

# Ecosistema de Innovación

# iQ4.0



# Índice de Contenidos

	Pág.
Introducción	2
Antecedentes	3
Tendencias tecnológicas de industria i4.0	9
Tendencias sociales	30
Tendencias de economía digital	35
Entorno de industria 4.0	37
Querétaro y la Industria 4.0	41
Regiones de referencia	48
Entorno estratégico	59
Mapa de Ruta iQ4.0	65
Modelo de vinculación academia-industria: Campus de Innovación	67
Plan de Implementación	74
Comentarios finales	79
Anexo I. Desarrollo de ecosistemas de innovación	80
Anexo II. Análisis socioeconómico de Querétaro	99
Anexo III. Corredor central de manufactura y redes inteligentes de valor	113
Anexo IV. El Mercado de robots industriales en México	117
Anexo V. Preparación para la producción del futuro. México-Polonia	119

## Introducción

Querétaro es si duda un ejemplo de desarrollo económico, no sólo para México, lo es para el mundo según datos de la OCDE. Para mantener este paso, la entidad deberá transitar de una economía basada en la eficiencia a una basada en la innovación y valor agregado. Deberá crear las condiciones para seguir desarrollando, atrayendo y reteniendo el talento para hacer que esta transformación sea posible.

Este documento, es una visión colaborativa del futuro en el marco de la cuarta revolución industrial, en donde los actores relevantes de la entidad, de la academia, industria y gobierno, plasmaron una idea de como desean ver a Querétaro en el futuro y, de las acciones que deberán implementarse para materializar esa perspectiva.

Como todo plan dinámico, este mapa de ruta es un borrador en construcción, que requiere la colaboración continua de todos; es un instrumento que sólo puede probar su valía en el concierto de las acciones colectivas por hacer que el futuro construido sea mucho mejor que el inercial.

En ese sentido, esperamos que esta propuesta sea un punto de partida, que adopte las ideas de quienes quieran sumarse a esta visión de Querétaro como laboratorio vivo de innovación e Industria 4.0 para que en este agregado de voluntades y acciones, la región se confirme como un polo de competitividad internacional.

## Antecedentes

A dos años de la publicación del mapa de ruta nacional de industria 4.0: “Crafting the Future”<sup>1</sup>, el documento ha servido de guía para la implementación de estrategias para la inserción exitosa de México en los paradigmas de la cuarta revolución industrial.

La creación del Consejo Consultivo de Alto Nivel de i4.0 en la Secretaría de Economía y el programa de Centros de Innovación especializados son una muestra del trabajo coordinado del sector público, empresas y academia para completar las metas trazadas en el plan.<sup>2</sup>

El Consejo Consultivo definió las prioridades para el desarrollo de tecnologías relacionadas a la cuarta revolución industrial en México:

- Plataformas digitales,
- Internet de las Cosas (IoT),
- Big Data / Análisis de Datos,
- Realidad Aumentada,
- Ciberseguridad,
- Sensores,
- Nanotecnología,
- Manufactura aditiva.

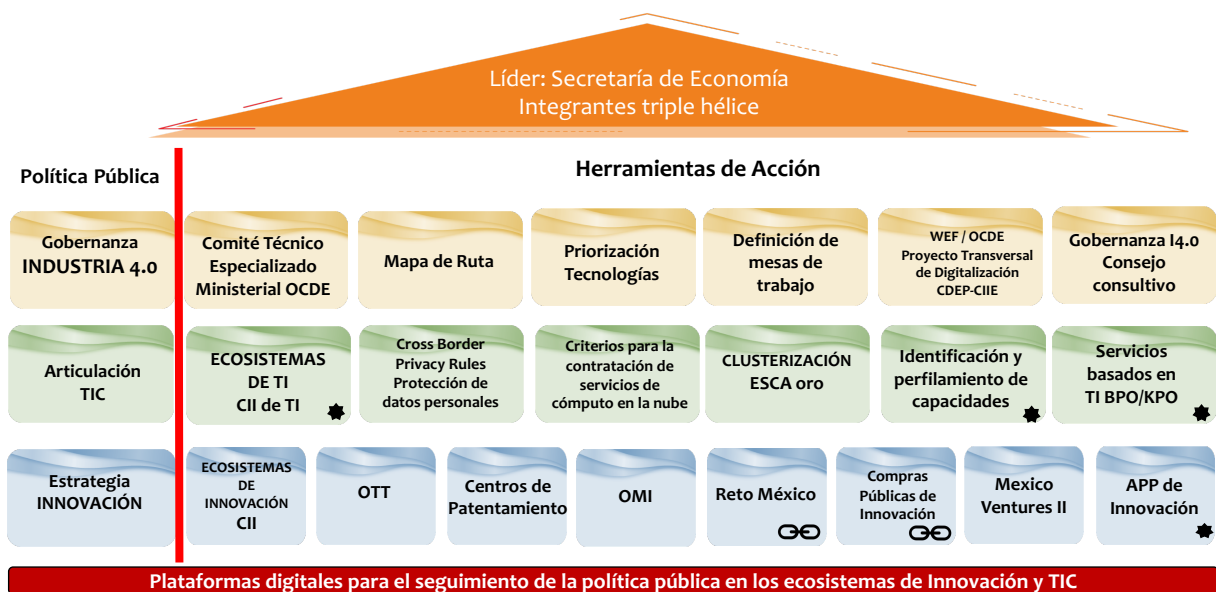
Estos nichos tecnológicos definieron el enfoque para la implementación del Programa para el Desarrollo de Software (Prosoft – Industria 4.0) en su versión del 2018. El Prosoft 4.0, en conjunto con las estrategias definidas por la Secretaría de Economía y el Mapa de Ruta, definen el eje rector de la estrategia nacional y base para crear un modelo de política pública para el desarrollo de la Industria 4.0 en México.

---

<sup>1</sup> <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/industry-4.0-mexico.pdf>

<sup>2</sup> [https://prosoft.economia.gob.mx/industria4.0/Presentacion%20Industria%204.0\\_Retos%20para%20Mexico.pdf](https://prosoft.economia.gob.mx/industria4.0/Presentacion%20Industria%204.0_Retos%20para%20Mexico.pdf)

El plan concentró los recursos en el desarrollo de capacidades e infraestructura en temáticas prioritarias y definió mecanismos para la articulación exitosa de las empresas e instituciones de educación e investigación en torno a necesidades claras del ecosistema empresarial. Como resultado de este programa, la red de Centros de Innovación cuenta ya con 17 centros especializados en diversas entidades del país. El Centro Regional de Productividad e Innovación 4.0 (Ceprodi 4.0) en la Universidad Tecnológica de Querétaro forma parte de esta red.<sup>3</sup>



El Consejo Consultivo de Industria 4.0 se formó como un órgano de análisis de la Política Pública en materia de Industria 4.0 (i4.0) en el que participan los actores más representativos de la industria, la academia y el gobierno. Su función es la definición de objetivos, responsables y la toma de decisiones en torno a acciones y estrategias a ejecutar para el correcto despliegue de la industria 4.0 en México.

El Consejo cuenta con 8 mesas de trabajo:

- Ciberseguridad,
- Infraestructura,
- Alineación de Política Pública,

<sup>3</sup> <https://www.ceprodi4-0.org>

- Automatización inteligente y digitalización industrial,
- Educación / adopción tecnológica,
- Costos de transición,
- Financiamiento,
- Comercio electrónico.

Respecto a los proyectos estratégicos definidos en el mapa de ruta, en tan solo dos años se dieron logros importantes:

- **Ministerial de Economía Digital.** México fue sede de la reunión más importante de la OCDE sobre Economía Digital, en ella participaron más de 30 países y se promulgó la Declaración de Cancún de Economía Digital 2016<sup>4</sup>, en donde se definen las directrices y estrategias de los países de la OCDE para aprovechar las ventajas y atender a los retos de la Economía Digital e influir en políticas públicas que determinan el futuro de estas tendencias y de la Economía Digital y sus servicios. La reunión ministerial fue una oportunidad para influir en la visión de la Economía Digital global desde la perspectiva de México y mostrar los resultados de nuestro país en materia digital.
- **Modelo para el desarrollo de Ecosistemas de Innovación.** Con el desarrollo exitoso de varios polos de competitividad en México, diversas organizaciones, entre ellas Cluster Institute en México, Knoware y el Clúster de Manufactura Avanzada y Automoción (CIMAA) desarrollaron un modelo para aprovechar las experiencias adquiridas en la detonación de los Clústeres Aeroespaciales de Querétaro y Guaymas; y los proyectos de Ciudad Creativa en Guadalajara y Puebla Capital Mundial de Diseño.
- **Intelligent Manufacturing Systems (IMS).**<sup>5</sup> México atrajo la presidencia del IMS (Intelligent Manufacturing Systems), entidad internacional a cargo de la coordinación del Foro Mundial de Manufactura (World Manufacturing Forum). Los principales países de manufactura en el mundo forman parte de IMS y su objetivo es analizar el futuro y las tendencias de los sistemas de producción. Durante su presidencia, México tuvo la

---

<sup>4</sup> <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/Digital-Economy-Ministerial-Declaration-2016-ESP.pdf>

<sup>5</sup> <https://www.ims.org>

oportunidad de exponer los retos de la manufactura desde la perspectiva de un país emergente y definir estrategias para integrar a estos países a las cadenas globales de valor.

- **Modelo de madurez digital y para la innovación.** Con apoyo del Conacyt, se desarrolló un modelo de madurez digital y para la innovación de las empresas: Detect.<sup>6</sup> Este nuevo modelo de madurez se desarrolló con base en el análisis y comparación de otros modelos existentes y su ajuste a la realidad nacional. La evaluación de la madurez digital y para la innovación de las empresas en los sectores estratégicos del país provee información relevante para evaluar las interrelaciones entre la innovación, la madurez digital, el empleo y las habilidades de los trabajadores en las empresas.
- **World Manufacturing Forum en México.** Desde la negociación de la presidencia de IMS para México se había definido la posibilidad de organizar el Foro Mundial de Manufactura en México. A finales de 2017 en Monterrey, NL se realizó la sexta edición del Foro Mundial de Manufactura, en donde expertos relevantes de la manufactura mundial presentaron sus perspectivas sobre política pública y mega tendencias como la digitalización de la industria, los retos para las Pymes en el mercado global, inteligencia de manufactura, la innovación social como motor de nuevos productos, servicios y tecnologías, los desafíos financieros que afectan a las economías industrializadas y emergentes, la economía circular, el desperdicio cero y otras tecnologías disruptivas.
- **Plataforma de gestión de talento de alta tecnología.** Con apoyo del INADEM se desarrolló una plataforma tecnológica que permite conectar la demanda y oferta de talento conforme a una metodología de análisis de grandes datos (Big Data), especializada en nichos de alto valor agregado (ingeniería, industrias creativas y tecnología) capaz de analizar perfiles y Cv's de forma automatizada y encontrar de eficientemente a aquellos más cercanos a las necesidades de las empresas y regiones económicas. La plataforma permite el trazado de rutas de valorización personalizadas para que los profesionales de la industria 4.0 y la economía digital encuentren y transiten por las vías que optimicen su desempeño profesional y los salarios asociados.
- **Replicación del Campus de Innovación.** Un campus de innovación se concentra en la activación de una red de profesionales, instituciones de educación superior, centros de

---

<sup>6</sup> <http://knoware.biz/detect/>

investigación, empresas y gobierno enfocadas en objetivos comunes de innovación y desarrollo de talento. Como activador de la red, es necesario desarrollar un nodo que oriente los esfuerzos de innovación hacia retos y proyectos específicos, que catalice la aceleración de capacidades para crear valor a partir del talento e infraestructura regionales: un Campus de Innovación.

