TECNOLOGÍAS CONVERGENTES EN LA INDUSTRIA 4.0 (I4.0)

CONVERGING TECHNOLOGIES IN INDUSTRY 4.0 (I4.0)

DOI: https://doi.org/10.47190/rcsaw.v2i4.40
Recibido: 27/06/22
Aceptado: 09/08/22

Uriel Quispe Mamani
https://orcid.org/0000-0001-6101-3671
u.quispem@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca

Yanet Violeta Sucari Sucari
https://orcid.org/0000-0003-0547-4136
ysucaris.doc@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca

RESUMEN

En el año 2020, el proceso de digitalización en las organizaciones tuvo una prioridad máxima con el fin de seguir en el mercado, enfrentando la pandemia COVID19 que ha generado grandes repercusiones en el contexto empresarial, las organizaciones tuvieron que adoptar estrategias tecnológicas innovadoras en aras de salvaguardar sus trabajadores y mantener la continuidad de sus actividades. Actualmente, estamos siendo testigos de una nueva fase de trasformación, la industria 4.0 caracterizada por la digitalización e impulsada por las tecnologías de información y la comunicación. El objetivo del estudio fue explorar y describir las tecnologías convergentes que implica esta nueva revolución industrial. Para lo cual, se ha realizado una revisión minuciosa de la documentación relevante al respecto. El estudio se abordó desde un enfoque cualitativo de tipo no experimental, descriptivo y explicativo, considerando las dimensiones como: La adopción de tecnologías de la I4.0, perspectivas e implicancias de la I4.0, los profesionales de la I4.0 y la ruta de desarrollo en la I4.0. Los principales resultados fueron: Las empresas a nivel de los países de Latinoamérica por el momento aun no contemplan políticas tecnológicas completas para inmiscuirse de manera eficiente en la I4.0, con una tendencia de adoptar estas tecnologías que junto con el cambio de paradigmas son imprescindible para dar el gran salto a la I4.0. Respecto a los recursos humanos, tendrán que obtener nuevas habilidades y competencias para propiciar cambios sustanciales utilizando tecnologías emergentes que permitan la digitalización de sus procesos para llegar a la madurez que implica la I4.0, uniendo esfuerzos entre el gobierno que propicie políticas de transformación digital, la empresa y las universidades que generen conocimiento de frontera para la inmersión eficiente en la I4.0.

Palabras Clave: Industria 4.0, tecnología, revolución industrial, digitalización, competencias tecnológicas.

ABSTRACT

In the year 2020, the digitalization process in organizations had a top priority in order to continue in the market, facing the COVID19 pandemic that has generated great repercussions in the business context, organizations had to adopt innovative technological strategies for the sake of safeguard its workers and maintain the continuity of its activities. Currently, we are witnessing a new phase of transformation, industry 4.0 characterized by digitization and driven by information and communication technologies. The objective of the study was to explore and describe the converging technologies that this new industrial revolution implies. For which, a thorough review of the relevant documentation has been carried out. The study was approached from a non-experimental, descriptive and explanatory qualitative approach, considering dimensions such as: The adoption of I4.0 technologies, perspectives and implications of I4.0, I4.0 professionals and the development path in I4.0. The main results were: At the moment, companies in the countries of Latin America do not yet contemplate complete technological policies to interfere efficiently in I4.0, with a tendency to adopt these technologies that, together with the change of paradigms, are essential. to make the big leap to I4.0. Regarding human resources, they will have to obtain new skills and competencies to promote substantial changes using emerging technologies that allow the digitalization of their processes to reach the maturity that I4.0 implies, joining efforts between the government that promotes digital transformation policies , the company and the universities that generate frontier knowledge for efficient immersion in I4.0.

Key Words: Industry 4.0, technology, industrial revolution, digitization, technological skills.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la humanidad, la tecnología ha tenido un rol importante y bajo este nuevo esquema de normalidad post COVID19, el contexto industrial ha tenido cambios vertiginosos e innovadores en lo referente a la adopción de recursos tecnológicos en su quehacer diario, ahora nos vemos inmersos en una nueva revolución industrial el cual es la Industria 4.0, que rompe paradigmas respecto al desarrollo empresarial tradicional, este nuevo enfoque de industria está caracterizada por ciertas tecnologías como la robótica, simulación, internet de las cosas, big data ,computación en la nube y realidad virtual, cuyo objetivo es la automatización de los procesos industriales.

