



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Digitalización y competitividad industrial. Impulso gubernamental en Alemania y México

Andrés Morales Alquicira¹

*Araceli Rendón Trejo**

*Irene Juana Guillén Mondragón**

Resumen

Con la crisis de 2008 se observó que en los países en donde el desarrollo y la participación de la industria, era más destacada, la recuperación se daba con más facilidad. Con la concientización de la importancia económica de la industria y la llegada de la Cuarta revolución industrial, los países desarrollados y algunos en desarrollo han implementado programas para impulsarla. Ello ha favorecido la digitalización de la economía y la competitividad de las empresas. En 2012 Alemania crea la iniciativa Industria 4.0, con ella impulsa su industria y economía. En este escenario, qué hace el gobierno de México. En el trabajo se identifica y reflexiona sobre las principales iniciativas gubernamentales implementadas en Alemania y México, para insertar a sus industrias en la Cuarta revolución industrial. La investigación de naturaleza cualitativa se basa en una revisión exhaustiva de información de organismos internacionales y nacionales de Alemania y México.

Palabras Clave: Alemania, cuarta revolución industrial, digitalización, Industria 4.0, México

Abstract

With the 2008 crisis, it was observed that in the countries where the development and participation of the industry was more prominent, the recovery was easier. With the awareness of the economic importance of the industry and the arrival of the Fourth Industrial Revolution, developed and some developing countries have implemented programs to boost it. This has favored the digitalization of the economy and the competitiveness of companies. In 2012 Germany created the Industry 4.0 initiative, with it boosting its industry and economy. In this scenario, what does the Mexican government do. The paper identifies and reflects on the main government initiatives implemented in Germany and Mexico, to insert their industries in the Fourth Industrial Revolution. Qualitative research is based on a comprehensive review of information from international and national organizations in Germany and Mexico.

Keywords: Germany, fourth industrial revolution, digitalization, Industry 4.0, Mexico

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, México.

Introducción

En la economía mundial han ocurrido cuatro revoluciones industriales que han dado lugar a cambios importantes en los procesos de industrialización y en la vida de los habitantes. La tercera revolución industrial se caracterizó por la automatización, el uso de las tecnologías de la información (TIC), la informática e internet. En la cuarta revolución industrial, los procesos se digitalizan; es decir operan por medio de sistemas físicos controlados por algoritmos de cómputo conectados por internet que permiten integrar la operación de máquinas, sistemas de almacenamiento de información y equipos de producción capaces de intercambiar información de forma automática y autónoma, emitir acciones y controlarse recíprocamente. Todas las revoluciones industriales han tenido efectos importantes en la productividad y competitividad de las empresas, industrias y países, así como en las relaciones económicas, políticas, sociales y en el medio ambiente. La cuarta revolución industrial no es la excepción, está generando cambios disruptivos en todas las actividades humanas.

El conocimiento acumulado traducido en el avance científico y tecnológico ha dado lugar a las condiciones que propiciaron el detonar de la cuarta revolución. En los países desarrollados, su cultura, sistema educativo, organización productiva y actuar gubernamental, han favorecido la incorporación del proceso de digitalización en las distintas actividades económicas. En 2012 surge en Alemania una de las iniciativas más importantes de la digitalización industrial, la “*Plattform Industrie 4.0*”, también conocida como industria 4.0 su objetivo era identificar tendencias y elaborar recomendaciones conjuntas en diferentes áreas de la manufactura avanzada en el marco de la reindustrialización. La industria 4.0 ha permitido a la industria alemana expandirse, impulsar el crecimiento de su economía local y colaborar en la atención de diversos problemas en su país. El éxito de la industria 4.0 le ha llevado a ser considerada para adoptarse en otros países, entre ellos México. Su adopción demanda una profunda reconversión tecnológica y organizacional de las actividades económicas, en ese proceso, las políticas y acciones que implemente el gobierno son clave para estimular o desanimar su adopción. Operativamente la reindustrialización demanda la digitalización de la economía; es decir de la implantación de una red tecnológica de producción inteligente para que máquinas, dispositivos, sistemas y trabajadores colaboren entre sí. Esto en principio demanda el desarrollo de la conectividad, para que el internet de las cosas como vehículo opere de forma eficiente. Pero ¿Cuál es la situación en México? ¿Qué está haciendo el gobierno mexicano para que las empresas puedan incorporarse a esta revolución? En este trabajo se abordan las iniciativas implementadas en Alemania y en México para insertar su industria en la dinámica de la cuarta revolución industrial. En la primera parte se señalan algunos elementos de esta revolución, en particular las características que adoptan la innovación y la competitividad. En la segunda parte

se aborda la importancia de la digitalización para las economías, así como algunas iniciativas de países para promover para la reconversión digital de la industria. En la tercera se presenta las principales acciones gubernamentales identificadas para promover la digitalización de la industria en Alemania y México. Finalmente a manera de conclusiones se presentan algunas reflexiones.

Metodología. El trabajo que se presenta resulta de investigación cualitativa basada en trabajo documental, en el que se ha hecho una revisión exhaustiva de información de organismos internacionales (la Comisión Europea, la Cepal, el Foro Económico Mundial), de fuentes oficiales de México (los Presupuestos de Egresos de la Federación, el Programa y convocatorias de Estímulos a la Innovación de CONACYT, el Padrón de Beneficiarios de Desarrollo Tecnológico e Innovación de 2009 a 2018 de CONACYT, estadísticas de INEGI, publicaciones de la Secretaría de Economía entre otros), así como de libros y publicaciones especializadas sobre el tema disponibles en internet.

La Cuarta Revolución Industrial (4ta RI)

Las revoluciones industriales se caracterizan por cambios y avances tecnológicos disruptivos que transforman la vida de la población: su estilo de vida, cultura, economía y organización social. A nivel económico, tienen impacto en el crecimiento, empleo y competitividad de los países. Para que haya una revolución industrial tiene que haber innovación de tal magnitud, que rompa con lo establecido; esto constituye un punto de inflexión respecto de la forma en que tradicionalmente se produce. Así, el sustento de las revoluciones industriales son los adelantos tecnológicos.

