

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

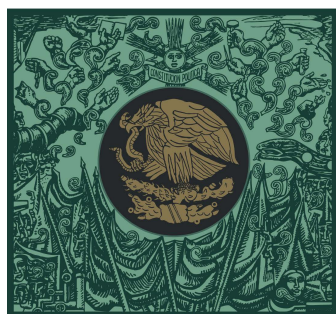
LA INDUSTRIA 4.0. El nuevo paradigma productivo del siglo XXI

Carpeta informativa núm. 130



Noviembre 2019

www.diputados.gob.mx/cesop



**CÁMARA DE
DIPUTADOS**
LXIV LEGISLATURA

CESOP

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Información que fortalece el quehacer legislativo

LA INDUSTRIA 4.0.

El nuevo paradigma productivo del siglo XXI

Roberto Candelas Ramírez

El autor es economista con experiencia laboral en temas relacionados con el desarrollo en distintas instituciones públicas y privadas de orden federal, estatal y municipal.

Contenido

Tema	Página
Introducción	1
Antecedentes	2
La oferta de la Industria 4.0	3
Aplicaciones tecnológicas al servicio de la Industria 4.0	3
IV. Productos tangibles derivados de la Industria 4.0 y mecanismos de evaluación	5
V. Marco estratégico para el posicionamiento de la Industria 4.0	6
VI. Cooperación internacional	10
VII. Las repercusiones de la aplicación de las estrategias de la Industria 4.0	10
VIII. Desarrollo de habilidades tecnológicas y digitales	12
Conclusiones	13

Introducción

El concepto Industria 4.0 (fábrica inteligente) fue desarrollado originalmente por el gobierno alemán durante la versión 2011 de la Feria de Hannover para describir una visión de la fabricación manufacturera con todos sus procesos interconectados mediante internet. La industria 4.0 está en boga porque ha dado impulso a la revolución industrial del siglo XXI persiguiendo —como ya se mencionó— la digitalización de los procesos industriales por medio de la interacción de la inteligencia artificial, la maquinaria y los recursos productivos induciendo cambios en las infraestructuras inteligentes y en la digitalización y creando innovación en el modo de hacer negocios.

La industria 4.0 involucra la fusión digital entre diversas disciplinas para garantizar la satisfacción al cliente, así como la formación de mercados de novedosos bienes y la personalización de los servicios.

El concepto involucra la digitalización de extremo a extremo de las fases productivas y dará lugar a instalaciones autónomas y cadenas de producción autogestionables, elevando la cadena de valor a un nuevo nivel de organización y control, así como a la implantación de procesos y sistemas inteligentes.

El presente estudio brinda los pormenores acerca de todos aquellos elementos que están involucrados en la evolución y desarrollo de la Industria 4.0, entendida como el fundamento que da guía a la Cuarta Revolución Industrial. El espacio aprovecha para presentar un marco estratégico para el posicionamiento de la Industria 4.0 en los países líderes en los campos de la industrialización y el desarrollo tecnológico. Asimismo, se aborda aquí la experiencia inacabada emprendida por México en esta materia. La parte final de este escrito está dedicado a explicar las repercusiones de la Industria 4.0 y a enunciar las principales medidas recomendadas por el Banco Mundial para incidir en el desarrollo de las habilidades digitales.

I. Antecedentes

1º Revolución Industrial. Siglo XVIII

Invención de la máquina de vapor.
Descubrimiento de nuevas materias primas (algodón, hierro y carbón).
Desarrollo del sector textil, siderúrgico y de transporte
Aparición del ferrocarril y del barco de vapor.
Mecanización de procesos productivos.
Transición de una economía agrícola primaria a una economía industrial.

2º Revolución Industrial. Siglo XIX

Hallazgo de fuentes de energía basadas en combustibles fósiles.
Avances en los sistemas de comunicación (aparición del radio, telégrafo y teléfono).
Aparición del avión y el automóvil.
Producción en masa y especialización de los procesos productivos.
División del trabajo.