Desde comienzos de la década del 2010, el concepto de "Industria 4.0" ha ganado popularidad en Europa para referirse a un tipo de factoría automatizada, digitalizada, modulable y flexible, capaz de hacer frente a las necesidades de un ecosistema productivo cada día más exigente y cambiante. Pese a que el término fue acuñado inicialmente por el gobierno de Alemania, este vocablo ha sido ampliamente aceptado en el viejo continente, desarrollándose programas de apoyo específicos en cada país, en concordancia con la estrategia de digitalización de la industria que promueve la Comisión Europea (Gutiérrez, 2019). Es evidente que estamos inmersos en una revolución digital que se acelera día a día, y que requiere una transformación profunda, basada en la integración inteligente de las tecnologías en los productos y procesos, sobre la base de nuevos modelos de negocio. Ello lleva implícito la redefinición de la gestión de las organizaciones, que requiere de nuevas herramientas o adaptación de las existentes que incorporen la evolución de las tecnologías, poniendo de manifiesto la necesidad de adaptación de los sistemas tradicionales de planificación de recursos empresariales al nuevo entorno digital (Perera et al., 2018). Con los avances en tecnología y sistemas de información, se ha llegado a nuevos niveles de demanda por parte de los clientes en cualquier industria, ocasionando presión en los sistemas productivos para proporcionar respuesta eficiente y rápida (Lara et al., 2017). La industria afronta el gran reto de la cuarta revolución industrial. No se trata solo de la digitalización de los procesos existentes, si no de un cambio profundo de modelo hacia una fabricación personalizada, adaptativa, descentralizada, flexible, eficiente y en masa. A la hibridación entre el mundo físico y virtual, que interactúan en tiempo real a través de los nuevos sistemas ciber físicos, se une una mayor integración a todos los niveles: vertical, horizontal y a lo largo del ciclo de vida, así como la posibilidad de crear nuevos modelos de negocio basados en la servitización y los datos. Este cambio de paradigma exige además formar nuevos profesionales de la industria con una visión transversal, alto nivel tecnológico y nuevas competencias que les permitan desenvolverse con éxito (Gubert, 2019).

INDUSTRIA 4.0.

En lo referente a la definición de la industria 4.0, se tiene bastantes postulados entre los cuales podemos destacar a Tapia (2017), en sus alegorías a la nueva revolución industrial en cual argumenta: "La Industria 4.0 propone un mundo en el cual las máquinas están interconectadas todo el tiempo y analizan enormes cantidades de datos en tiempo real. El objetivo de este análisis es que, a través del mismo, sean capaces de diseñar nuevos modelos de producción y sistemas de fabricación. Sin duda, son presunciones que hasta hace poco tiempo hubieran resultado increíbles, sin embargo, hoy son una tendencia real, hacia allá camina el futuro industrial y, por lo tanto, las empresas en general, y en especial las empresas de desarrollo de software y de hardware, deben estar en constante investigación, renovación y capacitación si quieren seguir vigentes".

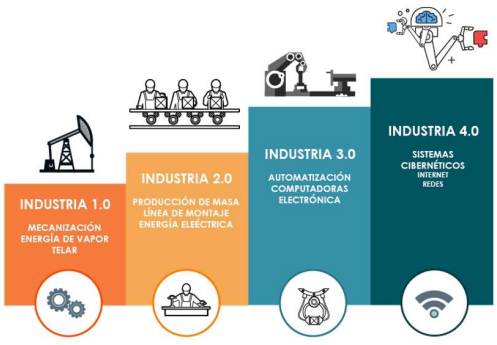

Figura 1. La cuarta revolución industrial (Tapia, 2017).

DESAFÍOS DE LA INDUSTRIA 4.0.

La industria 4.0 por su naturaleza tiente grandes efectos en el contexto empresarial los mismos que se ven reflejados en la digitalización y la transformación digital de los procesos productivos, como también genera repercusiones en la forma de gestionar la organización, la gestión de los recursos humanos, la gestión de los clientes y el proceso de toma de decisiones, pero también se enfrenta a grandes desafíos (Deloitte, 2017).

Deloitte (2017) propone los desafíos para la implementación de la Industria 4.0.

Tabla 1.
Desafíos de la Industria 4.0.

Desafíos Industria 4.0
– La ciberseguridad
– Fiabilidad y estabilidad necesarias para la comunicación crítica de máquina a máquina (M2M).
– Necesidad de mantener la integridad de los procesos de producción.
– Es necesario evitar cualquier problema de TIC, ya que causaría costosas interrupciones de producción.
– Necesidad de proteger el conocimiento industrial.
– Falta de habilidades adecuadas para acelerar la marcha hacia la cuarta revolución industrial.
– La amenaza de acciones repetitivas en los departamentos corporativos de TIC.
– Renuencia general al cambio por parte de los agentes involucrados.
– Pérdida de muchos trabajos en favor de procesos automáticos y procesos controlados por TIC.

Fuente: La industria 4.0(Deloitte, 2017).

PRINCIPIOS DE LA INDUSTRIA 4.0.

La industria 4.0 trae consigo principios que implican un cambio de paradigma en la forma de trabajo de la industria, generando una revolución a gran escala con procesos productivos más digitalizados y dinámicos basados en el análisis de datos en tiempo real que permitirá la mejora en la toma de decisiones.

Joly & José (2018), explica que el cambio de paradigma de la Industria 4.0 se sustenta en los siguientes principios:

Tabla 2.
Principios de la Industria 4.0.