En la primera revolución industrial el descubrimiento de la máquina de vapor y de nuevas materias primas (algodón, hierro, carbón, entre otras) llevó a la mecanización de las tareas. En la segunda, a mediados del siglo XIX, se hallaron nuevas fuentes de energía (gas, petróleo, electricidad) y se dieron avances en los sistemas de comunicación (radio, teléfono) y de transporte (automóviles y aparición del primer avión); la producción en masa y una mayor especialización de las tareas (división del trabajo) en los procesos productivos se hizo presente. En el siglo pasado, la tercera revolución industrial se vio influida por varios aspectos: el desarrollo de nuevas fuentes de energía (nuclear, eólica, solar, hidráulica) y las tecnologías de la Información y de la comunicación (informática, electrónica y telecomunicaciones, internet y redes sociales). La informática y la automatización caracterizaron la tercera revolución industrial (Castresana Sáenz, 2016, pág. 9).

El impulso a la industria llevó al mejoramiento tecnológico, la innovación, lo que a su vez hizo posible el aumento de la productividad, de la eficiencia, de la competitividad y del beneficio de las empresas. La industria y su crecimiento ha sido el motor que ha propiciado cambios en los estilos de vida de la sociedad, de la cultura, la economía y la organización social. Como resultado de ello,

el comercio y las ciudades han crecido y se ha mejorado el nivel de vida en la población (Castresana Sáenz, 2016, pág. 10). Es decir, la industria tiene un efecto multiplicador, ya que su crecimiento impacta no solo a los otros sectores de la economía sino también a las localidades, regiones y países en los que se inserta². Dada la importancia que tiene la industria para el crecimiento económico y la recuperación en épocas de crisis, es importante fortalecer su competitividad tecnológica (Del Val Román, 2016, pág. 4).

Innovación, digitalización y cambio en las necesidades de los consumidores en 4ta RI

Actualmente nos encontramos en los inicios de la 4ta RI. Hay cambio de paradigma, se desarrolla otra concepción de la industria en donde nuevos avances tecnológicos, materiales, software e innovaciones están presentes día a día, lo que está llevando a cambios radicales en la economía³. En este trabajo se adopta la definición de innovación dada en el Manual Oslo “La introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo, o las relaciones exteriores” (Oslo, M, 2006, pág. 56)

En la 4ta RI, las tecnologías digitales son aplicadas en forma creciente en prácticamente todos los procesos productivos y organizacionales de todas las actividades económicas. Esto se conoce como proceso de digitalización. Consiste en la implantación de una red tecnológica de producción en donde máquinas, dispositivos, sistemas y trabajadores colaboran entre sí. Su operación se basa en sistemas físicos controlados por algoritmos de cómputo conectados por internet de alta velocidad que permiten integrar la operación de máquinas, sistemas de almacenamiento de información y equipos de producción capaces de intercambiar información de forma automática y autónoma, lanzar acciones y controlarse recíprocamente. La digitalización se aplica en todas las fases de la cadena de valor de una empresa u organización, hace que su funcionamiento sea más eficiente e incluso pueda tomar decisiones inteligentes. Todo esto favorece a los consumidores al ofrecerles nuevos y mejores bienes y servicios a precios competitivos. Con ello los consumidores cambian sus necesidades y exigencias. “Los nuevos mercados se basan en la personalización y la creación de nuevos productos y servicios innovadores. Los clientes exigen calidad a sus productos, pero están más dispuestos a pagar por la experiencia o el servicio más que por el producto en sí. Por ello es

² Cuando la industria crece, lo hacen también los otros sectores económicos “...por cada euro producido por la industria en la Unión Europea, 34 céntimos proceden de otros sectores. Por ello, la Unión Europea se ha fijado el objetivo de aumentar el peso de la industria en el PIB europeo del 15.3% al 20% en 2020” (Del Val Román, 2016, pág. 4).

³ Las innovaciones pueden llegar a ser radicales, “lo que Schumpeter llama la creación destructiva, donde un nuevo producto o una nueva tecnología deja obsoleto a productos o tecnologías existente.” (Heijs & Buesa, 2016, pág. 27)

una necesidad añadir al producto servicios nuevos, experiencia individualizada, capacidad de actualización, lo que pasa por añadir informática (software y conectividad) a cualquier producto.” (Del Val Román, 2016, pág. 4).

Innovación, tecnología facilitadora, competitividad en la 4ta RI

La innovación favorece el crecimiento, eficiencia y competitividad de las empresas. En la 4ta RI, los facilitadores tecnológicos que ayudan a lograrlos son:

- Las soluciones inteligentes. Con productos y servicios inteligentes⁴ captan información del entorno que es utilizada por los fabricantes con diferentes propósitos.
- La innovación inteligente. Algunas se extienden a toda la empresa con información que se genera *en y hacia* ella con apoyo de soluciones informáticas. Otras se aplican durante el ciclo de vida del producto inteligente conectado.
- Las cadenas de suministro inteligentes. Redes colaborativas ágiles y cadenas de suministro conectadas.
- Las fábricas inteligentes. Caracterizadas por controlar la producción descentralizada, formada por unidades de producción inteligentes vinculadas al ecosistema de fabricación, que la convierte en una red de agentes que toman decisiones optimizadas a nivel local (Del Val Román, 2016, pág. 7).

Los tecnologías base para la operación de los facilitadores tecnológicos son: la comunicación móvil, la nube, el Big data, la comunicación de máquina a máquina (M2M), las plataformas sociales, la impresión 3D (fabricación aditiva), la robótica colaborativa y la realidad aumentada.

Las fábricas inteligentes cuentan con máquinas de gran capacidad de comunicación M2M, mismas que solo son “vistas” cuando requieren mantenimiento ya que pueden operar y configurarse en modo de autogestión. Incluso el mantenimiento puede ser indicado por las mismas máquinas⁵.

Como en las revoluciones industriales, los cambios disruptivos modifican las necesidades y el perfil de los empleos, se requieren otras habilidades, competencias y conocimientos para el manejo de las nuevas tecnologías. Dado el manejo “autosuficiente” que tienen las máquinas inteligentes, se requiere para su operación menos trabajadores; esto tendrá un impacto en el nivel de empleo, habrá

⁴ Son productos y servicios que cuentan con sistemas electrónicos, software y conectividad que les permiten operar, reprogramar y actualizar diferentes funciones. Los servicios inteligentes se encuentran en nuevos modelos de negocio, en los que con modelos en Big Data se puede automatizar la toma de decisiones.

⁵ En autos de modelos recientes, hay indicadores digitales automatizados de revisión de componentes.

despidos en ciertas actividades en donde las tareas hechas por trabajadores estarán (o están ya) a cargo de máquinas, robots. En otras se requerirá de personal calificado para operarlas.