3º Revolución Industrial. Siglo XX

Desarrollo de fuentes de energía alternativas y limpias (nuclear, eólica, solar e hidráulica).
Aparición de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
Descubrimientos en informática, electrónica y telecomunicaciones.
Automatización de los procesos productivos y diversificación en el uso de tecnologías.
Desarrollo del internet y las redes sociales.

4º Revolución Industrial. Siglo XXI

Industria 4.0
Surgimiento de nuevos materiales y software.
Interconexión e interacción de sistemas.
Transformación profunda de los modelos de producción y de la estructura laboral.
Diseño de productos y servicios inéditos.
Automatización y digitalización de los procesos productivos en un todo integrado.

Impactos sociales de las revoluciones industriales.

La industria pasa a ser entendida como una fuerza transformadora de los modos y estilos de vida, de las culturas y de las economías nacionales.

La industrialización modifica de extremo a extremo las formas de generar ingreso, riqueza, crecimiento y desarrollo, y al hacerlo genera cambios profundos en la estructura y formas de organización social.

Fuente: Carolina Castresana Sáenz, *Industria 4.0*, Universidad la Rioja
https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE002004.pdf

II. La oferta de la Industria 4.0

Prácticas de innovación		
Tecnologías de fabricación	Tecnologías de información	Modelo de negocios

Propuesta de valor	
Actuación y visión empresarial	Perspectiva de la organización

1. Capacidad de adaptación constante a la demanda (adaptación a los requerimientos del mercado).	5. Servicios agregados a los productos físicos.
2. Servicio al cliente de forma más personalizada (innovación en los servicios de atención al cliente).	6. Series de producción más cortas y rentables (optimización de procesos en la esfera de la producción).
3. Servicio post-venta uno a uno con el cliente (innovación en las estrategias de mercado).	7. Aprovechamiento de la información para su análisis a partir de múltiples canales digitales desde donde ser capaces de analizarla y explotarla en tiempo real.
4. Diseño, producción y venta de productos en menos tiempo (incremento de la productividad dentro de la empresa).	8. Nuevo patrón de manufactura que exige alinear las estrategias de la empresa a la evolución tecnológica de manera integrada.

Fuente: <https://www.logicbus.com.mx/que-es-la-industria-4-0.php>

III. Aplicaciones tecnológicas al servicio de la Industria 4.0

Aplicaciones tecnológicas basadas en un todo integrado para desarrollar la fábrica inteligente .	
Nueva arquitectura tecnológica	Redes de trabajo para la creación de valor

<p>1. Big Data y Análisis de datos Almacenamiento digital de información que tiene un gran volumen, velocidad y variedad. Es el proceso de usar software para descubrir tendencias, patrones y correlaciones u otras ideas creativas.</p>
<p>2. Cómputo en la nube Método de gestión de recursos de tecnologías de la información que reemplaza las máquinas locales y los centros de datos privados con infraestructura virtual. Los usuarios acceden a los recursos virtuales de computación, red y almacenamiento que están disponibles en línea a través de un proveedor remoto.</p>
<p>3. Ciberseguridad Es la práctica de defender las computadoras, servidores, dispositivos móviles, redes y datos de ataques maliciosos.</p>
<p>4. Internet de las cosas Es un escenario en el que las diversas cosas están conectadas y mantienen interacción con el objetivo de conectar los ítems que usamos diariamente a internet y aproximar más el mundo físico y el digital. Permite la conexión y conversación a través de la red de diversos aparatos físicos que ejecutan tareas en lugar del ser humano y permiten optimizar el tiempo.</p>

5. Integración de procesos

Es la agrupación o fusión de procesos en las fases de manufactura.

6. Robótica autónoma y avanzada

Estima que en 2025 la mitad de los empleos serán cubiertos por robots. La robótica permite llevar a cabo tareas sofisticadas y con robots múltiples se pueden hacer muchas tareas fabriles a la vez.

La inteligencia artificial es precisa, eficiente y poco costosa para las compañías.

7. Sistemas para la integración vertical y horizontal

Se refiere al esfuerzo para ser capaces de optimizar y coordinar en tiempo real las actividades primarias, que es el proceso conocido como integración horizontal de la cadena de valor. A su vez, la capacidad para coordinar y optimizar en tiempo real las actividades secundarias es el proceso conocido como integración vertical de la cadena de valor. Esta cooperación se da entre máquina e internet, máquina y persona, y máquina y máquina.