- **FabLab.** El gobierno federal, a través del Instituto Nacional del Emprendedor creó un programa para la creación de Espacios de Hacedores (Maker Spaces), en especial para facilitar el desarrollo de empresas de innovación. En la Red de Fab Labs de i4.0, la propuesta se centra en la creación de este tipo de espacios especializados para empoderar las capacidades del ecosistema de manufactura con un sistema de innovación frugal, relacionado a retos definidos por los ecosistemas de manufactura nacionales y según las tendencias observadas a nivel mundial. Parte de esta estrategia se implementó con la red de Centros de Innovación i4.0.

El objetivo general del mapa de ruta de i4.0 “Crafting the Future” es fomentar el desarrollo de un Ecosistema de Industria 4.0 en México, de forma que los diversos actores construyan colectivamente la visión nacional a partir del trabajo de clústeres y la articulación de ecosistemas locales de innovación.

Con esta finalidad, el mapa de ruta propone la creación y desarrollo de polos de competitividad internacional que funcionen a modo de *laboratorios vivos*. Estos laboratorios regionales deberán probar las estrategias y proyectos, desarrollar modelos replicables para instrumentar una estrategia nacional de i4.0 para México.

Es en este concepto de laboratorio vivo, en el que vemos a Querétaro y de forma extendida al Corredor Central de Industria y Tecnología del Bajío, como el lugar ideal para iniciar en México este proceso de detonación de las estrategias contenidas en el mapa de ruta, probarlas y replicarlas en el país.

Con el desarrollo del Clúster Aeroespacial, ya Querétaro demostró su capacidad de articular estrategias nacionales y probar modelos de desarrollo sectorial, que posteriormente se replicaron



en otras entidades del país. Las derramas por supuesto beneficiaron al estado y a la región, pero proyectos como la creación de la FEMIA, COMEA, BASA, Wassenaar entre otros, fueron de alcance nacional.

Querétaro es el laboratorio vivo de industria 4.0 y construcción de futuros de México: iQ4.0.

## Tendencias tecnológicas de industria 4.0

El desarrollo de las tecnologías que se ha registrado en los últimos 20 años ha conllevado a una revolución tecnológica, que ha impactado a todos los sectores económicos y sociales del mundo. No obstante, la adopción y asimilación de herramientas como el *Big Data*, la inteligencia artificial, la impresión aditiva, o el cómputo en la nube, ha sido más rápida de lo esperado, pues han incrementado el valor<sup>7</sup> de las actividades (empresariales y gubernamentales).

La economía digital, la biotecnología y las tecnologías de información se mantendrán como la plataforma de sustento al cambio acelerado de la economía y la sociedad en los próximos años (en tanto la primera y segunda ley de Moore se mantengan e internet siga sumando nodos). En la actualidad podemos observar que el comercio electrónico, el entretenimiento digital y la red 2.0 se encuentran en una etapa de madurez elevada y un alto grado de adopción.

Se espera que en el futuro próximo se cumplan hitos que tendrán un efecto aun mayor sobre la civilización, pues muchas de las tecnologías que se encuentran ahora en un proceso de penetración alcanzarán una masa crítica que hará evidente el entorno exponencial en el que se encuentran inmersas. Los ejemplos sorprendentes de las industrias y sectores mencionados anteriormente, son solo la punta del iceberg de la metamorfosis que se avecina.

En los próximos años se prevé que más de la mitad de la población estará conectada Internet, y desplegarán el equivalente global de un cerebro, en el que cada persona representa una neurona conectada - por PCs, teléfonos inteligentes o televisiones - a un sinnúmero de otras “neuronas” y formarán trillones de sinapsis. Es importante notar que cada nodo o neurona conectada aumenta exponencialmente la cantidad de sinapsis e interacciones en la red ,y crean una estructura que puede asimilarse a una estructura biológica con vida y lógica propias. Este cerebro global será el sustrato de un sistema cada vez más complejo que conectará personas y trillones de entes físicos y virtuales en una red del todo (Internet of everything - IoE). Este ambiente de

---

<sup>7</sup> BALBI,Muriel (2017). Las seis tendencias en tecnologías impactarán en 2018. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.infobae.com/tendencias/innovacion/2017/12/17/las-6-tendencias-en-tecnologias-que-impactaran-en-2018/>

híper-conectividad brindará la masa crítica necesaria para desarrollar un modelo avanzado de educación virtual y teletrabajo, que alcanzarán próximamente un alto grado de adopción.

En el mediano plazo, la relación sinérgica entre la Inteligencia Artificial y el cómputo de nueva generación crearán las condiciones para desarrollar plataformas capaces de competir con algunas funciones intelectuales que se asocian exclusivamente a los seres humanos. Algunos analistas prevén que el impacto de estas nuevas tecnologías en México pueda desplazar hasta 8.8 millones de trabajadores para el 2030, es por ello necesario analizar a profundidad las alternativas estratégicas para el país como medio para estudiar, y en su caso mitigar las posibles consecuencias catastróficas de estos escenarios.

En la literatura relacionada a Industria 4.0 se pueden encontrar diversas perspectivas sobre cuales son las tecnologías clave, la conclusión general es que las iniciativas relacionadas a la Industria 4.0 tendrán un impacto significativo en los ecosistemas de innovación, en especial los relacionados a los sistemas de producción. De acuerdo con esto, la creciente diferenciación de los requerimientos de los clientes y el aumento en la individualización de productos ocasionará un aumento continuo en la complejidad tecnológica. BCG define nueve pilares para el avance de la industria 4.0: Análisis de datos masivos (Big Data) y análisis avanzado de datos, robots autónomos, simulación, integración horizontal y vertical, el Internet de las Cosas Industrial (IIoT), ciberseguridad, cómputo en la nube (Cloud), manufactura aditiva y realidad aumentada. Muchas de estas tecnologías ya se pueden encontrar en las plantas de manufactura, pero con su integración en el concepto de industria 4.0 transformarán la producción: las celdas optimizadas de forma aislada se coordinarán para formar un flujo de producción completamente automatizado e integrado; esta nueva estructura productiva cambiará sustancialmente las relaciones con los proveedores, productores y clientes; así como entre hombres y máquinas.

Respecto a las tecnologías de manufactura, las tendencias se pueden agrupar en siete categorías: nano ingeniería de materiales y superficies, manufactura aditiva y de precisión, robótica y automatización adaptativa, electrónica de nueva generación, manufactura continua de farmacéuticos y biomanufactura, diseño y gestión de cadenas de suministro distribuídas, manufactura verde y sustentable. Es importante que las empresas identifiquen aquellas

tecnologías que afectarán su modelo de negocios y definir su grado de madurez para la adopción y desarrollo en estos ambientes nuevos.

De acuerdo con el reporte *Technology and Innovation for the Future of Production Accelerating Value Creation*, elaborado por el *World Economic Forum* (WEF), las tecnologías derivadas de I4.0 han modificado de forma significativa los procesos de producción. Estas tecnologías han obligado a que empresas replanten todo lo que hacen de forma interna; por su parte los gobiernos deberán preparar sus ventajas competitivas y desarrollar nuevas políticas y estrategias<sup>8</sup>. En este aspecto, al ser cada vez más complejos los avances tecnológicos, se requiere de la participación de los diversos actores de la triple-hélice, el Foro Económico Mundial (WEF) los clasifica en siete grupos distintos que se interrelacionarán conforme se avance en la implementación del modelo I4.0 (Gráfica 1).

**Gráfica 1**  
**Radar de producción tecnológica**



Fuente: World Economic Forum.

<sup>8</sup> WEF (2017). *Technology and Innovation for the Future of Production Accelerating Value Creation*. Consultado en internet en la siguiente liga: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_White\\_Paper\\_Technology\\_Innovation\\_Future\\_of\\_Production\\_2017.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Technology_Innovation_Future_of_Production_2017.pdf)

## Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) es un área de las ciencias de la computación que se especializa en crear modelos de razonamiento y lógica para las computadoras y robots. Estos modelos se estructuran de acuerdo con criterios y parámetros específicos del espacio en el que las máquinas (físicas o virtuales) realizan sus actividades. Mediante la IA, se dota de una capacidad de análisis y razonamiento artificial a las máquinas para tomar decisiones, identificar patrones, aprender procesos o tareas y actuar con base en los datos procesados, sin necesidad de que una persona se involucre en el proceso de análisis y toma de decisiones. En este sentido, la IA se puede entender como la cúspide de la automatización, pues la toma de decisiones es el último nicho en donde las máquinas pueden realizar tareas similares a las del hombre.

Para lograr el desarrollo de sistemas autónomos inteligentes y racionales, capaces de tomar decisiones lógicas a partir del análisis de datos recabados, se necesitan diferentes requerimientos tecnológicos básicos: herramientas como el Big Data, el cómputo en la nube, cómputo ubicuo y el internet de las cosas, son prioritarios para generar las interfaces y los insumos para empezar a hablar de IA, es decir, el desarrollo de IA dependerá del grado de avance en materia de análisis y almacenamiento de datos, dispositivos intercomunicados mediante el internet.

Por lo anterior, el mercado de la IA, entendido como la venta de software, hardware, servicios y aplicaciones, aun no se ha desarrollado plenamente, pues son pocas las empresas y países que cumplen con los requerimientos básicos para hacer uso pleno de esta tecnología. Considerando lo anterior, el valor de mercado de la IA aun es bajo en comparación con otras tecnologías; se estima que en 2017 las aplicaciones de IA alcanzaron un valor de 16.1 mmd, según cifras de la empresa *Markets and Markets*. No obstante, la IA tiene mucho potencial en los próximos años pues se espera que para 2025 el valor del mercado será de 190.6 mmd<sup>9</sup>.

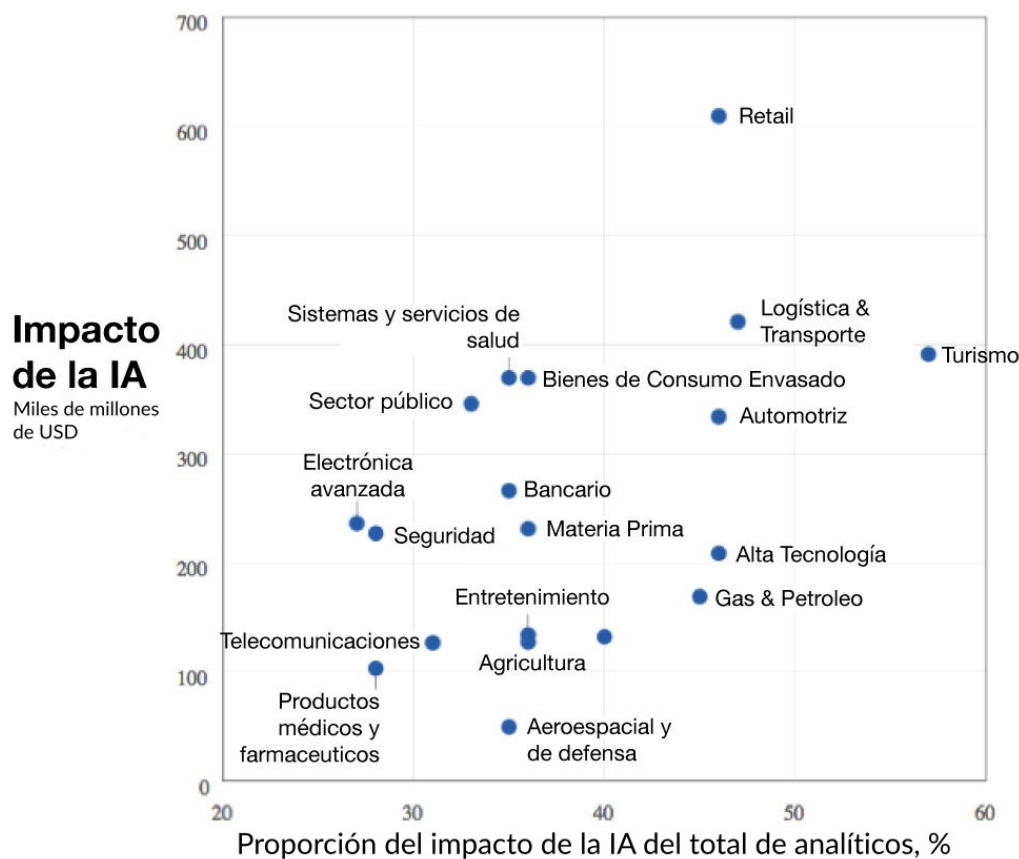
---

<sup>9</sup> Markets and Markets. (2018). Artificial Intelligence Market by Offering (Hardware, Software, Services), Technology (Machine Learning, Natural Language Processing, Context-Aware Computing, Computer Vision), End-User Industry, and Geography - Global Forecast to 2025. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html>

Si bien la IA se encuentra en una etapa de desarrollo, se debe decir que esta tecnología tiene un gran potencial para agregar valor a otros sectores económicos. De acuerdo con Mckinsey, la IA puede llegar a generar entre 3.5 trillones de dólares a 5.8 trillones de dólares anuales<sup>10</sup> (Gráfica 2), en 19 distintas actividades económicas. Entre las actividades con mayor potencial se encuentra el turismo, transporte y logística, comercio, automotriz y ensamblaje, así como la manufactura de productos de alta tecnología (Gráfica 3).