Principio	Implicancia
Interoperabilidad	La capacidad de comunicación de todos los elementos de la fábrica, los sistemas ciber físicos, los robots, los sistemas de información corporativos, los productos inteligentes y las personas, así como también, los sistemas de terceros.
Descentralización	La capacidad para el diseño de subprocesos autónomos dentro de la fábrica con elementos ciber físicos con capacidad de tomar decisiones de forma autónoma.
Analítica en tiempo real	La capacidad de recopilar y analizar grandes cantidades de datos (Big Data) que permiten la monitorización, el control y la optimización de procesos, facilitando cualquier resultado y decisión derivados del proceso de forma inmediata y en cada instante.
Virtualización	La capacidad de generar una copia virtual de la fábrica mediante la recopilación de datos y la modelización de los procesos industriales (físicos), obteniendo modelos virtuales de planta y modelos de simulación.
Orientación a servicio	La capacidad para trasladar el nuevo valor generado al cliente en forma de nuevos servicios o servicios mejorados con la explotación de nuevos modelos de negocio disruptivos.
Modularidad y escalabilidad	La flexibilidad y elasticidad para adaptarse a las necesidades de la industria y del negocio en todo momento, con la facilidad para escalar la capacidad técnica del sistema de acuerdo con los requerimientos técnicos que requiere la evolución de la demanda del negocio en cada caso.

Fuente: Principios de la Industria 4.0 (Joly & José,2018).

TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0.

Cada día se pueden evidenciar mayores interacciones entre máquinas y humanos gracias al desarrollo de nuevas tecnologías. En relación con la industria 4.0, dichas tecnologías son integradas desde una perspectiva de interoperabilidad y, aunque al día de hoy aún no existe un consenso sobre las tecnologías integradas a manera de orquesta en la industria 4.0, (Mora-Sánchez & Guerrero-Marín, 2020). Las más frecuentes encontradas en la literatura son las siguientes tecnologías (Rozo-García, 2020).

- El big data y las analíticas de la inteligencia artificial (IA): En la Industria 4.0, el big data se recopila desde una amplia gama de fuentes, desde equipos de fábrica y dispositivos de internet de las cosas (IoT), hasta sistemas de ERP y CRM, hasta apps del estado del tiempo y del tránsito. Las analíticas potenciadas por inteligencia artificial (IA) y machine learning se aplican a los datos en tiempo real y la información estratégica se aprovecha para mejorar la toma de decisiones y la automatización en todas las áreas de la gestión de la cadena de suministro: planificación de la cadena de suministro, gestión de logística, fabricación, I+D e ingeniería, gestión de activos empresariales (EAM) y compras.

- Integración horizontal y vertical: La columna vertebral de la industria 4.0 es la integración horizontal y vertical. Con la integración horizontal, los procesos están estrechamente integrados a "nivel de campo" en la planta de producción, en múltiples instalaciones de producción y en toda la

cadena de suministro. Con la integración vertical, todas las capas de una organización están vinculadas y los datos fluyen libremente desde la planta de fabricación hasta las oficinas y desde allí al resto.

- Computación en la nube: Es el "gran habilitador" de la Industria 4.0 y la transformación digital. La tecnología en la nube de hoy en día va mucho más allá de velocidad, escalabilidad, almacenamiento y eficiencia de costos. Proporciona la base para la mayoría de las tecnologías avanzadas desde inteligencia artificial y machine learning hasta IoT y les da a las empresas los medios para innovar. Los datos que alimentan las tecnologías de la Industria 4.0 residen en la nube y los sistemas ciber físicos del centro de la Industria 4.0 utilizan la nube para comunicarse y coordinarse.

- Realidad aumentada (AR): La realidad aumentada, que superpone el contenido digital en un entorno real, es un concepto central de la industria 4.0. Con un sistema de realidad aumentada, los empleados utilizan lentes inteligentes o dispositivos móviles para visualizar datos en tiempo real, piezas digitalizadas, instrucciones de reparación o montaje, contenido de capacitación, y más cuando miran algún elemento físico como una pieza de equipamiento o un producto.

- Internet de las cosas industrial (IIoT): Internet de las cosas (IoT) puntualmente, internet de las cosas industrial es tan central para la industria 4.0 que los dos términos a menudo se utilizan de manera indistinta. La mayoría de las cosas físicas de la industria 4.0 dispositivos, robots, maquinaria, equipos, productos utilizan sensores y etiquetas RFID para proporcionar datos en tiempo real sobre su estado, rendimiento o ubicación. Esta tecnología les permite a las empresas operar cadenas de suministro más fluidas, diseñar y modificar rápidamente productos, evitar la inactividad de los equipos, estar al tanto de las preferencias del consumidor, hacer seguimiento de los productos y el inventario, y mucho más.

- Fabricación aditiva/Impresión 3D: La fabricación aditiva, o impresión 3D, es otra tecnología clave que impulsa la industria 4.0. La impresión 3D se utilizó inicialmente como una herramienta de creación rápida de prototipos, pero ahora brinda una gama más amplia de aplicaciones, desde la personalización en masa hasta la fabricación distribuida.

- Robots autónomos: Con la industria 4.0, una nueva generación de robots autónomos está emergiendo. Programados para realizar tareas con mínima intervención humana, los robots autónomos varían mucho en tamaño y función, desde drones de escaneo de inventario hasta robots móviles autónomos para operaciones de recoger y ubicar. Equipados con software de vanguardia, inteligencia artificial, sensores y visión de máquina, estos robots son capaces de realizar tareas difíciles y delicadas y pueden reconocer, analizar y actuar sobre la información que reciben de sus alrededores.