Importancia de la digitalización para las economías

Con la crisis de 2008 se observó que en los países en donde el desarrollo y peso de la industria en la economía era mayor, la recuperación se dio con más facilidad y, que en los países en donde estaba menos desarrollada o había perdido capacidad, la recuperación fue más lenta. Ello hizo evidente la necesidad de impulsarla.

La promoción de la reconversión digital de la industria

Con la concientización de la importancia económica de la industria y la llegada de la 4ta RI, los países desarrollados han implementado diferentes programas para impulsarla, se han activado proyectos industriales de nuevas tecnologías y generado una creciente competencia por la atracción de inversión. Todo ello ha favorecido el desarrollo de una nueva economía digital en torno a la fábrica.

Estados Unidos fue de los primeros en promover la reconversión digital de la industria. En 2011 creó la asociación "Advanced Manufacturing Partnership 2.0", responsabilizándola de planificar y coordinar los programas federales de investigación y desarrollo de fabricación avanzada (US Government, 2011). En 2016 creó el programa "*Manufacturing USA*", con el que busca asegurar su liderazgo tecnológico (US Government, 2017, pág. 16). Con estas iniciativas ha fortalecido el concepto de *fabricación avanzada* con el que se conoce el proceso de digitalización en Estados Unidos. Francia implementó en 2013, la "*Novelle France Industrielle*", iniciativa para modernizar y dirigir la industria hacia la digitalización (Raffour, 2016, págs. 1-5). Inglaterra implementó en 2013 la iniciativa *See Inside Manufacturing*, su objetivo es crear empleo y contribuir al crecimiento económico mediante la transformación de la industria (UK Government, 2014). En 2012 surge en Alemania una de las iniciativas más importantes de la digitalización industrial, la "*Plattform Industrie 4.0*", también conocida como Industria 4.0 (I4.0), su objetivo es identificar tendencias y elaborar recomendaciones conjuntas para diferentes áreas de la manufactura avanzada en un escenario de reindustrialización digital (Kagermann, Wolfgang, & Helbig, 2013).

La atención de problemas de la sociedad

La 4ta RI se desarrolla en un contexto mundial en el que están presente conflictos diversos que, dada la globalización, tiende efectos diferentes en todas las economías. Los países enfrentan

problemas distintos de acuerdo a sus recursos y desarrollo y, buscan la forma de resolverlos. Con el fin de hacer frente a sus problemas, en 2010 la Unión Europea puso en marcha la estrategia de crecimiento denominada *Europa 2020*, con la que ha abordado retos de corto y mediano plazo. Entre los primeros, reformas estructurales para estimular el crecimiento inmediato a la crisis de 2008, entre los segundos, la necesidad de preparar a los sectores productivos y de servicios para el futuro. La Unión Europea se planteó afrontar problemas como: el cambio climático, el desempleo, la salud, el envejecimiento de la población, el uso ineficiente de recursos, la seguridad energética y el transporte contaminante, entre otros (Comisión Europea, 2013, pág. 3). Para su tratamiento ha contado con la participación de sus sectores tecnológicos más avanzados (nanotecnología, nano electrónica, fotónica, biotecnología, materiales avanzados entre otros) obteniendo resultados favorables. Desde la implementación de la estrategia, reconoció que era necesario impulsar la integración de esos sectores en un ecosistema tecnológico que potenciara los beneficios. La implementación de la integración ha demandado una mayor intervención de los gobiernos tanto a nivel de la unión como de cada país. Operativamente, la integración tecnológica se está construyendo mediante un profundo proceso de digitalización de la cadena de valor. Ese proceso no ocurre únicamente en los países de la Unión Europea. Con diferentes niveles de intensidad también se promueve en otros países desarrollados y en desarrollo. Sin duda la digitalización contribuirá a resolver sus problemas económicos y sociales de los países.

Acciones gubernamentales implementadas para promover la digitalización de la industria en Alemania y México.

Alemania.

Como se mencionó en el apartado 2.1 la iniciativa *Plattform Industrie 4.0* o Industria 4.0 fue desarrollada en 2012 por asociaciones alemanas de ingenieros de las industrias eléctrica, electrónica y digital. Su objetivo era identificar tendencias y elaborar recomendaciones conjuntas para diferentes áreas de la manufactura avanzada en un escenario de reindustrialización digital. En 2013, tres asociaciones empresariales alemanas BITKOM, VDMA y ZVEI (que en conjunto afiliaban a más de 6,000 empresas) crean un proyecto conjunto para implementar la Industria 4.0 como parte de la estrategia de alta tecnología del gobierno alemán. En 2015 la plataforma fue ampliada a asociaciones sectoriales (BDI, VDI, VDE), empresas (Deutsche Telekom AG, Robert Bosch GmbH, SAP SE, Siemens, Festo AG), sindicatos (IG Metall), centros científicos (Fraunhofer-Gesellschaft) y a los Ministerios de Economía y Energía y al de Educación e Investigación. En

2018, 140 empresas e instituciones estaban representadas. La plataforma está dividida en cinco grupos de trabajo (Kagermann, Wolfgang, & Helbig, 2013, págs. 6-7):

- Arquitectura de referencia, estándares y normas. Discute sobre el desarrollo del modelo de interacción entre componentes de la I4.0.
- Investigación e innovación. Prioriza los temas de investigación más necesarios.
- Seguridad de los sistemas en red. Define las áreas de actividad en seguridad en la I4.0.
- Marco legal. Estudia los temas legales clave que afectan a la I4.0
- Trabajo, educación y formación. Analiza nuevos requisitos para el trabajo en la era digital

La Industria 4.0 marca la visión de desarrollo industrial de Alemania en el nuevo siglo. Se basa en el concepto de fábrica Inteligente, el cual, según Kagerman, Wahlster y Helbing: “Constituye un ecosistema donde conviven la digitalización de extremo a extremo, los procesos y productos inteligentes y las tecnologías habilitadoras” (Kagermann, Wolfgang, & Helbig, 2013, págs. 20-21). La iniciativa consiste en la implantación de una red tecnológica de producción inteligente para que máquinas, dispositivos, sistemas y trabajadores colaboren entre sí. Su operación se basa en sistemas físicos controlados por algoritmos de cómputo conectados con internet llamados Sistemas Ciber Físicos (SCF) que permiten integrar máquinas inteligentes, sistemas de almacenamiento de información y equipos de producción capaces de intercambiar información de forma automática y autónoma, lanzar acciones y controlarse recíprocamente.