Gráfica 2

### La IA como creador de valor en otros sectores



Fuente: Mckinsey

<sup>10</sup> Mckinsey (2018). Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-applications-and-value-of-deep-learning#part3>

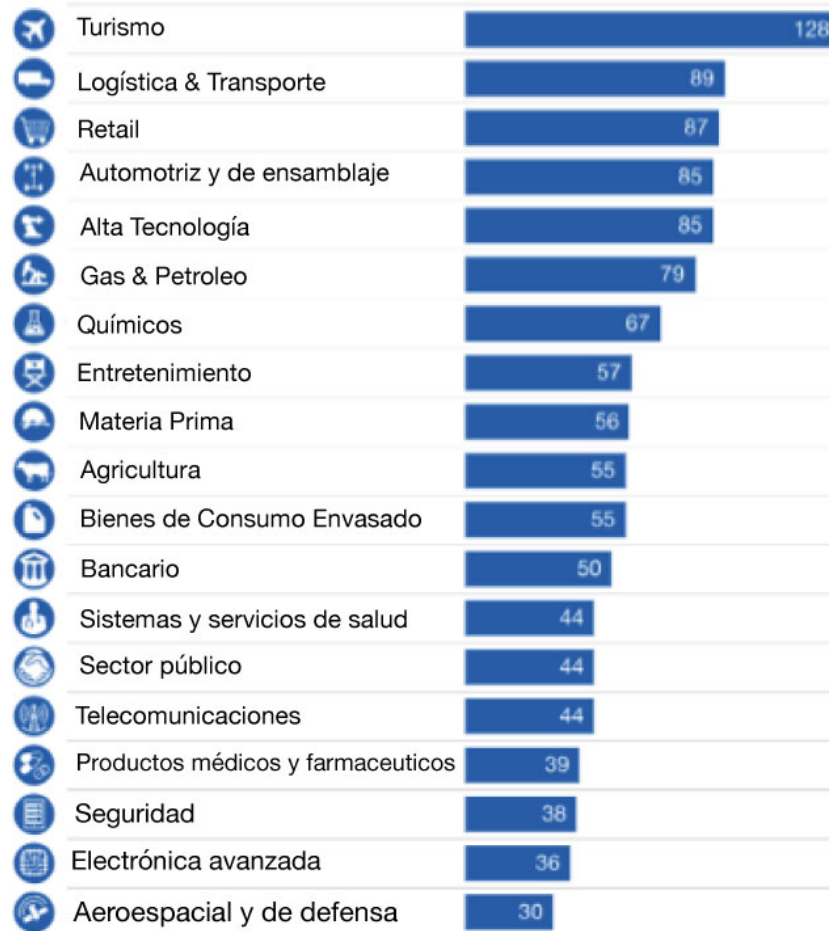
### Gráfica 3

#### Incremento potencial de valor en sectores, a partir de la IA

##### Desglose de casos de uso por técnicas aplicables %



##### Incremento potencial de valor debido a la IA sobre otras técnicas de análisis %



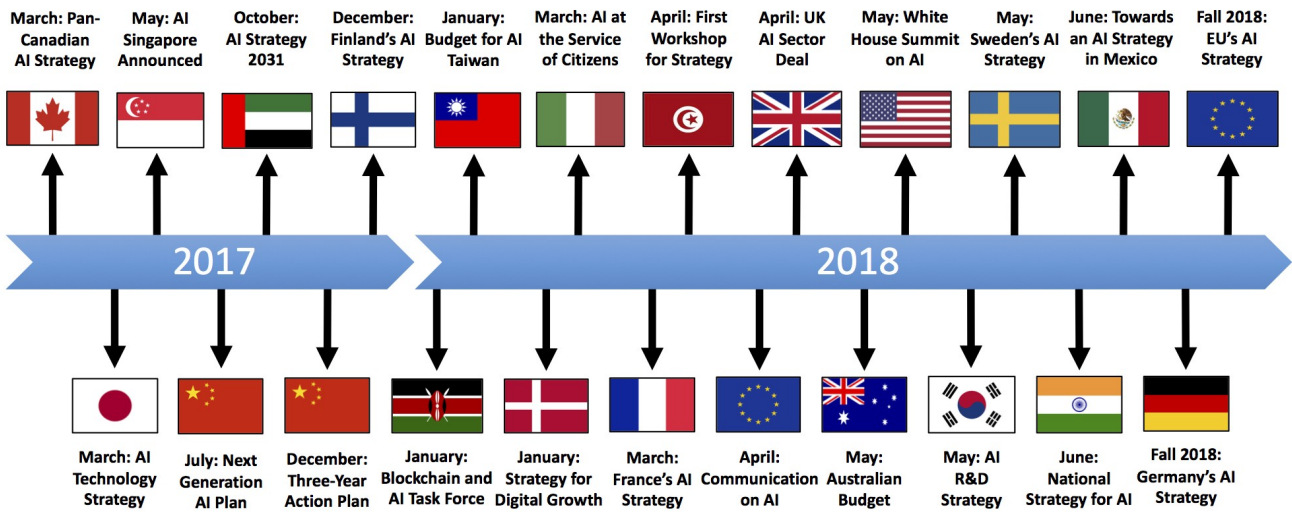
Fuente: Mckinsey

En los últimos dos años, diversos países, entre ellos México, han publicado estrategias relacionadas a la Inteligencia Artificial<sup>11</sup>. Es uno de los nichos sectoriales más competidos y que requieren de una estrategia de especialización. Actualmente hay diversas redes que desarrollan estrategia para IA en México, un ejemplo importante es el proyecto de política pública asistida por IA desarrollada por México Exponencial.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>

<sup>12</sup> <http://mexicoexponencial.mx>

# Artificial Intelligence Strategies



2018-07-13 | Politics + AI | Tim Dutton

Las inversiones hechas en algunos nichos de aplicación de la Inteligencia Artificial muestran áreas de interés potencial para el ecosistema de iQ4.0.





## Análisis de datos masivos (*Big Data*)

Actualmente el análisis de datos masivos (*Big Data*) es una de las tendencias relacionadas a la *Industria 4.0* más utilizadas en el ámbito empresarial, siendo la toma de decisiones uno de los usos más comunes. De acuerdo con PwC<sup>13</sup>, casi el 73 % las compañías encuestadas aceptaron que el análisis de datos juega un papel importante en la toma de decisiones. Asimismo, los encuestados afirmaron que otro uso de esta herramienta es controlar y mejorar la planificación comercial y de fabricación; de igual forma consideraron que es útil para tener un mayor acercamiento con sus clientes.

Por lo beneficios que representa, el uso de esta herramienta se incrementado considerablemente a nivel mundial. De acuerdo con datos de la empresa de consultoría International Data Corporation (IDC), las ganancias obtenidas del Big Data y Analytics (BDA) en 2017 se estimaron en un valor de 150.8 miles de millones de dólares (mmd), cifra superior 12.4% a la registrada en 2016. El crecimiento del BDA se debe a la concentración y administran de grandes cantidades de datos realizan empresas del sector bancario, la industria manufacturera, los servicios profesionales, así como el gobierno federal. De acuerdo con IDC, se calcula que dichos segmentos gastaron 72.4 mmd en aplicaciones de BDA, por lo que se colocan como los principales nichos de mercado a nivel mundial. Cabe mencionar que estos segmentos seguirán siendo los principales motores de crecimiento para el BDA hasta 2020<sup>14</sup>.

A nivel geográfico, el principal nicho de mercado es Estados Unidos, pues se estima que el gasto en soluciones de BDA suma 78.8 mmd. Gran parte de esto se debe a la concentración de empresas de Tecnologías de la Información y servicios financieros que registra el país. Otro

---

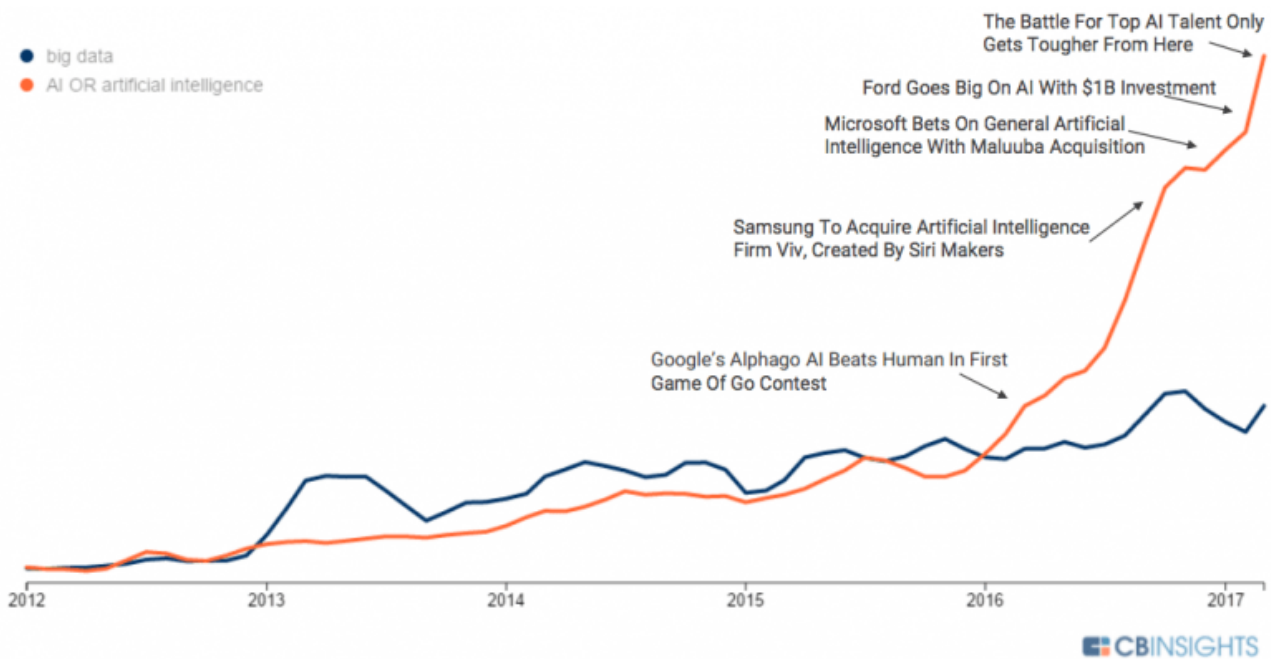
<sup>13</sup> PwC (2016). Global Industry 4.0 Survey. Consultado en internet en la siguiente liga:

<http://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>

<sup>14</sup> International Data Corporation. (2017). Big Data and Business Analytics Revenues Forecast to Reach \$150.8 Billion This Year, Led by Banking and Manufacturing Investments, According to IDC. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS42371417>

segmento de interés es Europa Occidental, región en donde se concentran empresas líderes en innovación. En este segmento, se estima que el gasto alcanzará los 34.1 mdd<sup>15</sup>.