- Simulación/gemelos digitales: Un gemelo digital es una simulación virtual de una máquina, producto, proceso o sistema del mundo real basado en datos de sensores de IoT. Este componente central de la industria 4.0 les permite a las empresas comprender, analizar y mejorar el rendimiento y el mantenimiento de los sistemas y productos industriales.

- Ciberseguridad: con el aumento de la conectividad y el uso de big data en la industria 4.0, la ciberseguridad efectiva es primordial. Implementando una arquitectura Zero Trust y tecnologías como machine learning y blockchain, las empresas pueden automatizar la detección, prevención y respuesta ante amenazas y minimizar el riesgo de violaciones a los datos y demoras en la producción en todas sus redes (Rozo-García, 2020).

Figura 2. Las tecnologías de la industria 4.0 (Rozo-García, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

Barrantes (2013), explica respecto a la información: "Irónicamente, en estos tiempos en que vivimos respecto a la información, el objetivo no es encontrarla más bien clasificarla y evaluar la idoneidad de la misma" (p.34). Por otro lado, Méndez (2008), indica: "Que la información novedosa es el alimento más nutritivo para el conocimiento, ya que nos dispone a conocer nuevos preceptos de la sociedad actual" (p. 16). Respecto a la información en la sociedad digital, Córdoba (2005), argumenta: "La sociedad digital actual con el desarrollo de las tecnologías de información y medios masivos de sindicación de contenidos en las que la información de primera mano juega un papel determinante para entender las nuevas tendencias de la ciencia" (p. 81-82). El estudio tiene un enfoque cualitativo, se desarrolló en un nivel descriptivo, para lo cual se ha realizado una revisión documentaria minuciosa de las fuentes científicas que abordan la industria 4.0 con el objetivo de poder detallar y argumentar la información pertinente. Se seleccionó la técnica exploratoria y analítica para el aprovisionamiento de los hallazgos encontrados: En una primera instancia se ha recurrido revistas científicas de alto impacto que abordaron en sus artículos la industria 4.0, seguidamente se procedió a la revisión de sus contenidos, para garantizar la calidad y veracidad de la misma se utilizó el enfoque basado en estados de aproximación, el cual consiste en identificar el contenido más relevante y riguroso almacenado en los gestores de base de datos científicos, con el objetivo de generar una visión crítica, además ser punto de referencia en futuras investigaciones acerca de las tecnologías convergentes en la industria 4.0.

Respecto a la Industria 4.0. Lo que busca es elaborar herramientas para la automatización, que se basa en la recolección de datos mediante herramientas inteligentes, como el software o sensores, que ayudan en esta tarea y ahorran mucho trabajo (Abarca et al., 2021). Estos avances tecnológicos de la industria 4.0 son incorporados por empresas en los países desarrollados. En ellos se han implementado programas de apoyo para la adopción de estas nuevas tecnologías. Hay acciones similares en países en desarrollo (Trejo et al., 2019). Pero por ser un concepto innovador su aplicación crea grandes expectativas, aunque no se ha podido medir su impacto de sus resultados. En Europa, EEUU, y países del extremo oriente, las grandes empresas lideran su implantación conforme a estándares de automatización. (Chacón-Ramírez et al., 2020).

Por ello sin lugar a dudas, puede aportar muchos beneficios a las empresas de hoy en día, independientemente del sector en el que se encuentren. La aplicación de estas nuevas tecnologías mejorará en gran medida la productividad y ayudará a tener una mejor gestión de los recursos. El análisis de una gran cantidad de datos, que proporciona las herramientas de big data permite, por ejemplo, tomar decisiones más eficientes y basadas en información real. Por supuesto, los procesos productivos se vuelven más eficientes, lo que permite ser más competitivo en la fabricación de productos y en la prestación de servicios. Relacionado también con la producción, se reducen los tiempos de fabricación y de diseño de nuevos productos. Los procesos están más optimizados y, por ejemplo, con la impresión 3D se pueden fabricar prototipos muy rápido y a bajo coste. Los defectos y errores en los procesos productivos también se reducen gracias a la inteligencia artificial y a los sistemas de visión instalados en diferentes puntos de la

producción, los cuales inspeccionan automáticamente los productos y obtienen información que permite optimizarlos. Esto son solo algunos de los beneficios que se pueden obtener aplicando pequeños cambios en las empresas, relacionados con estas tecnologías (Ventajas de la industria 4.0 en empresas, 2020). En una economía globalizada como la actual, el desarrollo de la industria 4.0 supone una serie de retos para las empresas de todos los países. En este punto es preciso recordar que el factor más importante para el éxito de las empresas sigue siendo el capital humano. Por ello, es preciso que se incremente la capacitación y formación de los trabajadores. Desde los directivos hasta los operarios, deben dominar tanto aspectos tecnológicos como de gestión empresarial (ESAN, s. f.). La difusión de tecnologías 4.0 en sus distintos formatos inicia el camino hacia la transformación de los procesos productivos y modelos de negocios en Latinoamérica. La adopción tecnológica representa una oportunidad para incrementar la integración comercial. Existe evidencia que las nuevas tecnologías propias de la revolución 4.0, como la inteligencia artificial (IA), la robótica avanzada, el internet de las cosas y el blockchain, impactan de forma positiva en el comercio exterior, eficientizando los procesos de producción, reduciendo los costos de transacción y facilitando los flujos comerciales (BID,2021).