8. Hiper conectividad

Se utiliza para designar la situación actual del ser humano en la cual vive conectado permanentemente a la información a través del uso extensivo de distintos dispositivos (radio, televisión, internet, wi fi, teléfono móvil) conectados entre sí a los servicios que utilizamos día a día.

9. Fabricación digital o Impresión 3D

Es un grupo de tecnologías de fabricación por adición donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material.

10. Manufacturing Execution System

Sistema de información que conecta, monitorea y controla procesos de manufactura complejos y flujos de información en planta y asegura la buena calidad del producto final.

11. Realidad virtual y aumentada

La realidad virtual lleva al usuario fuera del mundo real por uno virtual creado a través del ordenador, como si fuera un simulador o videojuego.

La realidad aumentada es un conjunto de tecnologías que combinan imágenes reales y virtuales de forma interactiva y en tiempo real, de manera que permite añadir información virtual a los elementos que el usuario dispone dentro del mundo real.

12. Base 10

Sistema de número posicional en el que las cantidades se representan utilizando como base aritmética las potencias del número diez.

13. Ingeniería inversa

Obtener información o un diseño a partir de un producto para conocer sus componentes y determinar de qué manera interactúan entre sí.

14. Impresión 3D

Hace posible producir con un solo instrumento un producto que antes requería la utilización de varias máquinas, así como la participación humana. Ha posibilitado la transición de la producción en masa a la personalización en masa.

15. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial está destinada a provocar cambios sustanciales en el mundo laboral, porque va a superar a los seres humanos en la realización de muchas actividades como la traducción de idiomas, conducción de vehículos motorizados, ventas de mercancías (ventas online) y servicios (como el hospedaje) o en la industria de la construcción con maquinaria que sustituye la mano de obra aportada por albañiles, en la medicina el uso de los exoesqueletos hará innecesario el trabajo de los enfermeros mientras otras tecnologías harán posible el análisis clínico de un paciente.

Fuente: Carmen Berenice Yuzunza Fuentes, Juan Manuel Izar Landeta, Jaqueline Guadalupe Bocarando Chacón, Felipe Aguilar Pereyra, Martín Larios Osorio, "El entorno de la Industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras", *Conciencia Tecnológica*, núm. 54, 2017, Instituto Tecnológico de Aguascalientes México. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>

IV. Productos tangibles derivados de la Industria 4.0 y mecanismos de evaluación

Fábrica inteligente

Fábricas conscientes del contexto, basadas en CPS con altos niveles de automatización y optimización que comprende las necesidades de sus clientes. Está provista de máquinas en la ejecución de las diversas tareas relacionadas con la manufactura y en la que se difuminan las barreras entre los diferentes procesos de fabricación, demanda, diseño y suministro del producto final.

Evaluación de la empresa

Reconversión industrial y tecnológica de la planta industrial con visión integral desde sus instalaciones, accesos, espacios, sistemas de seguridad, maquinaria, equipos y demás infraestructuras.

Manufactura inteligente

Habilidad para representar digitalmente cada aspecto de manufactura, desde el diseño hasta el proceso de fabricación haciendo uso de herramientas de software: manufactura asistida por computadora, sistemas para la gestión del ciclo de vida de los productos, uso de tecnologías para la validación de los productos y procesos y reducción de los tiempos, costos de fabricación y lotes de manufactura, todo para crear un **nuevo nivel de organización de la cadena de valor**.

Evaluación de la empresa

Estrategia de negocio basada en cambios en la forma en que operan los procesos, la cadena de suministro y los modelos de negocio.

Máquinas

Dotadas de capacidad para comunicarse entre sí para recibir y transmitir información y ejecutar acciones y para desarrollar productos inteligentes y solucionar de forma remota tareas complejas.

Las máquinas son flexibles y pueden ser configuradas para cambiar el volumen de producción o nuevos tipos de producto con o sin un cambio en el proceso.