Es importante notar que la Inteligencia Artificial y el Análisis de datos masivos son dos sectores en convergencia – de hecho, pueden considerarse dos perspectivas de las mismas herramientas - y que en este proceso de transformación tendrán una lucha por talento en común.



## Nanotecnología

La nanotecnología ha sido uno de los avances científicos y tecnológicos más importantes del siglo XX, pues gracias a ella se tiene la posibilidad de manipular a nivel molecular diversos materiales o sustancias. Con esto, se han alcanzado diversos logros científicos y tecnológicos en industrias como la energética, de salud y la industrial.

Actualmente, el mercado de la nanotecnología está dividido en tres áreas para ser cuantificado: nanotecnología, nano materiales, y nano dispositivos. En conjunto, estos segmentos alcanzaron

<sup>15</sup> Íbid.

un valor total de 128.3 mdd<sup>16</sup>, siendo los nano dispositivos los de mayor valor. Este caso, se estima que para 2021 los nanodispositivos alcanzaran un valor de 195.9 mdd, esto como consecuencia de un incremento en el desarrollo de aplicaciones, por ejemplo, crear soluciones más precisas para combatir enfermedades, crear estructuras electrónicas pequeñas, desarrollar dispositivos electrónicos capaces de almacenar grandes capacidades de datos, así como mejorar la eficiencia de la producción de combustibles<sup>17</sup>

## Ciberseguridad

Una gran limitante para la implementación y uso del internet es la seguridad. Los ataques cibernéticos han sido una amenaza recurrente, mismos que han crecido a la par del uso de las herramientas digitales. Por lo anterior, la ciberseguridad ha sido un concepto que cada vez más toma mayor fuerza, pues se ha incrementado el número de personas y dispositivos conectados a internet para realizar distintos tipos de operaciones y transacciones, que involucran a diferentes sectores económicos.

Derivado de esto, el desarrollo de bienes y servicios enfocados en proporcionar seguridad en torno al uso y protección de datos digitales. Entre las principales industrias que impulsan la demanda de la ciberseguridad están la aeroespacial, comercio, de TI, manufactura, telecomunicaciones y servicios financieros, de banca y de seguros. De este último, se estima que será el nicho más representativo para ciberseguridad, debido a los constantes ataques que sufren las empresas que prestan servicios financieros<sup>18</sup>. Otro factor es el mayor uso de teléfonos y dispositivos móviles, herramienta con la cual las personas pueden acceder y compartir datos de

---

<sup>16</sup> BCC Research (2016). The Maturing Nanotechnology Market: Products and Applications. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.bccresearch.com/market-research/nanotechnology/nanotechnology-market-products-applications-report-nan031g.html>

<sup>17</sup> National Nanotechnology Initiative (S/F). Benefits and applications. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits>

<sup>18</sup> Report Buyer (2017). Cyber Security Market by Component, by Security Type, by Deployment Mode, by Organization Size, by Industry, by Geography - Global Market Size, Share, Development, Growth and Demand Forecast, 2013-2023. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.reportbuyer.com/product/5289039/cyber-security-market-by-component-by-security-type-by-deployment-mode-by-organization-size-by-industry-by-geography-global-market-size-share-development-growth-and-demand-forecast-2013-2023.html>

forma sencilla, por lo que combatir los ataques para los distintos tipos de empresas será fundamental para los desarrolladores de soluciones<sup>19</sup>.

Por lo anterior, se estima que el mercado de ciberseguridad alcanzará un valor de 165.2 mmd para 2023. En este aspecto, destaca que la región de Asia-Pacífico será el que dará un mayor uso de las aplicaciones y servicios de seguridad, siendo China el país con mayor dinamismo, debido al incremento de compradores que usan internet para adquirir productos, así como por el aumento en el uso de dispositivos móviles para acceder a internet<sup>20</sup>.

### **Cadenas de bloque**

Una tecnología derivada de la ciberseguridad que a crecido en los últimos años son las cadenas de bloque o *blockchain*, debido a que está diseñada para proteger los datos de los usuarios que realicen cualquier tipo de transacción (compartir documentos o realizar operaciones financieras, por ejemplo) en internet o en alguna plataforma o servidor, lo que reduce el riesgo de robos cibernéticos. La principal funcionalidad que se ha dado a esta herramienta se da en las operaciones bancarias, debido a que permite realizar cualquier operación o movimiento y posteriormente actualiza el estatus de las cuentas de las cuales se realizó la transacción. De esta forma, el *blockchain* facilita la colaboración entre personas que se encuentran en lugares distintos y que realizan transacciones en tiempo real.

El uso de esta tecnología es cada vez más común en diversos sectores, siendo el financiero uno de los más representativos en el uso de *blockchain*. Considerando lo anterior, de acuerdo con cifras de *Markets and Markets* el valor de mercado del *blockchain* a nivel mundial se estimó en 411.5 millones de dólares durante 2017 y se pronostica que crezca a 7,683.7 millones de dólares para 2022<sup>21</sup>, lo que representa una TMCA de 79.6% en el periodo referido. Entre los principales factores que explican el crecimiento se encuentran el crecimiento de las criptomonedas,

---

<sup>19</sup> *Íbid.*

<sup>20</sup> Forbes (2018). Chinese Internet Stocks in 6 charts. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.forbes.com/sites/valuepartners/2018/04/27/chinese-internet-stocks-in-6-charts/#22e276ef4bd6>

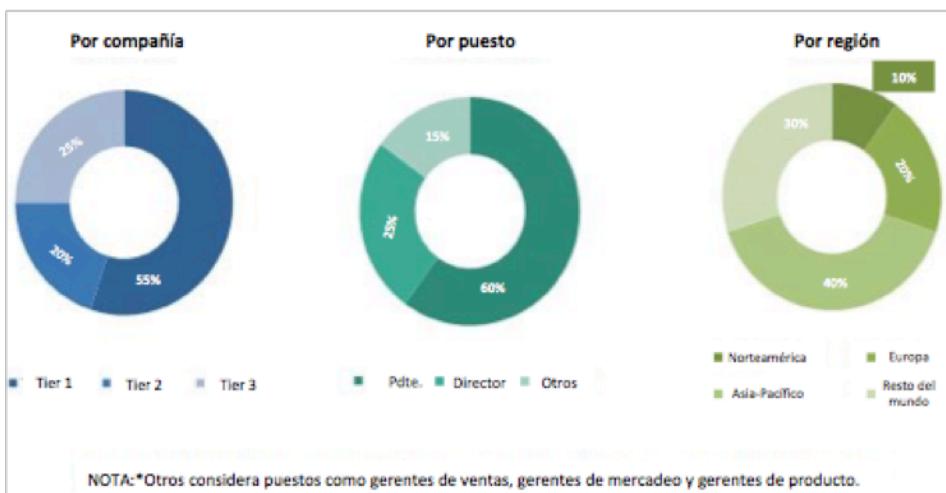
<sup>21</sup> Los aspectos generales del reporte se pueden consultar en la siguiente liga: <https://www.reportbuyer.com/product/4226790/blockchain-market-by-provider-application-organization-size-industry-vertical-and-region-global-forecast-to-2022.html>

creciente demanda de simplificación de procesos, asimismo, la utilización de esta tecnología en el sector de telecomunicaciones, serán impulsores del mercado.

A nivel regional, *Market and Markets* estima que la región de mayor potencial para el *blockchain* es Asia-Pacífico, debido a que los proveedores de soluciones tecnológicas relacionados al tema están diseñando y creando plataformas para las criptomonedas, que se caracterizan por sus bajos costos y la facilidad que tiene el usuario para utilizarlas.

Por otra parte, en cuanto al tipo de usuarios, se prevé que las empresas de tipo TIER 1, serán las que darán uso intensivo a esta tecnología pues representarán el 55% de los usuarios a nivel mundial <sup>22</sup>(Gráfica 4). Esto se debe a que el número de operaciones que registran este tipo de empresas, así como el total de filiales que tienen, requiere de un sistema que permita la interacción múltiple de usuarios, así como el registro de diversas transacciones intrafirma o externas (como pago de proveedores y servicios, por ejemplo).

**Gráfica 4**  
**Desglose de la participación en el mercado de blockchain en el mundo**



Fuente: *Market and Markets*

<sup>22</sup> *Íbid.*

## Robótica

La robótica es una de las tendencias que sin duda en los últimos años ha sido catalizador para revolucionar la manufactura en el mundo, ya que la producción puede ser más rápida y barata para las compañías. En la etapa de la automatización industrial la implementación de la robótica maximizó la utilización de los robots colaborativos, los cuales son diseñados para asistir al ser humano en una función o tarea específica.

La utilización de robots colaborativos y autónomos se ha incrementado considerablemente en los últimos años gracias a la eficiencia y capacidad que tienen las máquinas para realizar tareas repetitivas o de esfuerzo. La *International Federation of Robotics* (IFR) estima que en 2016 se vendieron 294,312 unidades en el mundo, cifra superior 15.9% en comparación a las ventas registradas en 2015<sup>23</sup>. Lo anterior se debe a una mayor demanda en el sector automotriz y en el eléctrico/electrónico (Gráfica 5), segmentos que mantienen un crecimiento considerable e los últimos tres años. En este aspecto, la creciente demanda de robots en estos sectores se puede explicar por los altos índices de innovación, el alto número de tareas repetitivas, al igual que las características de su producción, pues esta se basa en la producción en masa, actividad que requiere rapidez y eficiencia para satisfacer las necesidades de los consumidores.

## Gráfica 5

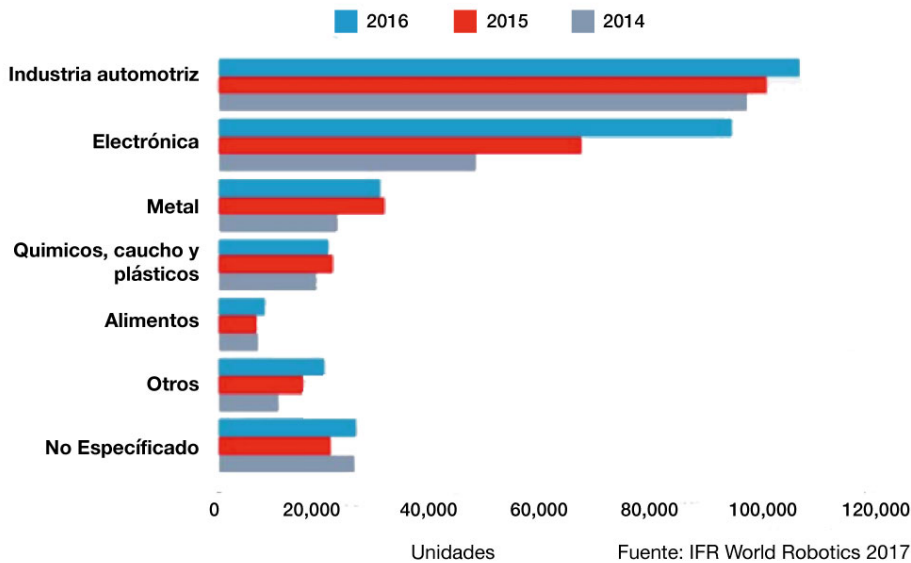
### Abastecimiento mundial de robots por industria, 2014-2016

Fuente: International Federation of Robotics.