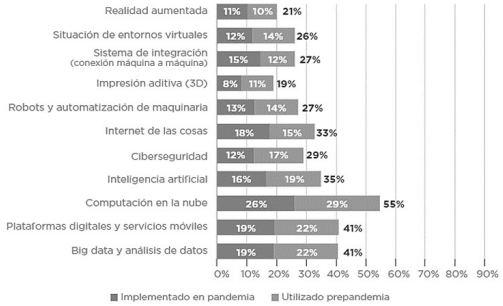

Figura 3. Utilización de tecnologías 4.0 en países de Latinoamérica 2020 (BID,2021).

En la expectativa de la industria 4.0, las máquinas tendrán características automatizadas de comunicación para poder recibir y transmitir información a través de medios digitales (internet de las cosas), contaran con una infraestructura tecnológica basada en sensores y actuadores (robots autónomos), con respecto al software de operación contaran con sistemas embebidos capaces de generar información que pueda ser utilizada como fuente del big data y mejorar los procesos productivos (Cortés et al., 2017).

Tabla 3.

Perspectivas bajo la Industria 4.0.

Industria 4.0			
Fabricas Inteligentes	Ciudades Inteligentes	Productos Inteligentes	Servicios Inteligentes
Artefactos Tecnológicos Integrados			
Sensores, microchip, sistemas autónomos, sistemas ciber físicos y maquinas autónomas.			
Características			
Inteligencia, flexibilidad, conectividad, seguridad, confiabilidad, trazabilidad, movilidad, colaboración, sociabilidad y sustentabilidad.			
Principios de diseño			
Integración, inter operatividad, virtualización, descentralización, capacidades de tiempo real, orientación al servicio y modularidad.			
Arquitectura de soporte			
Internet de las cosas, identificador por radio frecuencia, redes industriales, computo de alto desempeño, computo móvil. La nube y el internet de los servicios (infraestructura IaaS), (Plataformas tecnológicas PaaS) y (Software SaaS), big data y analítica avanzada.			
Beneficios			
Producción orientada a la demanda, uso más eficiente de los recursos, productividad, reducción de costos, ciclos de desarrollo de productos más cortos, mayor competitividad, optimización de los procesos, autonomía de la toma de decisiones y cadena de suministros más integrados.			

Fuente: El entorno de la industria 4.0 (Cortés et al., 2017).

Tabla 4.

Industria
– Instalaciones de producción totalmente digitalizadas e interconectadas. – Manufactura flexible, autónoma y sustentable. – Robots que asisten e interactúan con humanos. – Máquinas que aprenden, se autogestionan y mantienen. – Productos inteligentes, conscientes del entorno y que proveen información. – Manejo y análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real. – Enfoque a la innovación y actividades de valor agregado.
Negocios
– Cambios en el tipo de productos de físico a digitales conectados. – Mayores niveles de integración de la organización y el entorno. – Redes de trabajo que crean valor. – Infraestructura y servicios compartidos en la nube. – Cadenas de suministros inteligentes y globales. – Modelos de negocios basado en servicios en la nube, logística y distribución.
Empleo
– Nuevos esquemas de colaboración e infraestructuras sociales. – Otras formas de interacción hombre – maquina. – Perfiles de puesto altamente especializado. – Procesos de trabajo más complejos. – Trabajo más flexible. – Ambientes de trabajo asistido y dependientes de la tecnología. – Requerimientos para el manejo de tecnologías digitales, robots, programación y analítica como competencias transversales.

Implicaciones de la Industria 4.0.

Fuente: El entorno de la industria 4.0 (Cortés et al., 2017).

Los recursos humanos cualquiera sea el área de formación, tendrán que tener competencias en las tecnologías de información y la comunicación para poder sumergirse en este nuevo enfoque denominado la industria 4.0 que contempla como medio de desarrollo la digitalización de los procesos productivos utilizando tecnologías convergentes (Maresova et al., 2018).Por otro lado no menos importante, se espera que los recursos

humanos tendrán una tendencia a la educación continua para afianzar sus conocimientos, competencias y habilidades para poder adecuarse y permanecer abiertos a las nuevas innovaciones (National Institute for Education, 2018). Respecto a las áreas que se debe abordar para dar el gran salto a la industria 4.0 y no ser parte de los desempleados del futuro, se debe de considerar una formación interdisciplinaria combinando conocimientos de la ingeniería de software, la ingeniería mecatrónica, la ingeniería electrónica y la ingeniería mecánica (Kuhnová, 2017).