Evaluación de la empresa

Proceso de toma de decisiones para realizar inversiones para el desarrollo de plataformas tecnológicas y protocolos de comunicación que garanticen el flujo, procesamiento y seguridad de la información.

Sistemas, componentes y aplicaciones de la plataforma industria 4.0

Sistemas ciber-físicos + Internet de las cosas + Internet de los servicios.

Sistemas con capacidades físicas y de cómputo integradas, que puedan interactuar con humanos a través de diversos medios, acceder a datos y servicios disponibles en la web, monitorean y controlan los procesos físicos y hacen las conexiones con el mundo real y virtual con el internet de los servicios y la fábrica inteligente.

Evaluación de la empresa

Desarrollar la arquitectura tecnológica y de soporte emprendiendo iniciativas para evaluar y aprovechar los beneficios asociados al uso de los componentes por ser éstos los mecanismos que permiten la fusión del medio físico y el virtual durante el proceso de fabricación.



Productos inteligentes
Productos integrados en la forma de microchips, software y sensores capaces de coleccionar datos, hacer cálculos, almacenar datos, comunicarse e interactuar con su ambiente.
Evaluación de la empresa
Desarrollar la arquitectura tecnológica y de soporte emprendiendo iniciativas para evaluar y aprovechar los beneficios asociados al desarrollo de los productos.

Cómputo de la nube (Cloud Computing)
Algunas de las tareas a desarrollar a través de esta herramienta es hacer eficiente el manejo del comercio digital, contribuir al desarrollo de productos nuevos y mejorados, ampliar la cobertura del mercado a través de la inteligencia artificial basada en la nube.
Evaluación de la empresa
Una plataforma de e-marketing en la nube facilitará la instrumentación de la estrategia de mercado de la empresa y la comunicación y servicios de atención a los clientes. Esto se traduce en el logro de una mejor posición competitiva.

V. Marco estratégico para el posicionamiento de la Industria 4.0

Estrategias planteadas por Estados Unidos para posicionarse en la manufactura avanzada y los acuerdos de colaboración interinstitucional para sostenerlos		
Estrategias para posicionarse en la manufactura digital	Acuerdos de colaboración interinstitucional para reforzar la vinculación y transferencia de conocimientos	Principales actividades emprendidas
<p>Creación del Programa Nacional de Manufactura Avanzada.</p> <p>Principales medidas: Aumento del volumen y calidad del gasto en I+D con planes a largo plazo.</p> <p>Apoyos específicos para tecnologías emergentes.</p> <p>Difusión de clústeres tecnológicos, con capacidad de investigación conjunta</p> <p>Cambio de estrategia comercial frente a los países asiáticos.</p> <p>Aumentar la capacidad de la</p>	<p>Creación de la oficina para implementación del Programa de Manufactura Avanzada con estrecha vinculación con la industria y la academia.</p> <p>El programa federal de Asociación para la Manufactura provee asistencia técnica a las pymes para incorporarse a las cadenas de valor.</p> <p>Creación de nuevos programas a nivel de las universidades para asegurar el liderazgo en manufactura avanzada.</p> <p>La industria se compromete a iniciar a jóvenes graduados en</p>	<p>Elaborar pronósticos sobre diferentes áreas: defensa, energía, salud, seguridad, mercados globales.</p> <p>Construcción de mapas de rutas críticas para obtener productos específicos.</p> <p>Creación de un Portal Nacional sobre Manufactura Avanzada.</p> <p>Mejoras en la política comercial y en el clima de negocios.</p> <p>Actualización de la política energética.</p> <p>Creación de ocho institutos</p>

<p>fuerza de trabajo en ingeniería, matemáticas y ciencias.</p> <p>Política de expansión de la Reserva Federal para inyectar liquidez a la economía.</p>	<p>programas conjuntos con la universidad.</p> <p>Organizaciones intermedias. Un trabajo colaborativo por sector.</p> <p>Creación de la Red Nacional de Institutos para la Innovación en Manufactura.</p>	<p>de enlace e investigación avanzada.</p>
--	---	--

Fuente: Elaboración propia con información de Mónica Casalet, “La digitalización industrial. Un camino hacia la gobernanza colaborativa”.