---

<sup>23</sup> International Federation of Robotics (2017). Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots. Consultado en internet en la siguiente liga: [https://ifr.org/downloads/press/Executive\\_Summary\\_WR\\_2017\\_Industrial\\_Robots.pdf](https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf)

### Abastecimiento mundial de robots por industria, 2014 - 2016



A nivel geográfico, la región de Asia-Pacífico es la más importante y la que presenta un mayor dinamismo en cuanto a la adquisición de robots, siendo China, Corea del Sur y Japón los principales usuarios de esta tecnología. Por esta razón, se estima que la demanda de robots en los países de la zona registre una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 15% durante 2018-2020<sup>24</sup>. Gran parte de este crecimiento se deberá al impulso del sector manufacturero de China, el cual se ha promovido con la estrategia *Made in China 2025*, que, apuesta por el desarrollo de la manufactura avanzada, así como por la automatización<sup>25</sup> y digitalización de procesos, como punta de desarrollo.

El segundo mercado más importante para la robótica es Europa (Tabla 1). La iniciativa de i4.0 liderada por Alemania ha permeado significativamente en países como Portugal, España, Holanda, Austria y República Checa, por mencionar algunos, teniendo como principales motores la industria automotriz. En este aspecto, la IFR espera que para 2020, se requerirán 82,600 robots a lo largo del continente. Se puede decir, que conforme se implemente y desarrolle el modelo

<sup>24</sup> Ídem.

<sup>25</sup> Forbes (2017). In the Race to Advance Manufacturing, China Is Betting on Robots. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.forbes.com/sites/jimlawton/2017/09/21/in-the-race-to-advance-manufacturing-chinas-betting-on-robots/#7aa219dd78cd>



I4.0, la demanda y uso de robots se incrementará considerablemente, de igual forma, se ampliarán los usos industriales de los mismos, por lo que el diseño, desarrollo y uso de autómatas continuará.

**Tabla 1**

**Evolución en el envío de robots por región y país, 2015-2020**

País/Región	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TMCA 2018-2020
América	38,136	41,295	48,000	50,900	58,200	73,300	15%
Asia/Australia	160,558	190,542	230,300	256,550	296,000	354,400	15%
Europa	50,073	56,043	61,200	63,950	70,750	82,600	11%
África	348	879	800	850	950	1,200	14%

Fuente: International Federation of Robotics. Cifras hace referencia a unidades, excepto TMCA.

**Internet de las Cosas (IoT)**

El IoT es una herramienta que permite conectar diversos dispositivos a una red inteligente y sistemas ciberfísicos (nube) para compartir datos en tiempo real e interactuar entre ellos. A nivel industrial el IoT facilita el seguimiento en tiempo real de la producción y el análisis de datos que generan las máquinas, permitiendo que los operadores implementen actividades preventivas y de mantenimiento, así como la adaptación de la producción en caso de algún cambio o modificación. Esta tecnología es pieza fundamental del modelo i4.0, pues a través de ella se puede monitorear y controlar de manera remota objetos como autos, casas o plantas de producción.

La vinculación de dispositivos a redes inteligentes ha crecido considerablemente en los últimos años, por lo que la empresa Gartner. estima que en 2017 hubo un total de 8.4 miles de millones

de dispositivos conectados en todo el mundo. La compañía pronostica que en 2020 la cifra crecerá considerablemente, alcanzando un total de 20.4 miles de millones de dispositivos<sup>26</sup>.

Durante 2017, el segmento que registró el mayor número de dispositivos instalados fue el de consumo con 5.2 miles de millones de unidades, siendo los sistemas automotrices y las televisiones inteligentes los más demandados. En cuanto a al sector industria y de negocios, la compañía estima un total de 3.1 miles de millones de unidades donde los medidores inteligentes, sensores de procesos para plantas de generación eléctrica y los dispositivos de geolocalización para asistencia médica, fueron los principales productos conectados en el año 2017. En cuanto al gasto en sistemas y plataformas de conexión o hardware, Gartner menciona que el sector de industria y de negocios es el que registró la mayor cantidad, con un valor aproximado de 964 mmd<sup>27</sup>, lo que representa el 57.0 % del gasto registrado en 2017.

Se debe decir que dada la importancia que ha ganado el IoT en el sector consumo y en la industria, Th Boston Consulting Group pronostica que el valor del mercado de este segmento será de 250 miles de millones de euros (276 mmd, aproximadamente)<sup>28</sup>, teniendo a los servicios y las aplicaciones de IoT las más importantes (Tabla 2).

**Tabla 2**

**Valor de mercado para el IoT**

Área tecnológica	Descripción	Valor de mercado en 2020 (en mmd)
------------------	-------------	-----------------------------------

---

<sup>26</sup> Gartner Inc. (2017). Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>

<sup>27</sup> Íbid.

<sup>28</sup> El 5 de enero de 2017 The Boston Consulting Group presentó el informe *Winning in IoT: It's All About The Business Process*, en donde se analizan las tendencias del IoT para 2020. El documento se puede consultar en la siguiente liga: <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/hardware-software-energy-environment-winning-in-iot-all-about-winning-processes/>

Servicios	Permite a las compañías integrar y personalizar datos, de forma accesible.	66.432
Aplicaciones IoT	Facilita el entendimiento de datos para generar reportes estratégicos.	66.432
Analítica IoT	Facilita el entendimiento de datos para generar reportes estratégicos.	22.144
Seguridad e identidad	Restringe el acceso a los sistemas de IoT y asegura la protección de los dispositivos conectados.	22.144
Soporte para IoT (nube y plataformas)	Captura y almacena los datos generados por los dispositivos conectados.	16.608
Comunicaciones	Permite que los sensores conectados o embebidos a los dispositivos, conectarse al internet.	27.680
Objetos conectados	Permite a los sensores, procesadores y microcontroladores monitorear objetos como casas, paquetes, inventarios y maquinaria.	55.360

Fuente: The Boston Consulting Group.

### Manufactura aditiva

Con el desarrollo de la manufactura aditiva, se revolucionó el concepto de manufactura especializada. Con este mecanismo, las personas pueden obtener productos que satisfagan sus

necesidades, pues están fabricados con las especificaciones técnicas que requieran, pudiendo obtener productos únicos y a la vez reduciendo el tiempo de producción y entrega. *Techcast Global* considera que el valor de mercado de la manufactura aditiva (considerando servicios, sistemas y materiales) en 2020 será de 8.4 miles de millones de dólares, con una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 23%. Asimismo, la fuente consultada menciona que las industrias económicas en las que se hará un uso intensivo de esta tecnología son: alimentos procesados; industrias pesadas; y la industria naval, por mencionar algunas.

### **Educación en línea**

El desarrollo asimétrico de las ciudades ha conllevado a la concentración de la población, lo cual ha incrementado la demanda de servicios básicos. Ante esta situación, aunado a la falta de espacios para ampliar la infraestructura, se requieren nuevos esquemas de desarrollo para satisfacer las necesidades de las personas en materia de educación, salud y vivienda.

La cobertura educativa es una de las problemáticas más comunes en todos los países, principalmente los que se encuentran en vías de desarrollo. Al no contar con una infraestructura educativa amplia y de calidad, se tiene el riesgo de que los individuos se desplacen a otras ciudades para tener acceso a la educación<sup>29</sup>, lo que genera uno de los problemas socioeconómicos más comunes: la movilidad poblacional. Ante esta situación, se requieren nuevas alternativas para que los individuos puedan tener acceso a la oferta educativa sin necesidad de salir de sus comunidades, por lo que el desarrollo de plataformas educativas en línea tiene un amplio potencial.

Se estima que el valor de mercado para la educación en línea fue de 159.5 mdd en 2017 y se incrementará a 286.2 mdd para 2023, según cifras de Research and Markets. Entre los productos que impulsaran esta tecnología son las plataformas que promueven el aprendizaje mediante los juegos<sup>30</sup>. Adicionalmente, se debe decir que las plataformas educativas en línea incrementarán

---

<sup>29</sup> VÉLEZ, María Guadalupe (2014). Educación universitaria como factor de movilidad social. Telos. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://www.redalyc.org/pdf/993/99331125001.pdf>

<sup>30</sup> Research and Markets (2018). Global Online Education Market - Forecasts from 2018 to 2023. Consultado en internet en la siguiente liga: [https://www.researchandmarkets.com/research/nzxrnp/global\\_online?w=4](https://www.researchandmarkets.com/research/nzxrnp/global_online?w=4)

su potencial gracias a la IA, pues gracias a esta última se podrán identificar las habilidades del estudiante, para identificar, diseñar y aplicar nuevos procesos de enseñanza en beneficio del usuario. Es decir, se tendrá una educación personalizada, que atienda los problemas particulares de cada persona<sup>31</sup>.

### Sistemas embebidos

Uno de los dispositivos que han tomado relevancia conforme se avanza en la cuarta revolución industrial, y particularmente el IoT, son los sistemas embebidos. Estos son parte fundamental para desarrollar aparatos tecnológicos pues contienen los códigos y algoritmos que debe ejecutar una máquina o dispositivo, de acuerdo con las indicaciones que da un usuario. En otras palabras, son estructuras programadas cuya complejidad está escondida del usuario<sup>32</sup>, por lo que este solo debe interactuar con ella (saber usarla) para enviar un orden u obtener un resultado, sin importarle los procesos que realiza el dispositivo de manera interna para ejecutar la tarea ordenada (un celular, por ejemplo). Destaca que los sistemas embebidos son complementarios a IoT, debido a que pueden funcionar sin necesidad de estar conectados a una red (característica particular de los sistemas de IoT); no obstante, si estos son vinculados<sup>33</sup> al internet, automáticamente deberán ser considerados como componentes de un sistema de IoT, pues al estar en una red son capaces de coordinar y ejecutar distintas operaciones.

Se espera que el mercado de sistemas embebidos tenga un crecimiento considerable para los próximos años, pues se prevé un mayor uso de estos en diversas actividades económicas. Por lo anterior, de acuerdo con cifras de la consultora *Markets and Markets*, se estima que el valor de mercado de será de 110.4 miles de millones de dólares para 2023. Entre los principales factores que explican el crecimiento, se encuentra el mayor uso de los sistemas embebidos en la industria automotriz, el uso de procesadores multinúcleos en aplicaciones militares, el incremento de

---

<sup>31</sup> ROEPKE, Jon (2017). How Artificial Intelligence Will Transform Education. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://edtechdigest.com/2017/04/24/how-artificial-intelligence-will-transform-education/>

<sup>32</sup> HARRIS, Ian (s/f). What Are Embedded Systems? Introduction to Internet of Things and Embedded Systems. Coursera-University of California, Irvine. Consultado en internet en la siguiente liga:

<https://www.coursera.org/lecture/iot/lecture-1-1-what-are-embedded-systems-Gah7g>

<sup>33</sup> *Ibid.*

electrodomésticos y casas inteligentes, así como por la mayor demanda de este tipo de dispositivos en equipo médico y de cuidado de la salud<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup> Market and Markets (2017). Embedded Systems Market worth 110.46 USD by 2023. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/embedded-system.asp>

## Tendencias sociales

En un ciclo de realimentación, las tendencias sociales se nutren de la evolución tecnológica, a la vez que alteran su devenir.