La transformación digital en Alemania se sustenta en tres organizaciones: la Plataforma I4.0, la Red de laboratorios de la I4.0 y el Consejo de estandarización de la I4.0. La Plataforma I4.0 consiste en la implantación de una red tecnológica de producción inteligente para que máquinas, dispositivos y sistemas colaboren entre sí. Permite la fusión del mundo real con el virtual en las fábricas para el control y optimización de los procesos de trabajo en la cadena de valor de una empresa global. (Henning Kagermann, 2011). La Red de laboratorios de la I4.0, permite a sus miembros conocer las nuevas tecnologías, innovaciones y modelos de negocio en los que se está trabajando. Probar la viabilidad técnica y económica de sus nuevos productos o servicios antes de que salgan al mercado. Dado que el desarrollo de la Industria 4.0 es gradual y las soluciones técnicas específicas difieren entre industrias e incluso entre empresas, el Consejo de estandarización de la I4.0, define los estándares digitales comunes y plataformas tecnológicas que faciliten la comunicación entre sí. Su actividad favorece la vinculación entre diferentes eslabones de la cadena productiva, reduce costos y aumenta la competitividad de las empresas.

Además de impulsar las actividades de estas organizaciones, el gobierno alemán estimula con financiamiento público proyectos de innovación tecnológica e investigación. En este sentido el Ministerio de Economía y Energía se dirige principalmente a PYMES y el Ministerio de Educación

e Investigación a programas público-privados de investigación y desarrollo. El apoyo público se dirige principalmente al desarrollo de software, ya que es ahí se concentra el valor añadido.

México

Los cambios tecnológico disruptivos que están ocurriendo en las diferentes actividades económicas, permean cada vez más las actividades de los habitantes de todos los países, ello está obligando a los gobiernos a implementar acciones para lograr mejores inserciones de sus economías en una cambiante división internacional del trabajo. Un aspecto fundamental para lograr ese objetivo, es identificar cuáles son los principales problemas que enfrentan los países. El Foro Económico Mundial 2019 identificó que, en el caso de México los principales problemas son: baja productividad, limitada infraestructura, corrupción sistematizada, persistente desigualdad, violencia e inseguridad, crimen organizado, limitada diversificación del comercio y una limitada reforma energética entre otros (World Economic Forum, 2019).

Durante la segunda década del siglo XXI México ha logrado estabilidad macroeconómica. Sin embargo, la crisis de 2008 generó efectos adversos en la economía que persisten en 2019, entre otros, una disminución en el ritmo de crecimiento del país, aumento del desempleo y la pobreza, disminución del poder adquisitivo de la gran mayoría de la población. Es decir, hay problemas que no se han logrado resolver y que es necesario atender con vista a los cambios que implica la cuarta revolución industrial.

A pesar de los logros macroeconómicos, la desigualdad es un tema presente en la economía mexicana que se pone de manifiesto en múltiples aspectos, entre otros, en la distribución del ingreso, en las regiones del país, en las ciudades, entre las empresas en las distintas actividades económicas, sean industriales, de servicios o ligadas al agro. Hay grandes disparidades en múltiples aspectos en el país. Aunque hay avances en cuanto infraestructura (carreteras, parques industriales y puertos interiores encaminados a apoyar la actividad productiva) aún son insuficientes para lo que requiere un país de las dimensiones de México. Es necesario que la producción destinada a la exportación se diversifique y que se abran nuevos mercados para no depender, como hasta ahora sucede, del que ha sido el principal destino de las ventas al exterior, los EU.

La corrupción, la inseguridad y la delincuencia organizada son también problemas que afectan la actividad económica pues implican “costos” extras a las empresas y a la población en general,

además que desalientan la inversión ante el temor de enfrentar problemas de extorsión o dificultades para emprender proyectos diversos.

Otro problema importante es la productividad de las empresas. Aquí está presente una vez más la disparidad. En México coexisten empresas muy diferentes, desde las de tamaño micro hasta las grandes con más de 250 trabajadores⁶, todas ellas con características diferentes. La brecha es muy grande entre empresas en una misma actividad económica⁷ y las que se ubican en diferentes regiones del país. Las de mayor tamaño cuentan con recursos económicos, humanos y tecnológicos que les permiten hacer frente a los retos de la competencia en una economía abierta y globalizada, otras se encuentran muy limitadas en recursos de todo tipo, incluso las hay de subsistencia. En un estudio de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) publicado en 2013, se muestra que al tomar como referencia la productividad de las grandes empresas en México, la diferencia de productividad con las MIPYMES es muy grande. La misma comparación con datos de Alemania arroja una diferencia pequeña (CEPAL, 2013, pág. 21), ver tabla 1.

Tabla 1. Productividad relativa de las empresas en Alemania y México, según tamaño en 2012
(En porcentajes)

País	Tamaño de Empresa*			
	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
Alemania	67	70	83	100
México	16	35	60	100

Fuente: Elaboración propia con base en (CEPAL, 2013)

Hay que aclarar que en Alemania los tamaños de empresa no corresponden al mismo número de empleados en México, lo mismo ocurre con los montos de venta⁸. En México en 2012, la productividad de la empresa micro era equivalente al 16 por ciento de la correspondiente a la gran empresa, en tanto que en Alemania era de 67 por ciento. La brecha productiva se explica entre otras causas, por un crecimiento económico sectorial y regional desigual, insuficientes polos de desarrollo y un crecimiento empresarial limitado.

⁶ Hay empresas de capital privado nacional y de capital foráneo.

⁷ Las hay con tecnología moderna y con tecnología madura.

⁸ Hay diferencias en cuanto al número de empleados y monto de venta en los países. Por ejemplo en Alemania, una empresa pequeña tiene entre 0 y 9 empleados con ventas de menos de un millón de euros; la mediana tiene entre 10 y 499 con ventas que pueden ir desde un millón hasta 50 millones; las grandes cuentan con 500 y más empleados con ventas de más de 500 millones de euros (Klaus, 2014).

Respecto al tema de conectividad, el número de usuarios de internet en México como porcentaje del total de la población muestra aumento, en 2015 fue de 52.1 por ciento y en 2016 de 53.6 por ciento (INEGI, 2019), ver tabla 2. Los datos colocan al país por debajo de los valores de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económica (OCDE) a la que pertenece México.