Estrategia orientada al desarrollo de la Industria 4.0 en Alemania		
Posicionamiento de la estrategia	Alianzas públicas y privadas	Perspectiva de la estrategia
<p>La estrategia está basada en la integración de sistemas de producción ciber físicos en manufactura y logística, el uso de internet de las cosas y los servicios en procesos industriales.</p> <p>Estimula la formación de redes de Investigación y Desarrollo (I+D) con el objetivo de orientar la manufactura digital hacia la interconexión de productos, cadenas de valor y modelos de negocio.</p> <p>Compass se formó con la idea de tener una guía introductoria al modelo Industria 4.0 que en forma rápida pueda adecuar las mejores prácticas para asegurar la información entre las pymes para generar confianza y viabilidad en su integración a la cadena de producción.</p>	<p>Se crearon y reforzaron alianzas entre el sector público y el privado para orientar financiamientos y fondos para apoyar la Industria 4.0.</p> <p>El impulso al internet de las cosas y servicios con la estrategia de alta tecnología involucró múltiples programas. Entre los promotores de esta alianza se encuentran la Academia de Ciencia e Ingeniería y el Centro Alemán de Inteligencia Artificial.</p> <p>La plataforma Industria 4.0 es una red central para el avance de la digitalización en la industria; su acción involucra 159 organizaciones, con el objetivo de transmitir información adecuada para asegurar la confianza en la aplicación de la digitalización a través de la elaboración y análisis de casos de éxito y</p>	<p>La estrategia de alta tecnología para el año 2020 pretende consolidar el liderazgo de Alemania en la manufactura digitalizada.</p> <p>Para lograrlo se incluyó una agenda de 10 futuros proyectos sobre Industria 4.0 con el objetivo de aumentar y generalizar la digitalización a través de Fábricas Inteligentes.</p>

	recomendaciones prácticas.	
--	----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia con información de Mónica Casalet, *“La digitalización industrial. Un camino hacia la gobernanza colaborativa”*.

Estrategia orientada al desarrollo de la Industria 4.0 en China		
Posicionamiento de la estrategia	Las inversiones que conlleva la implementación de la estrategia	Perspectiva de la estrategia
<p>El Plan General de China 2025 es una estrategia para fortalecer el sector manufacturero que apuesta por la manufactura inteligente y la consolidación de la Industria 4.0.</p> <p>Made in China es una estrategia de asociación integral con otros países.</p> <p>En los esfuerzos de China se están combinando la computación en la nube con los grandes datos para crear y capturar valor.</p> <p>Las grandes empresas chinas están invirtiendo mucho en la formación de centros de datos para desarrollar la manufactura inteligente.</p>	<p>China estima que la Industria 4.0 podría aumentar la productividad entre 25 y 30 por ciento y reducir 60 por ciento las pérdidas de producción imprevistas.</p> <p>La inversión en automatización y digitalización está convirtiendo a China en el mayor productor mundial de robots industriales.</p> <p>El mercado de sensores y sistemas de software integrados está en auge en ese país.</p>	<p>La iniciativa Made in China plantea entre sus metas que para 2020 el país deberá dominar el núcleo básico tecnológico que comprende digitalización, redes e informatización, mejorar la calidad de los productos y disminuir el consumo de energía y las emisiones contaminantes de las principales industrias.</p> <p>En 2035 la fabricación china alcanzará un nivel intermedio entre las potencias manufactureras mundiales continuando las mejoras de calidad y la digitalización de la producción, la consolidación de talentos para conducir los procesos.</p>

Fuente: Elaboración propia con información de Mónica Casalet, *“La digitalización industrial. Un camino hacia la gobernanza colaborativa”*.