Tal vez uno de los aspectos más importantes a resaltar de esta interacción, es que la creciente complejidad de los ecosistemas intervenidos por el hombre han acumulado mayores posibilidades de falla, aumentando su fragilidad. Las vulnerabilidades de un sistema no crecen únicamente con su tamaño, sino en proporción al número de sus interconexiones. Como se había comentado previamente, gracias a las nuevas tecnologías, una gran parte del mundo está casi infinitamente conectada. Se verá el resultado de este extenso entramado, en sucesos que irán desde fallos en la red eléctrica, hasta en interacciones inesperadas de dispositivos médicos de pacientes y crisis financieras. Conforme el mundo se hace más dependiente de la tecnología, enfrenta la creciente posibilidad de que una pequeña falla en alguna parte del sistema global pueda reproducirse en cascada y generar una catástrofe generalizada.

Ante esta perspectiva, es de esperar que el debate global sobre la privacidad permita a los gobiernos e instituciones una mayor capacidad de supervisión de individuos, haciendo que el derecho a la privacidad progresivamente se limite o extinga.

Demográficamente, los procesos de urbanización y envejecimiento generalizados marcarán la pauta para un mundo en donde más del 70% de la población vivirá en ciudades en el 2030, y el número de personas de más de 60 años crecerá de 900 millones a 2000 millones entre el 2015 y el 2050.<sup>35</sup> Desde la perspectiva educativa, esta situación forzará al desarrollo de modelos andragógicos de aprendizaje; y enfatizará la necesidad de que las estrategias de desarrollo urbano inteligentes se piensen centradas en el ser humano, y se diseñen en torno a ecosistemas de gestión de talento, aprendizaje e innovación.

---

<sup>35</sup> Organización Mundial de la Salud. WHO 2017

En tanto los baby boomers están en proceso de retiro, la Generación X (los nacidos entre 1965 y 1981) están alcanzando sus años más influyentes y las generaciones más jóvenes empiezan a influir (milenials nacidos de 1982 al 2000 y sus hermanos más jóvenes llamados la Generación Next). Con sus valores característicos y expectativas, todas estas generaciones difieren de sus padres y sus hermanos. En promedio, los milenials son optimistas, cooperativos, creativos, emprendedores y dispuestos a construir una base económica sólida, pero están más interesados en hacer labores que se percivan como significativas. Conforme ganan influencia, las normas sociales cambiarán, sobre todo en el mundo desarrollado; sin embargo, en muchos países en desarrollo, una mayor cantidad de jóvenes desesperanzados podrían generar inestabilidades políticas y violencia.

A decir de Diamandis en su libro de Abundancia, los grandes retos de la humanidad están próximos a resolverse o mitigarse, por lo que el ser humano entrará a una etapa de gran prosperidad guiado por las tecnologías exponenciales. Los conflictos bélicos en este nuevo arreglo mundial son aislados, en la actualidad mueren más personas de sobrepeso que de hambre y se espera que con el advenimiento de nuevos enfoques de la biotecnología, las enfermedades más riesgosas y epidemias se podrán controlar a un nivel mínimo.

Según Brookings, septiembre de 2018 marca un hito de enorme significado que está pasando prácticamente inadvertido y es que por primera vez desde que inició la civilización hace 10,000 años, la mayor parte de la humanidad no está en la pobreza o vulnerable de caer en la pobreza. Según los cálculos de esta organización de análisis estratégico, más del 50% de la población mundial o unos 3.8 mil millones viven en condiciones con suficientes gastos discrecionales para ser considerados de “clase media” o “ricos”. Por primera vez, los pobres y vulnerables no serán mayoría en el mundo, lo que marca una nueva era de una clase media de mayoría.

Pero si bien estas perspectivas son alentadoras, la humanidad aun enfrenta grandes retos sociales que deberán atenderse si se espera que esta cuarta revolución industrial transforme a la sociedad de acuerdo a un modelo de prosperidad sustentable.

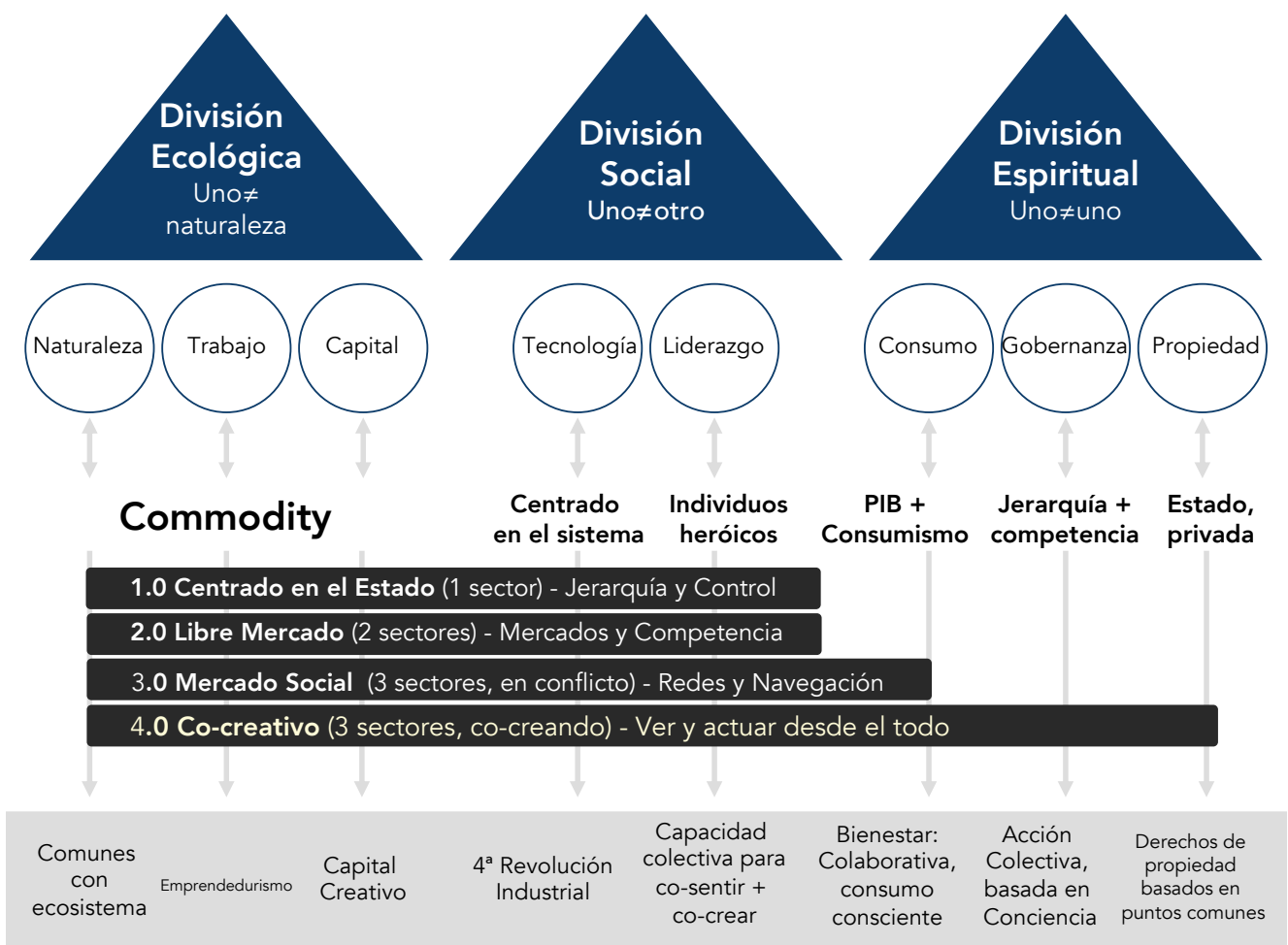


A la par de esta cuarta transformación industrial ocurren dos transformaciones más profundas y de implicaciones más complejas para el futuro de la humanidad: la cuarta revolución cognitiva y educativa; y la cuarta revolución social.

### Gráfica 6

#### Las brechas sociales en la industria 4.0

Fuente: Presencing Institute.



El cambio abrupto en el que nos ha envuelto la tecnología y su imagen asociada de mejora continua hace creer que todo se puede resolver con bits y bytes, nuevos materiales y economía digital. Nos deja en la ilusión de que hay recetas para el desarrollo que se pueden aplicar sin mayor reflexión, y nos hace definir métricas para comparar en el plano exclusivo de lo económico y el bienestar superficial.

Pero el patrón es cierto sentido es decadente, no sólo ha sido incapaz de resolver los grandes retos de la humanidad en los planos ecológico, social y espiritual, sino que ha incrementado los obstáculos. Es un modelo que ha profundizado la brecha de nosotros con la naturaleza, con los otros y con nosotros mismos; y como resultado la tierra se desgasta a tasas amenazantes, la desigualdad crece y perdemos el sentido de la propia existencia.

Según el Presencing Institute<sup>36</sup> la humanidad y su tecnología no sólo no han resuelto las grandes brechas en estos planos, sino que se han acrecentado. La tierra se desgasta a una tasa tal que requeriría 1.5 tierras para mantener el patrón actual de consumo del ser humano (6 tierras si consumieramos a tasas equivalentes de los Estados Unidos); aun con las premisas de clase media de Brookins, aun hay en el mundo 2.5 mil millones de personas que viven por debajo de la línea de pobreza y muchos de ellos no tienen acceso a alimentos o agua, más por un tema logístico y político que tecnológico; finalmente, en el mundo hay 3.5 veces más suicidios que homicidios, mostrando la gran desesperación y vacuidad a la que nos lleva un ambiente que nos separa de la naturaleza, de los otros y de nosotros mismos.

Es por ello que, cuando se habla de la cuarta revolución industrial, no debe pensarse únicamente en tecnología; esta revolución debe ser fundamentalmente cultural, social y por lo tanto educativa. La tecnología y la economía deben verse solo como bloques constructores de una idea de futuro, de una visión colectiva.

En general, es necesario partir de la idea de que esta cuarta revolución industrial, social y educativa tiene como fundamento la colaboración, la co-creación, la acción colectiva y consciente para construir un futuro.

Los ecosistemas productivos de los países emergentes como México se podrán conectar a las cadenas globales de valor, dependiendo de sus capacidades de generar talento creativo que

---

<sup>36</sup> <https://www.presencing.org/#/>

comprenda los cambios de paradigma asociados a la Industria 4.0 y se inserte exitosamente en estas redes.

Para ello será necesario cambiar nuestra visión de la naturaleza, el trabajo y el capital como productos básicos, hacia un modelo en donde nos entendamos comunes con la naturaleza y veamos al trabajo como un detonador de nuestra capacidad de emprender y al capital como un sistema virtual de intercambio de la creatividad.

Así, la tecnología deberá entenderse como un habilitador colaborativo de la cuarta revolución industrial; y al liderazgo como una característica no de individuos heroicos, sino como la capacidad colectiva de cocrear futuros. Para ello, será necesario cambiar radicalmente nuestra visión de un desarrollo que se mide en casi exclusivamente en términos econométricos por un enfoque que privilegie el bienestar de una sociedad colaborativa, de consumo consciente.

En este tipo de sociedad, el modelo de gobernanza deberá transitar de una estructura jerárquica que promueve la competencia, hacia un modelo de gobernanza que origine la acción colectiva organizada. En esta sociedad de acciones colectivas, los derechos de propiedad privada o de estado evolucionarán para incluir una visión ampliada de los derechos de propiedad basados en puntos comunes.

## Tendencias de economía digital

Desde el punto de vista económico, es relevante medir el impacto de las revoluciones industriales. Temprano en su desarrollo, las economías agrícolas se enfocaban en el control territorial y proveían alimento y trabajo a la mayoría de la gente. Posteriormente, la minería y la proveduría de materias primas para la manufactura empleaban un creciente número de personas.