Tabla 2. Penetración y brechas de usuarios de Internet en la OOCDE y México en 2015 y 2016
(Porcentaje de personas que usan internet respecto a la población total)

Región y país	2015	2016
OCDE	78.8	80.9
México	52.1	53.6
Brechas (puntos porcentuales)		
México-OCDE	-26.7	-27.3

Fuente: Elaboración propia con base en (INEGI, 2019) y (CEPAL-ONU, 2018, pág. 7)

En México, el comercio electrónico va en aumento. El comportamiento del valor agregado bruto del comercio electrónico (VABCOEL), a precios reales de 2013, muestra una mayor participación en el PIB. En 2014, representaban el 3.4 por ciento y en 2017 el 4.4 por ciento, ver tabla 3. Por otra parte, la variación porcentual del VABCOEL se incrementó significativamente en 2016 y 2017. En este contexto, en 2018, el entonces Secretario de Economía Ildefonso Guajardo Villareal, expuso que los retos que enfrentaba México para implementar la industria 4.0 eran (Villareal, 2018):

Tabla 3. PIB y Valor Agregado Bruto del Comercio Electrónico (VABCOEL), 2014-2017
(Valores reales de 2013 en millones de pesos)

Concepto	2014	2015	2016 ^R	2017 ^P
PIB	16,733,655	17,283,856	17,786,911	18,163,490
VABCOEL Total	574,581	597,120	686,317	801,827
VABCOEL/PIB (%)	3.4	3.5	3.9	4.4
Variación porcentual del VABCOEL (%)	---	3.9	14.9	16.8

Notas: ^R Cifras revisadas, ^P Cifras preliminares.

Fuente: Elaboración propia con base en (INEGI, 2019a) e (INEGI, 2019b).

- Impulsar una mayor inversión en ciencia y tecnología.

- Mejorar la formación de los jóvenes para que cuenten con las capacidades y habilidades acordes a los rápidos cambios tecnológicos⁹.
- Acercar a la academia y los centros de investigación al sector productivo.
- Destinar recursos a proyectos con mayor potencial de crecimiento.
- Impulsar centros de investigación e innovación.
- Facilitar la transferencia de tecnología.

Aún es insuficiente la generación de innovaciones y, no obstante la adopción de tecnologías de la información y comunicación, las empresas de menor tamaño aún no realizan cambios profundos en sus sistemas organizacionales, productivos y de servicio. Son pocas las empresas que pueden destinar recursos a la investigación, desarrollo e innovación. El número de las que pueden incorporar las tecnologías más avanzadas y la digitalización a toda la cadena de valor, es todavía pequeño.

Son principalmente las grandes empresas las que se están reconvirtiendo tecnológicamente. Algunas ya cuentan con plataformas y recursos digitales que permiten optimizar sus procesos, conocer mejor las características, necesidades y deseos de sus clientes (Ponce, 2016, pág. 11). Es el caso de empresas como Bosch, Honeywell, Nissan, Intel, o KIA¹⁰. La mayoría son multinacionales; no obstante, también existen empresas nacionales de diferente tamaño que se están reconvirtiendo.

El tema de la mano de obra y su capitalización de conocimientos son factores clave para la empresa. La generación de nuevos conocimientos en el proceso productivo lleva a mejores resultados, favorece las condiciones que permiten la innovación. En esta dinámica la capacitación y el reconocimiento al trabajo son factores fundamentales para la adopción de nuevas tecnologías.

Acciones gubernamentales para promover la digitalización de la industria.

En México, la estrategia para reconvertir la industria hacia la digitalización, se instrumenta por medio de el Comité Intersectorial para la Innovación (CII) encabezado por la Secretaría de Economía (SE) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Cuenta con la participación de otras instancias del gobierno federal, de gobiernos estatales y de los sectores empresarial, científico y académico del país. En 2011 el CII implementó el *Programa Nacional de*

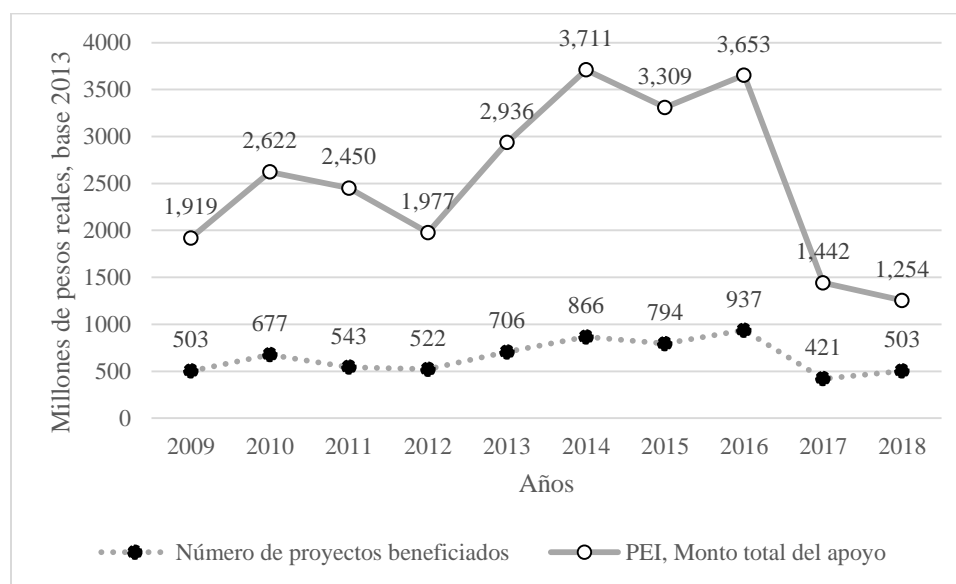
⁹ Será importante una formación dual en la que, además de la academia, se vinculen a las actividades productivas de las empresas.

¹⁰ La empresa KIA Motors llegó a México en 2016, cuenta con una planta de producción en Pesquería, Nuevo León. Gracias a su línea de producción flexible puede producir una unidad cada 53 segundos “La planta más moderna del sistema global KIA Motors, tiene una capacidad instalada de 400,000 unidades por año, su plan es surtir los autos compactos para el continente americano” (González, 2018, pág. 26) .

Innovación (PNI) para promover y fortalecer la productividad y la competitividad del aparato productivo nacional por medio de la innovación (Secretaría de Economía-Comité Intersectorial para la Innovación, 2011). El PNI integró varios programas y creó el *Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación* (PEI) (CONACYT, 2019a). A través este programa el CONACYT destina recursos a las empresas para fomentar la inversión en proyectos de innovación tecnológica. Los recursos son complementarios al monto presupuestado por las empresas.