Al respecto de los recursos humanos en esta nueva revolución industrial se han realizado múltiples investigaciones para poder conocer cuáles serán la repercusiones en los trabajadores, es muy cierto que habrá cambios sustanciales ya que las organizaciones requerían personal con mayor grado de calificación, al mismo tiempo se tendrán nuevas oportunidades laborales para los profesionales asociados al manejo y desarrollo de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas , las simulaciones etc. En un contexto general, el trabajador tendrá que contar con ciertas habilidades y competencias demandas por la industria 4.0 las cuales se resume en la siguiente tabla (Gubert, 2019).

Tabla 5.
Las 10 habilidades principales de los profesionales en el marco de la Industria 4.0 según el World Economic Forum.

En 2015	En 2020
– Resolución de problemas complejos	– Resolución de problemas complejos
– Coordinación con otros	– Pensamiento crítico
– Gestión de personas	– Creatividad
– Pensamiento crítico	– Gestión de personas
– Negociación	– Coordinación con otros
– Control de calidad	– Inteligencia emocional
– Orientación al servicio	– Juicio y toma de decisiones
– Juicio y toma de decisiones	– Orientación al servicio
– Escucha activa	– Negociación
– Creatividad	– Flexibilidad cognitiva

Fuente: La industria 4.0, el nuevo motor de la innovación industrial. (Gubert, 2019).

La estrategia de transformación digital de las empresas tiene un enfoque de crecimiento progresivo, para lo cual diversos estudios desarrollados en Europa proponen un camino de 6 niveles de madurez en cada nivel se debe evaluar las condiciones de las organizaciones respecto a las capacidades y beneficios alcanzados.

Actualmente en Europa gran cantidad de empresas tienen el objetivo de crear condiciones mínimas para poder inmiscuirse de manera progresiva en la industria 4.0 lo cual implica que están en un estado previo a la transformación digital.

El primer nivel consiste en la informatización cuyo objetivo es desplegar múltiples sistemas de información que no necesariamente sean integradas por completo, puede tener un carácter aislado pero que estén integrados a los diferentes procesos productivos y áreas administrativas de la organización. El segundo nivel es la integración de todos los sistemas de información distribuidos en los procesos productivos en una plataforma, para poder centralizar el flujo de la información así de esta manera evitar procesos productivos aislados que no compartan información, en los siguientes pasos ya nos enmarcamos a la industria 4.0. El tercer nivel es visualizar, que comprende la captura de la información proveniente desde el inicio hasta el final de los procesos productivos, para poder registrar toda las actividades y eventos en tiempo real generando un cumulo de información (big data) y disponer de un modelo digital del proceso productivo con fines de mejora, lo que normalmente lo denominamos como "gemelos digitales". El cuarto nivel es entender los acontecimientos a base de transparentar la información haciendo uso de los "gemelos digitales" y generar conocimiento organizacional. El quinto nivel es predecir, tomando como referencia la información generada en los anteriores pasos y aprovisionar a la organización de capacidades predictivas en los diferentes procesos productivos para poder simular escenarios con altos grados de incertidumbre. El sexto nivel es la automatización, también se toma como referencia la capacidad predictiva alcanzada en el paso anterior, para poder tomar decisiones en lo referente a la automatización de los procesos en contextos de constante innovación y propiciar la adaptabilidad de la empresa. Cabe mencionar en la actualidad las empresas tienen una tendencia a automatizar sus procesos, pero de manera aislada, no tomando las consideraciones de esta nueva revolución industrial el cual está basado en la integración de los sistemas computacionales

que capturan datos de manera integral del proceso productivo con el objetivo de tener una visión global y ser una empresa ágil, innovadora e inteligente (Zeller et al., 2018).

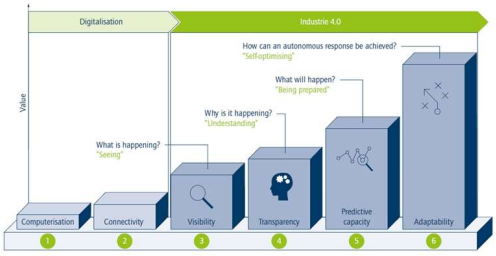

Figura 4. Niveles de madurez de la Industria 4.0 (Zeller et al., 2018).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Desde la perspectiva de la revolución industrial, la industria 4.0 implica una toma de decisiones por parte de las empresas tanto productivas como de servicios de migrar sus procesos desde la segunda o tercera revolución industrial para luego enrumbarse a este nuevo contexto llamado industria 4.0 con el objetivo de optimizar su cadena de producción a base de tecnologías emergentes que son el pilar de este contexto industrial. Los hallazgos muestran que son muchos los retos que deben enfrentar las organizaciones que opten por dar el gran salto a la innovación, desde múltiples panoramas, la empresas que quieran incursionar en la cuarta revolución industrial, prioritariamente tendrán que transparentar su situación actual para saber en qué revolución industrial se encuentran inmersos y si cumplen las condiciones básicas para optar por este nuevo enfoque industrial, teniendo que considerar aspectos como los económicos, ambientales, tecnológicos y otros que repercutan en el proceso de adoptar la industria 4.0 en sus operaciones, como también se debe de considerar las políticas nacionales, ya que aun en países en vías de desarrollo operan empresas que no están a la par con las revoluciones industriales actuales teniendo sus operaciones y actividades estancadas en la segunda revolución industrial, sería prudente que estos países propicien políticas adecuadas para mejorar la actividad productiva haciendo hincapié en la industria 4.0 y de esta manera la transformación digital será una realidad latente en los países.