El impacto de las revoluciones industriales en el concepto del trabajo es profundo y de grandes repercusiones en la estructura social. Hay quienes piensan que las dos guerras mundiales estuvieron estrechamente relacionadas a la reconfiguración de la economía y el trabajo resultado de la primera y segunda revoluciones industriales.

Todavía a principios del siglo XX, el 80% de los puestos de trabajo estaban relacionados a la agricultura, pero la incorporación de la máquina de vapor y la industrialización del campo (primera y segunda revoluciones industriales) cambió la forma en que se producían los alimentos y actualmente en los países desarrollados los puestos agrícolas solo suman el 4%.

Las dos primeras revoluciones industriales sustituyeron capacidades físicas; en la tercera revolución industrial, los robots y las computadoras remplazaron competencias motrices y matemáticas habitualmente relacionadas a los humanos como el ensamble electrónico, el cálculo contable y la manufactura de precisión; como se mencionó previamente, con el desarrollo de la Inteligencia Artificial, la cuarta revolución Industrial se integrará en labores cognitivas y ya no solo impactará a empleos manuales sino que su efecto se extenderá a labores intelectuales.

Este proceso de automatización creciente ha favorecido que las industrias de servicios prosperen y que el empleo en otros sectores decline. Aun con las medidas del actual gobierno de los Estados Unidos por atraer empresas de manufactura, este proceso de conversión se mantiene, así como en Europa y Japón. Actualmente, otras economías se están moviendo de manufactura a servicios.

Por otra parte, la economía entre pares (Sharing Economy) es un fenómeno masivo de negocios que está transformando muchas industrias y retando a otros tantos negocios tradicionales. En el futuro, las personas poseerán mucho menos y compartirán mucho más y si poseen algo, lo más valioso serán los datos. En el siglo pasado, poseer cosas era la marca de la clase media; con el advenimiento de las economías de pares y la digital, la barrera para apropiarse de mercancías ha bajado; las pequeñas y poderosas computadoras a las que aun llamamos anacrónicamente teléfonos son un ejemplo de la democratización del acceso a productos como cámaras, escáners, sensores, sistemas avanzados de comunicación y servicios que antes eran inaccesibles aun para los más adinerados.

Desde el punto de vista laboral, estos fenómenos se traducirán en una economía de pequeños encargos (Gig Economy), que define a una situación laboral en la que las personas serán contratadas puntualmente para trabajos esporádicos y especializados; serán llamados para realizar un servicio, poner su conocimiento, mano de obra y los medios precisos para lograr un fin acotado. Las empresas grandes y organizaciones de gestión se convertirán en nodos de coordinación de redes de trabajadores y otras pequeñas empresas que recibirán encomiendas fragmentadas.

Todas estas tendencias se reflejan en un cambio intenso del paradigma económico y de los modelos de negocio, en especial en lo que llamamos las economías creativas, digital, de pares y de pequeños encargos.

## Entorno de Industria 4.0

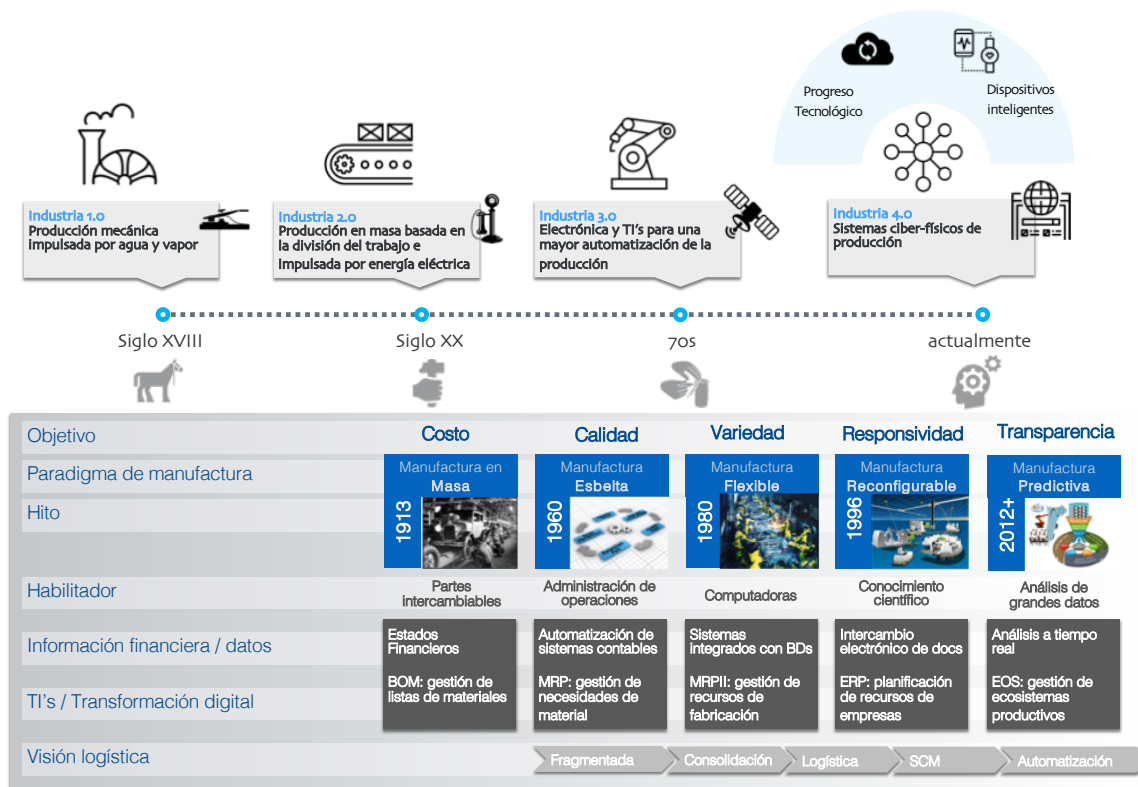
Las cuatro revoluciones industriales se encuentran asociadas a una transformación de los paradigmas de manufactura provocados por el cambio tecnológico, así como en los modelos de producción y gestión.

Las primeras tres revoluciones industriales llegaron como resultado de la mecanización, la electricidad y las tecnologías de información; la introducción del Internet de las Cosas y la inteligencia artificial en el medio ambiente de manufactura son los que empoderan a la cuarta revolución industrial.

Gráfica 7

### Las Revoluciones Industriales y la evolución de los paradigmas de manufactura.

Fuente: Elaboración propia con datos del Foro Económico Mundial



La segunda revolución industrial llega a su culmen con la introducción del sistema de producción en serie del modelo T de Ford. El paradigma de manufactura de producción en masa logra su

objetivo de reducción de costos al incorporar un sistema de estandarización de partes intercambiables. Desde el enfoque de información financiera datos, los sistemas contables evolucionan para incluir sistemas de costeo y de gestión de listas de materiales. La presión por coordinar a diversos proveedores desarrolla una visión logística, aunque todavía fragmentada (almacén, transporte, proveedores, etc.).

En la transición de la segunda y tercera revoluciones industriales, los modelos de producción introducidos por expertos de los Estados Unidos en Japón transformaron el paradigma hacia un concepto de manufactura esbelta. El objetivo principal de este modelo se centraba en la calidad y se logró con la incorporación de un sistema de administración de operaciones y gestión de la calidad. En esta etapa inicial el proceso de automatización de los sistemas contables y la introducción de las plataformas para la gestión de necesidades de materiales (MRP) permitieron consolidar los diversos aspectos logísticos en una plataforma común.

Ya de lleno en la tercera revolución industrial y para lograr mayor variedad, la manufactura flexible se convirtió en el paradigma de manufactura. Este paradigma se soportó con la introducción de computadoras y sistemas programables flexibles: robots, CNC's, automatización programable, etc. En esta fase se maximiza el uso de sistemas integrados de bases de datos para la gestión de recursos de fabricación y es el momento en que evoluciona el concepto integral de logística.

La transición de la tercera a la cuarta revolución industrial se encuentra marcada con la habilitación de los sistemas de manufactura para hacerlos más responsivos a las necesidades de producción, esto permitió transitar al paradigma de manufactura reconfigurable, en el que líneas de producción completas se pueden ajustar de forma efectiva a nuevos ciclos de producción y productos diversos. El principal habilitador de este paradigma es el conocimiento científico aplicado y el uso de sistemas de información avanzados para la planificación de recursos en las empresas y la evolución del modelo logístico a uno que contempla de forma ampliada a la cadena de suministro (SCM).

En el futuro, los negocios establecerán redes globales que incorporarán a manera de nodos a su maquinaria, sistemas de almacenamiento y plantas de producción en la forma de sistemas ciber-físicos (Cyber-Physical Systems – CPS). La industria 4.0 enfatiza la idea de un proceso progresivo de digitalización y la conexión de todas las unidades productivas en una economía.

El objetivo principal de este paradigma de manufactura predictiva es la transparencia, de forma que los ecosistemas de manufactura se puedan ajustar a tiempo real a las necesidades personalizadas de clientes y usuarios cambiantes. Esto es posible gracias a la aplicación de nuevas herramientas de inteligencia artificial y análisis de grandes datos a esta red interconectada de sistemas ciber-físicos.

Desde la perspectiva de sistemas de información, la optimización aislada de los recursos de empresas a través de los ERP deberá ampliarse para desarrollar sistemas de gestión de recursos de ecosistemas empresariales. En ese sentido, la visión logística de cadena de suministro evolucionará a una que pueda analizar a tiempo real las interrelaciones globales de este ecosistema: red de valor.

Con esta visión del entorno de I4.0., el grupo de trabajo alemán de Industria 4.0 desarrolló un conjunto de recomendaciones para enfocar los esfuerzos de investigación en tres temas estratégicos:<sup>37</sup>

- Integración horizontal a través de redes de valor
- Integración digital de la ingeniería de extremo a extremo en cadena de valor completa
- Integración vertical y sistemas de manufactura integrados

Industria 4.0 es un término colectivo para tecnologías y conceptos de organización de la cadena de valor.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. 2013

<sup>38</sup> Hermasnn, Mario; Pentek, Tobias; Otto, Boris. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. 2015



Mientras que a nivel mundial existen diversas iniciativas con relación al futuro de la manufactura como “IMS- Intelligent Manufacturing Systems”, “Industrial Internet Consortium”; “Factory of the Future”, y “Made in China”, el concepto de Industria 4.0 es el más consistente y tiene una gran influencia en el mercado de manufactura global, en especial en Europa. Los componentes más importantes del concepto de Industria 4.0 son los Sistemas Ciber-Físicos, el Internet de las Cosas (IoT), El Internet de Servicios (IoS) y las Fábricas Inteligentes.

Es importante resaltar que en esta nueva visión de los sistemas de producción no existe una receta que pueda aplicarse universalmente a todos los ecosistemas productivos, cada región deberá evolucionar para maximizar el valor creado e insertarse de una forma particular a las redes globales de valor. Aun cuando el concepto surge en Alemania, se pueden utilizar las directrices y recomendaciones, pero deberán ajustarse a una estrategia que maximice el valor para México.

El concepto de industria 4.0 trae consigo numerosos retos desde las perspectivas de negocio, estrategia, tecnología y talento. Las empresas esperan que la Industria 4.0 impacte favorablemente a sus ingresos, costos y eficiencia. Los ingresos adicionales provendrán de la digitalización de los productos y servicios existentes; nuevos productos digitales, servicios y soluciones; oferta de servicios de análisis de grandes datos; productos personalizados y personalización en masa; nuevos negocios a partir del conocimiento del cliente proveniente del análisis de datos; así como del incremento de la participación en el mercado de sus productos base.