El comportamiento del PEI de 2009 a 2018, muestra que el número de proyectos beneficiados en 2018 disminuyó al de nueve años atrás (2009), y que el monto del apoyo, a precios reales de 2013, se redujo a niveles inferiores de 2009 en 2017 y 2018, ver gráfica 1.

Gráfica 1. PEI. Número de proyectos beneficiados y monto total de apoyo 2009-2018
(Millones de pesos reales, base 2013)



Fuente: Elaboración propia con base en (CONACYT, 2019b)

El PEI tiene tres modalidades de estímulos para apoyar proyectos de innovación tecnológica. Con la INNOVAPYME apoya los proyectos de las MIPYME, con la INNOVATEC a los de las grandes empresas y, con la PROINNOVA a los que se desarrollan en red, sin importar el tamaño de la empresa. En las tres modalidades se privilegian los proyectos vinculados con instituciones de educación superior y/o centros de investigación. En 2018 el PEI benefició a 503 proyectos de empresas de diferente tamaño, ver la tabla 4.

Tabla 4. PEI. Distribución de montos asignados por modalidad de estímulo y tamaño de empresa en 2018
(Millones de pesos reales, base 2013)

Modalidad	Micro	Pequeña	Mediana	Grande	TOTAL
INNOVAPYME					
Empresas (número)	40	46	14		100
Apoyo total	70.67	102.04	24.16		196.88
Apoyo promedio	1.76	2.21	1.72		1.97
INNOVATEC					
Empresas (número)				49	49
Apoyo total				121.72	121.72
Apoyo promedio				2.48	2.48
PROINNOVA					
Empresas (número)	136	190	15	13	354
Apoyo total	294.04	563.83	44.75	33.12	935.75
Apoyo promedio	2.16	2.97	2.98	2.54	2.64
TOTAL					
Empresas (número)	176	236	29	62	503
Apoyo total	364.70	665.88	68.84	154.85	1,254.36
Apoyo promedio	2.07	2.82	2.38	2.49	2.49

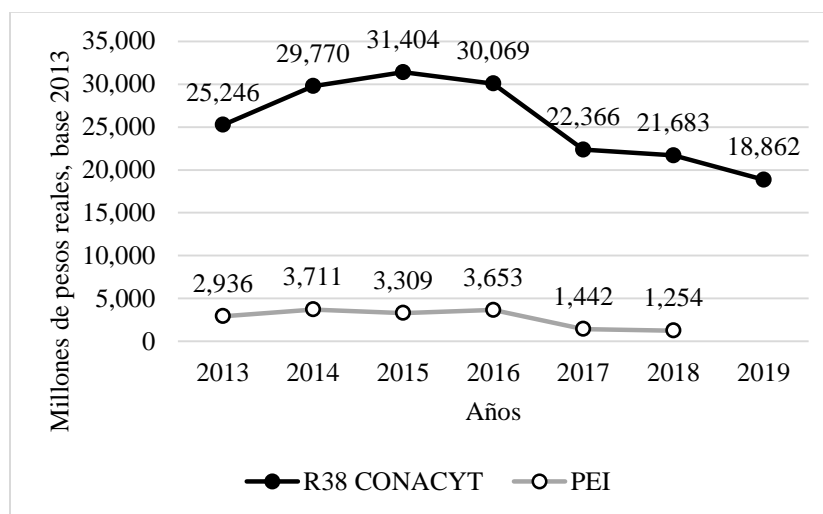
Fuente: Elaboración propia con base en (CONACYT, 2019b).

Para las modalidades INNOVAPYME e INNOVATEC, los montos promedio asignados a los proyectos varían por modalidad y tamaño de empresa, los menores (1.97 millones de pesos) son otorgados por el INNOVAPYME a las MIPYME y los mayores (2.48 millones de pesos) son entregados por el INNOVATEC a las grandes empresas. En el caso del PROINNOVA, los montos asignados a los proyectos son en promedio mayores a los de INNOVAPYME e INNOVATEC (2.64 millones de pesos), en esta modalidad no importa el tamaño de la empresa. A partir del quinto año de gobierno de la administración de Enrique Peña Nieto (2017), el número de proyectos beneficiados con el PEI descendió. En 2016 se apoyaron 937 proyectos (CONACYT, 2019b) y en 2018 a 503, una reducción de 46.31 por ciento. Lo mismo ocurrió con los recursos fiscales

otorgados al Ramo 38 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (R38 CONACYT). En 2015 ascendieron a 31,404 millones de pesos¹¹ (Diario Oficial de la Federación, 2014) y para 2018 se redujeron a 21,683 millones de pesos (Diario Oficial de la Federación, 2017), 30.95 por ciento. Con el arribo de Andrés Manuel López Obrador a la presidencia de México, se pensó que la tendencia cambiaría y que aumentaría el apoyo a la innovación, sin embargo no fue así, los recursos fiscales asignados en 2019 al R38 CONACYT se redujeron más y se ubicaron en 18,862 millones de pesos (Diario Oficial de la Federación, 2018), ver gráfica 2, lo que significó una reducción de 13.01 por ciento en relación al último año de la administración de Enrique Peña Nieto. Con esa reducción presupuestal, es previsible que los estímulos a la innovación del PEI en 2019 también disminuyan.

Gráfica 2. Recursos fiscales otorgados al Ramo 38 CONACYT y al PEI, período 2013-2019

(Millones de pesos reales, base 2013)



¹¹ Los Presupuestos de Egresos de la Federación se elaboran a precios corrientes. Para convertir las cifras de 2009 a 2019 a precios reales de 2013, se dividió cada cifra expresada a precios corrientes entre el correspondiente índice de precios implícitos del Producto Interno Bruto (PIB), año base 2013. La fórmula utilizada fue:

$$PRi_{2013} = \left(\frac{PCi}{IPIi_{2013}} \right) 100$$

Donde: PRi_{2013} = Presupuesto a precios reales del año i , año base 2013
 PCi = Presupuesto a precios corrientes del año i
 $IPIi_{2013}$ = Índice de precios implícitos del PIB del año i , año base 2013

La fuente del $IPIi_{2013}$ es (INEGI, 2019).

Fuente: Elaboración propia con base en: (Diario Oficial de la Federación, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018), (CONACYT, 2019b) e (INEGI, 2019).