La industria 4.0 esta potenciada con diversas tecnologías como la simulación, el internet de las cosas, la computación en la nube, la realidad aumentada, la realidad virtual, etc. para poder automatizar los procesos productivos en la empresa, siendo estas tecnologías las herramientas que revolucionaran las actividades productivas dotando de conocimiento a la empresa para que pueda gestionar de manera eficiente sus decisiones e integrar todas las actividades y eventos que comprende sus procesos productivos y llegar a la tan anhelada predictibilidad que permitirá la adaptabilidad bajo contextos innovadores.

El contexto laboral se ve altamente competitivo e innovador donde los recursos humanos menos calificados, tenderán al desempleo salvo la repotenciación de sus capacidades y habilidades basado en una educación continua que permitirá mantenerse en sus puestos laborales, como también se estima la desaparición de profesiones tradicionales y la aparición de profesiones innovadoras que nos ayudaran hacer frente al nuevo contexto industrial, donde se demandaran con mayor incidencia profesionales especializados en áreas como la inteligencia artificial, la ciberseguridad, los sistemas de información, big data, computación en la nube , etc. Que actualmente las empresas no cuentan con personal calificado capaces de afrontar este nuevo paradigma, en tal sentido también tendrá repercusiones en nuestro sistema educativo superior en el cual las universidades tienen que ser un aliado estratégico e innovar sus perfiles profesionales y cubrir la ausencia de especialistas que requiere la empresa del futuro.

Los hallazgos científicos encontrados respecto a la adaptabilidad de la industria 4.0 en los procesos productivos, presenta un contexto alentador lleno de beneficios sobre todo en países industrializados que ya cuentan con las tecnologías, las políticas y condiciones que favorecen esta transición, pero no es el caso de países sub desarrollados o en vías de desarrollo, el panorama es más complicado ya que no solo dependerá de una decisión particular, que se ve afectado por la carencia de recursos económicos, tecnológicos y talento

humano, sino también de las políticas gubernamentales que no han dado indicios para el desarrollo productivo y se ha sumergido a las empresas en el estancamiento de sus operaciones en un proceso productivo tradicional.

Se propone para futuras investigaciones determinar una hoja de ruta para la adopción de la industria 4.0 en el contexto nacional, identificando quienes son los actores principales que propicien esta transición, determinado cual es el papel que deben desarrollar y los objetivos a cumplir, los estudios de inmersión a esta nueva revolución han demostrado que las empresas, el gobierno y la universidad son los llamados a crear sinergias innovadoras para dar el gran salto a la industria 4.0.

CONCLUSIONES

- La adopción de las tecnologías de la industria 4.0. En países industrializados es mucho más propicia la oportunidad para automatizar sus procesos productivos y digitalizar sus fábricas con la integración de tecnologías emergentes que comprende la industria 4.0. En el caso de los países latinoamericanos que están en vías de desarrollo la realidad es sumamente preocupante ya que esta inmersión involucra esfuerzos muy grandes que tiene que ver los factores económicos, tecnológicos y de recursos humanos, es el gran reto que tiene la industria latinoamericana para sumergirse en este nuevo enfoque competitivo, para lo cual las empresas deben de priorizar e innovar sus estrategias tecnológicas para su integración a la nueva revolución industrial, que traerá consigo un cambio de paradigma respecto a la forma de como producir con calidad y generar ventaja competitiva.

- Las habilidades y competencias profesionales demandas por la Industria 4.0, contempla múltiples cambios en la forma en que los trabajadores se desenvuelven, relacionan e interactúan, ya que estas tecnologías disruptivas cambiaran el contexto laboral, en el cual los empleos más afectados serán del personal menos calificado, para contrarrestar estos impactos negativos el talento humano bebe de adquirir nuevas competencias, adentrase en una educación continua y fortalecimiento de habilidades que propicien el pensamiento crítico y lógico para proponer cambios sustanciales en el nuevo enfoque productivo. Las universidades también tienen un rol protagónico por la carencia de profesionales especialistas en estas áreas tecnológicas, deberán de actualizar sus perfiles profesionales acorde a los requerimientos de la industria 4.0.

- Las perspectivas e implicaciones de la industria 4.0, trae consigo una variedad de tecnologías que propician la automatización de los procesos productivos, mejorando la calidad del producto o servicio, mejorando la eficiencia de los procesos, generando un cumulo de información para una idónea toma de decisiones, etc. La postura de la industria 4.0 es automatizar los procesos productivos a base de la digitalización, el análisis masivo de datos y los robots autónomos que sean capaces de diligenciar sus actividades haciendo uso de la inteligencia artificial bajo las leyes de la robótica. Las implicaciones que traerá esta nueva revolución son de romper esquemas tradicionales de producción e introducir tecnologías disruptivas para repotenciar la cadena de producción y llevar la empresa a otro nivel más ágil, innovador, inteligente y competitivo.