La experiencia de México		
La nueva política industrial explícita	Iniciativas impulsadas	Perspectiva de la estrategia
<p>En México no había existido hasta ahora una única orientación de política industrial y científica que buscara dirigir la Industria 4.0.</p> <p>El enunciado 6 de la nueva política industrial del gobierno de la Cuarta Transformación señala la intención explícita por fomentar la digitalización del sector manufacturero e impulsar la Industria 4.0.</p> <p>Pero aún no se han diseñado programas para iniciar la aplicación de la Industria 4.0</p> <p>El empresariado comienza a aceptar la digitalización de la producción y la integración de los procesos y las máquinas es una problemática reciente.</p> <p>La formación de talento humano ha aumentado la disponibilidad de personal especializado que está altamente involucrado con la industria y la creación de ciencia y tecnología necesarias para la implementación de este nuevo paradigma productivo.</p>	<p>Hasta ahora las iniciativas adoptadas buscan desarrollar un estímulo a la innovación conformando un entorno convergente a nivel de conocimiento, investigación y financiamiento de nuevos campos en la digitalización de la producción.</p> <p>Los clústeres industriales más consolidados se localizan en los sectores automotriz y de autopartes, aeroespacial, tecnologías de la información y comunicación y electrónico.</p> <p>En ellos se articulan las relaciones de empresas, proveedores, centros de investigación, institutos tecnológicos, instituciones intermedias y agencias gubernamentales, logrando conciliar un campo de interés mutuo que favorezca la creación de nuevas modalidades de transferencia del conocimiento.</p>	<p>El despegue de la industria 4.0 se encuentra limitado ante el desafío por superar la brecha de desigualdad en el acceso a las tecnologías de la información y comunicación y fomentar una mayor cobertura a los medios digitales.</p> <p>Las asimetrías económicas regionales que persisten en México condicionan los aprendizajes, la innovación, la organización industrial y las relaciones de colaboración entre los agentes económicos.</p> <p>Los agrupamientos o corredores industriales que se extienden en las regiones norte y centro del país han permitido el intercambio de conocimiento, mejoras en la productividad de las empresas y la consolidación de una infraestructura de apoyo a la innovación propicia para el desarrollo de la Industria 4.0.</p>

Fuente: Elaboración propia con información de Mónica Casalet, “*La digitalización industrial. Un camino hacia la gobernanza colaborativa*”.

VI. Cooperación internacional

Marco de cooperación internacional para el desarrollo de la Industria 4.0		
Diseño de un modelo uniforme	Bases de la cooperación entre países	Agenda de la cooperación internacional
<p>El RAMI 4.0 es el diseño de una arquitectura de referencia para la industria y reconocido por la International Standardization Organization con la intención de divulgarlo internacionalmente.</p> <p>RAMI 4.0 es la primera recopilación de elementos tecnológicos esenciales de la Industria 4.0 en un modelo uniforme que proporciona a las empresas un marco de orientación uniforme, ya que permite la identificación de las normas pertinentes.</p>	<p>La cooperación internacional entre Alemania, Japón, China, Francia y Estados Unidos.</p> <p>La cooperación internacional ha permitido la elaboración de una plataforma de soluciones de seguridad globales basada en la estructura de seguridad de internet industrial.</p>	<p>ARTEMIS es la asociación europea para investigación y desarrollo en sistemas CPS y en Tecnologías de Habilitación Clave (ICET).</p> <p>Es una organización de inversiones mixtas pública y privada con miembros en la industria, pymes, universidades e institutos de investigación que construyen la agenda sobre componentes electrónicos y sistemas.</p> <p>Organiza proyectos colaborativos, foros y materiales de información para su divulgación en el ámbito empresarial.</p>

VII. Las repercusiones de la aplicación de las estrategias de la Industria 4.0

Los gobiernos corporativos de las empresas multinacionales ejercen un dominio sobre el mercado de las tecnologías de vanguardia asociados a la Industria 4.0 creando una gran concentración del mercado de bienes industriales y una maximización en sus márgenes de ganancia.

La Industria 4.0 contribuirá a que el capital gane peso en la distribución de la renta entre el capital y el trabajo. Los empleos repetitivos y poco calificados van a ir desapareciendo con la automatización, mientras que el empleo calificado puede perder terreno frente a la inteligencia artificial y los macro datos.

La repercusión de la automatización sobre el empleo radica en la erosión de la ventaja comparativa sustentada en mano de obra abundante y de bajos ingresos que subsiste en los países en desarrollo y que es el basamento de su competitividad internacional, imposibilitando las capacidades del sector manufacturero de absorber los excedentes de mano de obra.