Desde la llegada de la administración de Andrés Manuel López Obrador y hasta el primer semestre de 2019 la única modificación que ha tenido PEI es que cambio de nombre por el de *Programa de Estímulos a la Innovación*, conservando las siglas PEI, los programas de estímulo creados en administraciones anteriores y la tendencia decreciente en apoyos. Hasta el primer semestre de 2019 el nuevo gobierno no ha instrumentado una nueva estrategia operativa para estimular la innovación tecnológica. Las convocatorias del Programa de apoyos para las actividades científicas, tecnológicas y de innovación y, del Programa de estímulos a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación se publicó en 2019 en términos similares a las de años anteriores (CONACYT, 2019).

Es necesario que el nuevo gobierno construya una estrategia de estímulo real para la digitalización de las actividades económicas. Los esfuerzos que hasta hoy se han realizado son limitados. Se requiere que además de abordar la infraestructura digital, se provea de equipo necesario a las instituciones educativas y de investigación de todos los niveles, a fin de formar habilidades y conocimientos en los estudiantes para su inserción en la cuarta revolución industrial. También se requiere avanzar en el establecimiento de leyes y reglas claras que den certidumbre y confianza a los inversionistas. No avanzar en los aspectos señalados, tendrá graves consecuencias a la competitividad de las empresas y del país, a la generación de empleo y la estabilidad social.

Conclusiones

Las revoluciones industriales han llevado a profundas transformaciones en los sistemas económicos y las estructuras sociales. La vida de las sociedades cambia por completo ante la irrupción de nuevos paradigmas productivos.

La cuarta revolución industrial constituye un cambio de paradigma respecto a las formas convencionales de producción. En las anteriores, se descubrieron nuevos materiales, combustibles, medios de comunicación y de información que cambiaron la forma de ver el mundo. En esta cuarta revolución industrial, hay nuevos avances tecnológicos, materiales, software e innovación en toda la cadena de valor. Los productos manufacturados resultan de procesos en los que se opera con sistemas ciberfísicos. La robotización y la nanotecnología se van haciendo cotidianas, lo mismo ocurre con el funcionamiento de máquinas inteligentes, que se auto-diagnostican y auto-regulan y comunican entre sí. El trabajador va siendo desplazado de actividades ahora atendidas por

máquinas, la producción se realiza en tiempos más cortos. Todas las actividades se encuentran abiertas e interconectadas.

Ante el reconocimiento de los rápidos cambios tecnológicos que ha tenido la industria, su importancia en la economía como factor de crecimiento y su contribución a la solución de los problemas de los países, los gobiernos buscan instrumentar iniciativas para apoyar esos procesos.

Estados Unidos fue el primero en lanzar una iniciativa presidencial con el objetivo de identificar las rutas por las cuales avanzar en el proceso de digitalización sistemática de su industria, con el fin de mantener su liderazgo en el nuevo siglo. En Europa, Alemania abanderó el proceso de reconversión digital de la industria mediante una iniciativa de carácter privado, actualmente apoyada por el gobierno, denominada *Plataforma Industrial 4.0*. Casi de manera inmediata se le identifica como *Industria 4.0*, nombre con el que se le reconoce también a la cuarta revolución industrial. Otros países en el mundo, están implementando iniciativas con diferente intensidad en esta dirección.

Las principales diferencias entre las iniciativas para digitalizar la producción de los países están en su enfoque y su carácter privado o público.

Para México los retos ante la cuarta revolución industrial se encuentran en la baja productividad, infraestructura limitada, la formación de recursos humanos y educación, empleos de calidad bien remunerados, corrupción, pobreza y desigualdad. Otros aspectos importantes son la certidumbre y seguridad a la realización de las actividades económicas en un clima de paz social, libre de delincuencia y corrupción, así como la seguridad de la información.

Al inicio de la presente década el gobierno de México identificó los cambios tecnológicos que impactaban las formas convencionales de producción en los países desarrollados. Ante ello, ha creado programas y fondos para impulsar la innovación tecnológica. A pesar de los resultados obtenidos, hay mucho por hacer. Al nuevo gobierno le toca realizar varias actividades, indiscutiblemente una de las primeras es que formule un plan estratégico de políticas de ciencia, tecnología e innovación que le dé certidumbre y coherencia a sus acciones. Deberá perfeccionar el ambiente institucional regulatorio para el desarrollo de todas las actividades que implica la digitalización de la industria en particular y de la economía en general, con reglas claras, transparentes, sin discriminación, que den certeza jurídica y confianza a los inversionistas para que en principio se amplíe la infraestructura de conectividad y se desarrollen estándares de interoperabilidad y ciberseguridad. El estímulo a la innovación científica y tecnológica requiere estimular la cooperación técnica en el uso de los servicios compartidos, computación en la nube, seguridad de hardware y software, firma electrónica, entre otros, el gobierno deberá avanzar en el estímulo y la regulación de ello. También es necesario que se atienda y provea de equipo a las instituciones educativas y de investigación, a fin de crear habilidades y conocimientos en los

estudiantes para su inserción en el escenario de la cuarta revolución industrial. Por ahora esto parece distante, ya que el actual gobierno ha reducido en 2019, el presupuesto fiscal otorgado al Ramo 38 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Programa de Estímulos a la Innovación.

Referencias

- Castresana Sáenz, C. (2016). *Industria 4.0, España, Universidad de la Rioja*. Recuperado el 8 de abril de 2019, de https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE002004.pdf
- CEPAL. (2013). *Como mejorar la competitividad de las pymes en la Unión Europea y América latina y el Caribe. Propuestas de política del sector privado*. Recuperado el 18 de marzo de 2019, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3094/1/S2013021_es.pdf
- CEPAL-ONU. (abril de 2018). *Mercado digital regional Aspectos estratégicos*. Recuperado el 5 de julio de 2019, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43476/1/S1800295_es.pdf
- Comisión Europea. (2013). *Europa 2020: La estrategia europea de crecimiento, Comprender las políticas de la Unión Europea, Por un futuro sostenible y generador de empleo. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea*. Recuperado el 5 de abril de 2019, de https://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/PresidenciaJusticia/Areas/PJ_04_Informacion_de_la%20Union_europea/01_Europe_Direct_Aragon/Publicaciones%20de%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea/Europa%202020%20-%20la%20estrategia%20europea%20de%20crec
- CONACYT. (2019). *Convocatorias Programa de Estímulos a la Innovación, Convocatoria 2019*. Recuperado el 24 de julio de 2019, de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-programa-de-estimulos-a-la-innovacion/pei-19>
- CONACYT. (2019a). *Programa de Estímulos a la Innovación*. Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>
- CONACYT. (2019b). *Padrón de Beneficiarios 2009-2018, Desarrollo Tecnológico e Innovación*. Recuperado el 30 de junio de 2019, de https://www.conacyt.gob.mx/images/pdfs_conacyt/PEI_Beneficiarios_2009-2018.xlsx
- Del Val Román, J. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria, Conferencia de directores y decanos de ingeniería informática, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto, País Vasco*. Recuperado el 17 de mayo de 2019, de <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (27 de diciembre de 2012). *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2013*. Recuperado el 20 de julio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2013/PEF_2013_abro.pdf