- En las etapas iniciales de la transformación de la organización en aras de adoptar la industria 4.0, los modelos de madurez resultan muy útiles porque permiten hacer un análisis exhaustivo y transparente, para identificar las condiciones mínimas que sebe cumplir previo a la inmersión, como también a medida que vamos avanzado en todos los niveles de madurez se debe de analizar las capacidades y beneficios alcanzados, para proponer estrategias que ayuden a la empresa a consolidarse en el proceso de automatización.

AGRADECIMIENTOS

Universidad Nacional de Juliaca.
Consultoría Innova Solutions.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca, J. D. C. P., Bahena, B. M., & Urbano, J. E. (2021). Industria 4.0. Recuperado de: http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/1511

Barrantes, R. (2013). Métodos de estudio a distancia e investigación: módulo de investigación: a la búsqueda del conocimiento científico. San José, EUNED.

Banco Interamericano de Desarrollo - BID (2021), Robot-lución: el futuro del trabajo en la integración 4.0 de América Latina. Revista Integración y Comercio: No. 42, Washington, D.C.

Córdoba-Pachón, J. (2005). Perspectivas para la sociedad de la información. Pensamiento & Gestión. (19), 78-100. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64601904

Chacón-Ramírez, E. A., Cardillo-Albarrán, J. J., & Uribe-Hernández, J. (2020). Industria 4.0 en América Latina: Una ruta para su implantación. Revista Ingenio, 17(1), 28-35. https://doi.org/10.22463/2011642X.2386

Cortés, C. B. Y., Landeta, J. M. I., & Chacón, J. G. B. (2017). El entorno de la industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. ConCiencia Tecnológica, 54 (julio-diciembre), 33-45.

Deloitte (2017). Forces of change: Industry 4.0.

Gubert, X. A. (2019). La industria 4.0, el nuevo motor de la innovación industrial. Dirección y Organización, 69, 99-110. https://doi.org/10.37610/dyo.v0i69.563

Gutiérrez, R. T. (2019). La fabricación abierta: ¿un camino alternativo a la industria 4.0? CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 14(41), 263-285.

Joly, K., & José, D. (2018). Análisis del impacto de las principales revoluciones científicas y tecnológicas en la sociedad: De la primera revolución industrial a la industria 4.0. Recuperado de: https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/22693

Kuhnová, I. (2017). The Fourth Industrial Revolution Calls for Innovation in Education. Recuperado de https://www.bozpinfo.cz/josra/ctvrta-prumyslova-revoluce-si-zada-inovace-vevzdelavani

Lara, M., Saucedo, J., Marmolejo, J., & Salais, T. (2017). Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0.

Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A. & Krejcar, O. (2018). Consequences of Industry 4.0 in business and economics. Economies, 6(3), 46

Méndez, A. (2008). La investigación en la era de la información: guía para realizar la bibliografía y fichas de trabajo. México, Trillas.

Mora-Sánchez, D., & Guerrero-Marín, L. (2020). Industria 4.0: El reto en la ruta hacia las organizaciones digitales. Estudios de la Gestión: revista internacional de administración, 8, 186-209. https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.7

National Institute for Education. (2018). The Topics, National Institute for Education. Recuperado de: http://www.nuv.cz/our-work

Perera, A. G., Dionisio, M. D. P. S., & Jimenez, M. D. A. J. (2018). Los sistemas erp en el contexto de la industria 4.0: avances, desafíos e implicaciones. Dyna, 93(6), 592-596. https://doi.org/10.6036/8835

Retos y oportunidades de la Industria 4.0 | Conexión ESAN. (s. f.). Recuperado de: https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/retos-y-oportunidades-de-la-industria-40

Rivera, F. C. M.-L., Hermosilla, P., Delgadillo, J., Echeverría, D., Rivera, F. C. M.-L., Hermosilla, P., Delgadillo, J., & Echeverría, D. (2021). Propuesta de construcción de competencias de innovación en la formación de ingenieros en el contexto de la industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Formación universitaria, 14(2), 75-84. https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000200075

Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. Revista UIS Ingenierías, 19(2), 177-192. https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019

Tapia, V. (2017). Industria 4.0 – Internet de las Cosas. UTCiencia «Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo», 1(1), 51-60.

Trejo, A. R., Alquicira, A. M., & Mondragón, I. J. G. (2019). La industria 4.0 y la industria alimentaria. Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 13, 895-911.

Ventajas de la industria 4.0 en empresas. (2020, marzo 12). ATRIA Innovation. Recuperado de: https://www.atriainnovation.com/ventajas-industria-4-0-empresas/

Zeller, V., Hocken, C. & Stich, V. (2018). Acatech Industrie 4.0 Maturity Index A Multidimensional Maturity Model. In: Moon, I., Lee, G. M., Park, J., Kiritsis, D. and von Cieminski, G. (Ed.) (2018). Advances in Production Management Systems: Smart Manufacturing for Industry 4.0, Frankfurt: Springer; pages 105 – 113.