Con la aparición de la Industria 4.0 las tareas repetitivas en el sector manufacturero y de servicios están siendo ejecutadas por robots, produciendo en los países y en los sectores que los ocupan afectaciones serias en la estructura del mercado laboral, así como caídas en las escalas salariales. La robotización puede reducir la demanda de mano de obra a largo plazo, provocando que ésta tenga que competir con la máquina.

Perfiles de empleos en la era de la Industria 4.0		
Empleos con mayor riesgo de automatización y/o digitalización	Empleos con menor riesgo de automatización y/o digitalización	Nuevos empleos
Trabajo de oficina y tareas administrativas.	Educación, artes y medios de comunicación.	Analistas de datos, mineros de datos, arquitectos de datos.
Ventas y comercio	Servicios jurídicos	Desarrolladores de software y aplicaciones.
Transporte y logística	Gestión de recursos humanos	Especialistas en redes e inteligencia artificial.
Industria manufacturera	Algunos aspectos de los servicios financieros	Diseñadores y productos de nuevas máquinas inteligentes, robots e impresiones 3D.
Construcción	Trabajadores informativos, ingenieros y científicos	Especialistas en marketing digital y comercio electrónico.
Algunos aspectos de los servicios financieros		Trabajadores de las plataformas digitales, empleos casuales (oficios)
Algunos tipos de servicios (traductores de idiomas, consultoría fiscal, etc.)	Algunos tipos de servicios (trabajo social, estética y cuidado de la belleza).	Técnicos en robótica, técnicos en mecánica, técnicos superiores en animación (impresión 3D), programadores de plataformas de internet de las cosas, técnicos en tecnologías de la información, expertos en ciber seguridad, nanotecnología.

Fuente: Alfredo Sánchez Castañeda, *“La Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0). Entre menos trabajo, nuevos empleos y una cíclica necesidad: la protección del trabajador asalariado y no asalariado”*. México, Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM. Disponible en <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/5645-industria-4-0-trabajo-y-seguridad-social>

Las actividades de alto valor agregado se están concentrando en conglomerados de empresas (clústeres) que operan en la escala internacional formando cadenas globales de valor. La concentración de la producción y de los mercados puede ser aún mayor en el caso de las tecnologías avanzadas empleadas en la industria, como ya ocurre a gran escala en la economía de los Estados Unidos de América.

El capital de riesgo para financiar la innovación está muy concentrado. Un modo de contrarrestar esta alta concentración consiste en realizar inversiones para potenciar las aptitudes y la infraestructura para apoyar una mejor distribución geográfica de los recursos y los beneficios.

La Industria 4.0 hace imperativo que los países adopten medidas extraordinarias para aumentar la eficacia de sus sistemas de innovación. Además, en el contexto de la Industria 4.0, la infraestructura para el desarrollo industrial es indispensable para contar con el entorno propicio y asegurar un acceso irrestricto a la electricidad, la conectividad, las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Las capacidades para adoptar las tecnologías de la Industria 4.0 requieren de la formación, adquisición y desarrollo de habilidades y competencias digitales. Existen habilidades para la adopción y el uso básico de las tecnologías para el uso creativo y la adaptación de tecnologías para

la creación de otras más. Existen competencias que varían entre los sectores, países y el nivel de desarrollo industrial alcanzado.

En los países en los que el desarrollo industrial constituye el principal motor del crecimiento del producto se debe disponer de una fuerza laboral dotada de conocimientos especializados en robótica, automatización e internet de las cosas.

Los países deben crear capacidades para evaluar los efectos de la Industria 4.0 desde un punto de vista social. La previsión y evaluación tecnológica exige reunir fuentes de conocimiento diversas, especializadas e interdisciplinarias para diseñar visiones estratégicas de negocios e información estratégica para conformar una visión de futuro deseable, posible y probable.

Los sistemas de protección social deben proporcionar seguridad ante las perturbaciones laborales ocasionadas por la Industria 4.0. Las medidas redistributivas del ingreso y la imposición de gravámenes impositivos al capital, al empleo de robots y las demás tecnologías asociadas a la Industria 4.0 pueden aportar ingresos fiscales en beneficio de los sistemas de seguridad social.

