1, 129.
- Galván P., Asato J. y Molina J. (2019). Perspectiva académica para la transición de la educación superior al paradigma de la industria 4.0. *Pistas Educativas*, 41 (134).
- Galván, P., Villalón M. y Medina M. (2019). Propuesta de un modelo educativo para su integración a la educación 4.0. ANFEI digital, (11).http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Vinculategica6_2/31_Ulloa_Torres_Lopez.pdf

- Keser, H. y Semerci, A. (2019). Technology trends, Education 4.0 and beyond. *Contemporary Educational Research Journal*. 9(3), 39-39. <https://doi.org/10.18844/cej.v9i3.4269>
- Kuhn, T. S. (2019). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica.
- Lase, D. (2019). Education and Industrial Revolution 4.0. *Jurnal handayani pgsd fip unimed*, 10(1), 48-62.
- Li, Y., Lu, L., Ding, A., Hu, H., Zeng, Q., Zheng, S., y Wu, Y. (2007). Benchmarking of MCAM 4.0 with the ITER 3D model. *Fusion Engineering and Design*, 82(15-24), 2861-2866.
- Louwagie Sapena, R. (2020). Proyecto de simulación del modelo de producción desarrollado por Fischertechnik en el contexto de la Industria 4.0 (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Van Maanen, J. (1983). *Qualitative methods reclaimed*. Beverly Hills: Sage.
- Manavalan, E., y Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 925-953.
- Mathur, P., & Nishchal, N. (2010, October). Cloud computing: new challenge to the entire computer industry. In *2010 First International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC 2010)* (pp. 223-228). IEEE.
- Ordorika, I. (2004). Ajedrez político de la academia. En I. Odorika (ed.) *La academia en jaque. Perspectiva política sobre la evaluación de la educación superior en México*, (pp. 9-21). México, D. F.: Porrúa, Crim, Unam.
- Ortiz, D. (2020). Retos de la gestión curricular en el nivel superior del IPN ante la Educación 4.0.
- Pérez Lara, M. (2018). *Sistemas de integración vertical y horizontal en el marco de industria 4.0: Evaluación y desarrollo* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Pons, A., y San Francisco, M. E. (2018). *Historia digital: una apuesta del siglo XXI*. Asociación de Historia Contemporánea.
- Qian, Z. H., y WANG, Y. J. (2012). IoT technology and application. *ACTA ELECTRONICA SINICA*, 40(5), 1023.
- Ramírez, L., y Medina, G. (2008). Educación basada en competencias y el proyecto Tuning en

- Europa y Latinoamérica. Su impacto en México. *Ide@s CONCYTEG*, 3(39), 8.
- Rengifo-Millán, M. (2015). La globalización de la sociedad del conocimiento y la transformación universitaria. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 13(2), 809-822.
- Rojas, C., y Humberto, J. (2017). La cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. Universidad Antonio Nariño, Colombia
- Sánchez Firth, F. (2021). Simulación Basada en Dinámica de Sistemas para la Industria 4.0.
- Sánchez Guzmán, D. (2019). Industria y educación 4.0 en México: un estudio exploratorio. *Innovación educativa*, 19 (81), 39-64.
- Sherwani, F., Asad, M. M., & Ibrahim, B. S. K. K. (2020, March). Collaborative robots and industrial revolution 4.0 (ir 4.0). In 2020 International Conference on Emerging Trends in Smart Technologies (ICETST) (pp. 1-5). IEEE.
- Toffler, A. y Alvin, T. (1980). *La tercera ola* (Vol. 484). Nueva York: Bantam books.
- Universidad Autónoma de Nuevo León, (2020). Innovación y Desarrollo Digital. Recuperado de: <https://www.uanl.mx/dependencias/secretaria-de-innovacion-y-desarrollo-digital/>
- Villa, A., y Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas.
- Van Maanen, J. (1983). *Métodos cualitativos recuperados*. Escuela de Administración Alfred P Sloan Cambridge MA.
- Cepeda Islas, ML, López Gamiño, MDR, & Santoyo Velasco, C. (2013). Relación entre la paráfrasis y el análisis de textos. *Revista electrónica de investigación educativa*, 15 (1), 99-106.