- Diario Oficial de la Federación. (3 de diciembre de 2013). *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2014*. Recuperado el 20 de julio de 2019, de https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/work/models/PTP/Presupuesto/DecretosPEF/Decreto_PEF_2014.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (3 de diciembre de 2014). *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2015*. Recuperado el 22 de julio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2015/PEF_2015_abro.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (27 de noviembre de 2015). *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2016*. Recuperado el 22 de julio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2016/PEF_2016_abro.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (30 de noviembre de 2016). *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2017*. Recuperado el 22 de julio de 2019, de <http://www.secretariadoejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/normateca/Presupuestos/Presupuesto%20de%20Egresos%20de%201a%20Federaci%C3%B3n%20para%20el%20Ejercicio%20Fiscal%202017.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (29 de noviembre de 2017). *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2018*. Recuperado el 22 de julio de 2019, de https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/work/models/PTP/Presupuesto/DecretosPEF/Decreto_PEF_2018.pdf
- Diario Oficial de la Federación. (28 de diciembre de 2018). *Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2019*. Recuperado el 22 de julio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2019_281218.pdf
- González, L. (17 de mayo de 2018). KIA ha ensamblado 417,000 unidades en su planta de NL. *El Economista*, pág. 26. Recuperado el 3 de mayo de 2019
- Heijs, J., & Buesa, M. (marzo de 2016). *Manual de economía de innovación. Tomo 1, Teoría del cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación. Instituto de Análisis Industrial y Financiero*. Recuperado el 6 de julio de 2019, de [https://www.ucm.es/data/cont/docs/588-2016-05-17-AAA%20Manual%20EDI%20\(Parte%201\)%20Versi%C3%B3n%20Final%20publicada.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/588-2016-05-17-AAA%20Manual%20EDI%20(Parte%201)%20Versi%C3%B3n%20Final%20publicada.pdf)
- INEGI. (24 de mayo de 2019). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto Trimestral. Año Base 2013. Serie del primer trimestre de 1993 al primer trimestre de 2019*. Recuperado el 22 de julio de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2019). *Usuarios de Internet, según grupos de edad, 2015-2018. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), 2018*. Recuperado el 27 de junio de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2019a). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Valor Agregado Bruto del Comercio Electrónico*. Recuperado el 12 de julio de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/vabcoel/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2019b). *Producto Interno Bruto Trimestral, cifras originales, PIBT_2.xlsx/Series originales/Serie Detallada/Valores constantes a precios de 2013/Millones de pesos*. Recuperado el 20 de julio de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>
- International Labour Organization. (22 de febrero de 2013). *Global Employment Trends 2013: Facts and figures for Latin America & the Caribbean*. Recuperado el 29 de abril de 2019,

- de http://www.ilo.org/global/research/global-reports/global-employment-trends/2013/WCMS_202318/lang--en/index.htm
- Kagermann, H., Wolfgang, W., & Helbig, J. (2013). *Securing future of German manufacturing industry Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, Frankfurt, Acatech-National Academy of Science and Engineering. Recuperado el 29 de marzo de 2019, de http://digital.bib-bvb.de/view/bvbsingle/single.jsp?dvs=1536706262806~609&locale=es_419&VIEWER_URL=/view/bvbsingle/single.jsp?&DELIVERY_RULE_ID=39&bfe=view/action/singleView.er.do?dvs=&frameId=1&usePid1=true&usePid2=true
- Klaus, S. (17 de junio de 2014). *Pymes y la Política Comercial de Alemania*. Recuperado el 12 de mayo de 2019, de <https://www.senado.gov.ar/upload/14212.pdf>
- Oslo, M. (2006). *Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. OCDE-EUROSTAT-COMMISSION EUROPEA. Recuperado el 6 de junio de 2019, de <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>
- Ponce, J. A. (13 de septiembre de 2016). *La disrupción del Internet de la producción, Conferencia, II Reunión de la Conferencia de ciencia, innovación y TIC de la CEPAL, San José, Costa Rica*. Recuperado el 25 de abril de 2019, de <https://innovalac.cepal.org/sites/innovalac/files/presentations/lazcano.pdf>
- Raffour, C. (juillet de 2016). *“Nouvelle France Industrielle” Fiche repère FutuRIS*. Recuperado el 3 de abril de 2019, de <http://www.anrt.asso.fr/sites/default/files/fiche-repere-nouvelle-france-industrielle.pdf>
- Secretaría de Economía-Comité Intersectorial para la Innovación. (2011). *Programa Nacional de Innovación*. Recuperado el 10 de abril de 2019, de http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/innovacion/Programa_Nacional_de_Innovacion.pdf
- UK Government. (1 de september de 2014). *See Inside Manufacturing. Documents related to the programme that aims to change young people’s perception of manufacturing*. Recuperado el 3 de abril de 2019, de <https://www.gov.uk/government/collections/see-inside-manufacturing>
- US Government. (4 de january de 2011). *Public Law 111–358. America Competes Reauthorization Act of 2010, Sec. 102*. Recuperado el 2 de abril de 2019, de <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-111publ358/pdf/PLAW-111publ358.pdf>
- US Government. (2017). *Manufacturing USA, Annual Report, 2016. Advanced Manufacturing National Program Office, Washington, DC*. Recuperado el 2 de abril de 2019, de <https://www.manufacturingusa.com/sites/prod/files/Manufacturing%20USA-Annual%20Report-FY%202016-web.pdf>
- Villareal, I. G. (19 de febrero de 2018). *Modelo de política pública. Secretaría de Economía-PROSOFT*. Recuperado el 29 de abril de 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=GML9dWqdnEY&feature=youtu.be>
- World Economic Forum. (10 de julio de 2019). *Inteligencia estratégica, México economía*. Recuperado el 1 de agosto de 2019, de <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000000pTD8EAM?tab=publications>