La resolución 73/247 sobre la cooperación para el desarrollo industrial de fecha 20 de diciembre de 2018 de la Asamblea General de las Naciones Unidas aborda la cooperación para el desarrollo industrial y reconoce los beneficios que puedan derivarse de la transformación estructural emanada de la aplicación de las estrategias de posicionamiento de la Industria 4.0.

VIII. Desarrollo de habilidades tecnológicas y digitales

Enunciados.			
1. Pensamiento crítico, analítico y computacional.	2. Dominar contextos donde se utilizan grandes cantidades de datos.	3. Interactuar activa e intensamente con tecnologías y dispositivos de inteligencia artificial.	4. Leer, analizar y utilizar el caudal de información en beneficio de la organización.
5. Programar y comprender a cabalidad el funcionamiento de máquinas, tecnologías, dispositivos y aplicaciones útiles en la economía digital.	6. Ejercer en las funciones laborales la inteligencia social, la inteligencia emocional y la autoestima.	7. Vincular estrechamente la inteligencia humana con el proceso de toma de decisiones.	8. Desarrollar capacidades para crear tecnologías.

Fuente: Banco Mundial. Disponible en http://blogs.worldbank.org/es/voices/como-se-educa-para-descifrar-lo-desconocido?cid=ECR_E_NewsletterWeekly_ES_EXT&deliveryName=DM48859

Conclusiones

En pleno siglo XXI la humanidad está frente a frente con la Cuarta Revolución Industrial. Las transformaciones derivadas de la aplicación de las estrategias de la Industria 4.0 son un hecho, aunque los que se avecinan irán ganando en amplitud y profundidad. Las tres revoluciones

industriales que la anteceden se han constituido como fuerzas transformadoras de modos y estilos de vida, de cultura, economía, estructura y organización social. Igualmente, han modificado los modelos y métodos usados para crear riqueza, generar ingreso y detonar crecimiento y desarrollo.

En otro orden, la Industria 4.0 va a profundizar la desigualdad ya prevaleciente en la relación de los factores de la producción capital y trabajo, como lo hará también en el uso de materiales, fuentes de energía y servicios relacionados con la industria. En suma, es de esperar que la Industria 4.0 habrá de propiciar reordenamientos y reacomodos sucesivos en los niveles de la productividad total de los factores.

La Industria 4.0 involucra el despliegue de un complejo marco estratégico para lograr que los procesos productivos que se ejecutan al interior de las empresas industriales logren la reconversión hacia una nueva arquitectura que contemple la automatización y la digitalización de procesos en un todo integrado. El soporte tecnológico en cuanto a sistemas, dispositivos, componentes, aplicaciones computarizadas, así como el uso intensivo de la inteligencia artificial conllevarán ejecutar un gran cambio en los perfiles de trabajo humano ocupado para desempeñar las funciones productivas al interior de las empresas. Los trabajos especializados al paso del tiempo irán intensificando el desplazamiento de mano de obra poco calificada, a la vez que empujarán a modificar las escalas salariales prevalecientes en los sectores de la industria. Derivado de estos hechos, la competitividad de los países no podrá descansar más en el bajo costo de mano de obra no calificada.

En los círculos de estudio y análisis de la Industria 4.0 se afirma acerca de la necesidad de que los gobiernos trabajen en el fortalecimiento de los sistemas de protección y seguridad social para evitar en lo futuro una profundización de la desigualdad social derivada de los ajustes en la estructura laboral derivados del avance de la Industria 4.0.

Es buena noticia enterarse de que el gobierno de la Cuarta Transformación desplegará una política industrial explícita y de que en el enunciado 6 se señale la intención deliberada por fomentar la digitalización del sector manufacturero e impulsar la Industria 4.0. Hasta ahora, los avances logrados por México en la materia muestran fallas debidas a esa desarticulación en la emisión de políticas públicas relativas al desarrollo industrial del país, que es a fin de cuentas el sector predominante en materia de generación de fuentes de empleo, ingreso y riqueza social.

Es meritorio que se inaugure la ruta hacia la conquista de un nuevo horizonte de desarrollo industrial.