La disminución de costos y mayor eficiencia se generarán al aplicar metodologías de análisis avanzado de datos para el mantenimiento predictivo, el control de calidad y la optimización de procesos a tiempo real; los conceptos de manufactura flexible y a la medida requerirán de un cambio profundo en el modelo de producción tal que facilite la integración de múltiples empresas en un ecosistema productivo coordinado con el uso de sensores y Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES) que permitan la planeación de la producción a tiempo real y optimicen el uso de maquinaria y el tiempo de producción global.

## Querétaro y la Industria 4.0

El desarrollo de un ecosistema de innovación y en paralelo el sistema de gestión de talento que le da sustento, parte de definir las bases desde las cuales se pretende construir. Es por ello necesario que construir un mapa de capacidades para la innovación.

Un mapa de innovación se construye al sumar las capacidades del talento y de la infraestructura disponible para la innovación en una región, en este caso se analizaron las capacidades para la innovación respecto a las tecnologías relacionadas a i4.0.

Presentamos un análisis del talento en i4.0 desde la perspectiva del Sistema Nacional de Investigadores tanto en el nivel nacional, como específicamente de Querétaro. Esto nos permite definir en una primera instancia cuales son los temas de enfoque en el país y el estado.

Por otra parte, presentamos un inventario de la infraestructura de los principales laboratorios tanto públicos como privados en el ámbito de la i4.0 en el Estado de Querétaro. Incluimos laboratorios tanto de instituciones de educación superior como centros de investigación y empresas. En este análisis identificamos las líneas de investigación reportadas y las áreas de servicio de estos laboratorios.

Aquí presentamos un resumen de las bases de datos y documentos de soporte del inventario de capacidades de innovación.

La agenda estatal de innovación del estado de Querétaro define las siguientes áreas potenciales de especialización:

- Biotecnología
- Automotriz
- TIC
- Alimentario
- Química
- Salud

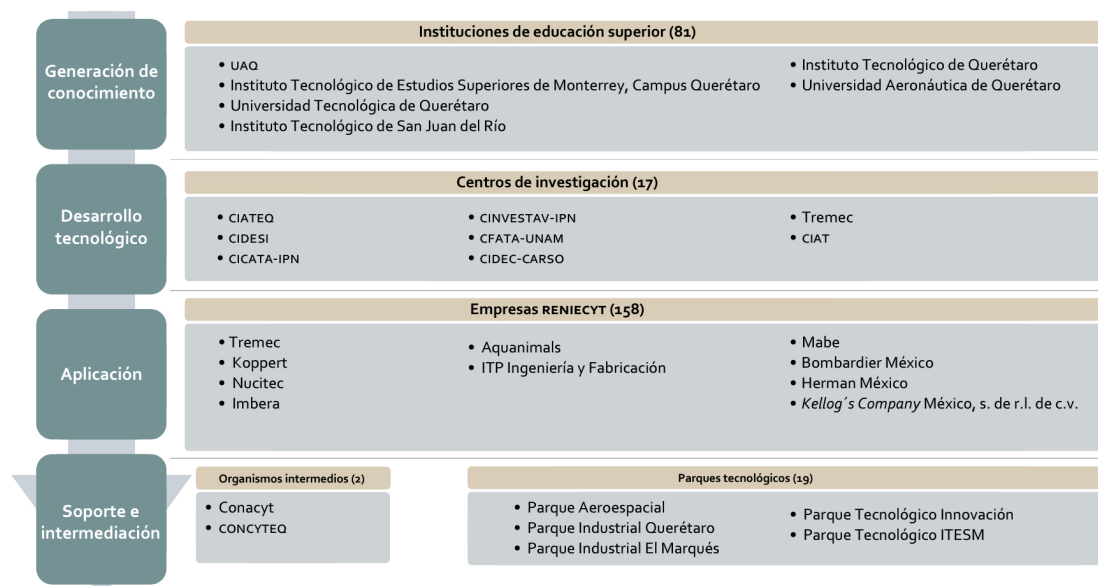
- Manufactura
- Electrodomésticos
- Aeroespacial

En un mapa global del sistema de CTI en el estado podemos observar los siguiente:

**Tabla 3**

**Principales actores del ecosistema de innovación de Querétaro.**

Fuente: Agenda Estatal de Innovación. Querétaro



A partir de un análisis de las capacidades de innovación en las instituciones de educación e innovación especializadas en i4.0, podemos observar que del total de investigadores del SNI dedicados a temas relacionados con i4.0, Querétaro es la séptima entidad con mayor número de investigadores en el padrón (10 9), en las siguientes instituciones:

**Tabla 4**

**Número de Investigadores por institución en el Sistema Nacional de Investigadores relacionados a temas de i4.0 en Querétaro.**

Fuente: Conacyt

Institución	SNIs en temas relacionados a i4.0
UAQ	42
CIDESI	11
CICATA	10
CIATEQ	4
ITESM-Qro	3
UNAQ	3
Cinvestav IPN	3
CIDETEQ	2
UTEQ	1
UT-San Juan del Rio	1
CIATEC	1

\*Información disponible de cada investigador en archivo: Investigadores en SNI y especialidades – Querétaro.xlsx

Por disciplina y área de especialización, las principales temáticas son las siguientes:

**Tabla 5**

**Número de Investigadores por temática en el Sistema Nacional de Investigadores relacionados a temas de i4.0 en Querétaro.**

Fuente: Conacyt

Disciplina/ especialidad	SNIs en temas relacionados a i4.0
Procesamiento de imágenes y señales	14
Electrónica digital y embebidos	8
Control y Automatización	6
Mecatrónica	6
Informática y computación	6
Matemáticas aplicadas	5
Robótica	5

Modelación y Simulación	4
Tecnologías de manufactura	4
Inteligencia artificial	4
Diseño Mecánico	2
Modelos físicos	2
Optoelectrónica	1
MEMS	1

\*Información disponible de cada investigador en archivo: Investigadores en SNI y especialidades – Querétaro.xlsx

Respecto al equipamiento de las instituciones que declaran capacidades para el desarrollo de proyectos de i4.0, tenemos que las instituciones de educación e investigación en el estado disponen de diversos laboratorios especializados que incluyen a uno de los dos laboratorios nacionales de i4.0 en el Ecosistema de Innovación del Corredor Central de Manufactura e infraestructura especializada en empresas.

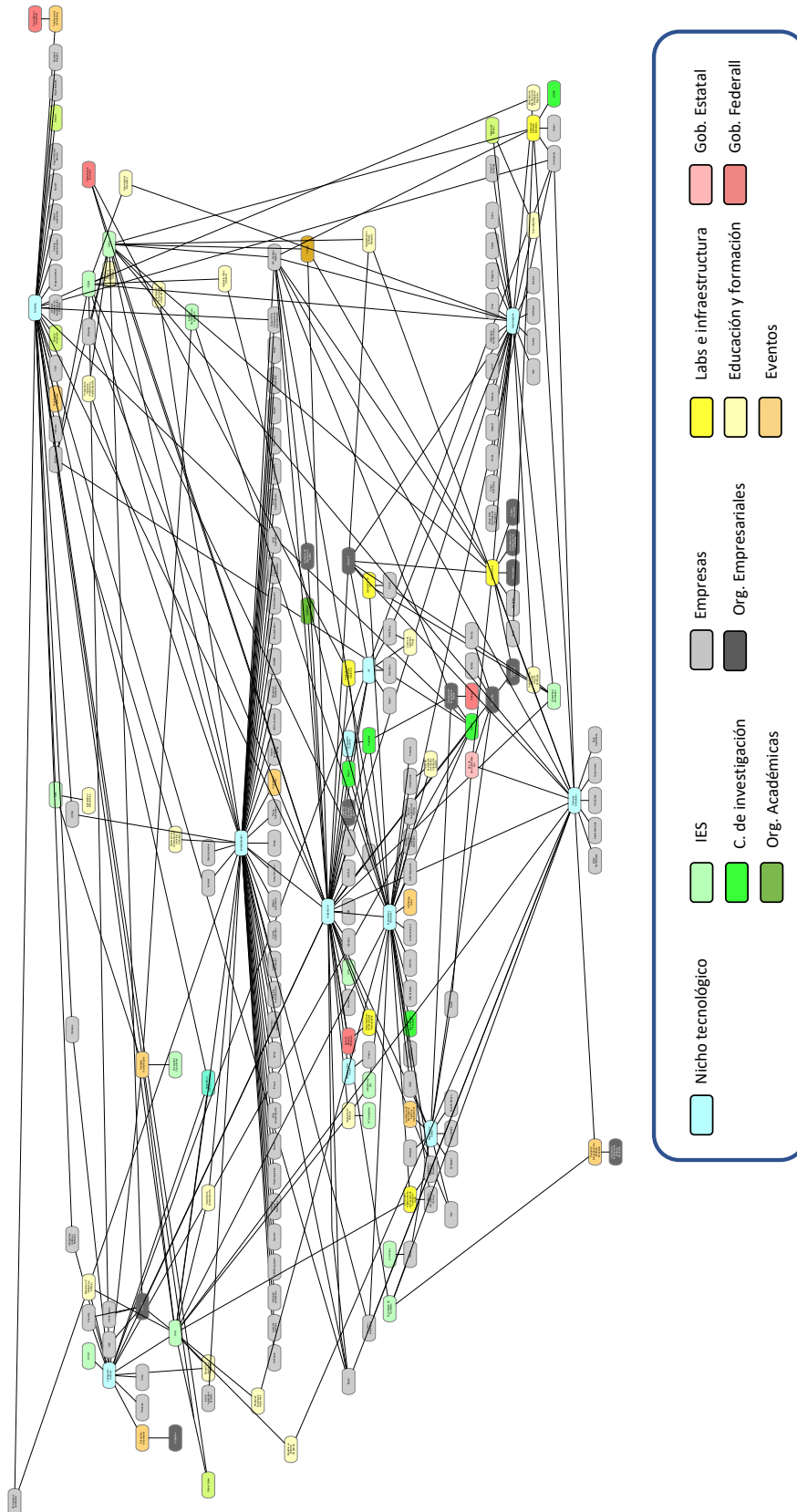
A partir del inventario de los investigadores miembros del SNI en Querétaro y de las tendencias tecnológicas, es posible hacer una búsqueda para identificar a las organizaciones y actividades relacionadas al ecosistema de innovación del estado en temas de i4.0. Los resultados de este análisis se muestran en la gráfica X. En esta gráfica se muestran las principales organizaciones, instituciones de educación e investigación, eventos, laboratorios, empresas, temas de educación y capacitación relacionados a i4.0.

La estructura de relaciones entre estas organizaciones, actividades e infraestructura definen un grafo en el que es posible hacer un análisis de las jerarquías para identificar las áreas temáticas que concentran los esfuerzos en el ecosistema, los nodos articuladores y las dependencias formales e informales. Esto nos permite tener una primera aproximación del mapa del ecosistema y definir de forma temprana algunas posibles áreas de innovación objetivo.

## Gráfica 8

### Grafo del Ecosistema de Innovación i4.0 del Estado de Querétaro

Fuente: Elaboración propia Knoware



En la gráfica se puede observar que temas como “Automatización” atraen e interés especialmente de las empresas y que industria 4.0 es todavía un tema del ámbito académico.

## Gráfica 9

### Grafo del Ecosistema de Innovación i4.0 del Estado de Querétaro mostrando áreas de Innovación Objetivo - AIO

Fuente: Elaboración propia Knoware

/

Si bien las temáticas de inteligencia artificial y robótica se encuentran relativamente inconexas, son los temas que jerárquicamente guían a ecosistema y **el modelo de relaciones le asigna un gran peso**. El nicho de automatización funciona como un articulador y **conector** temático, sobre todo entre IA y Robótica y **hacia otros ámbitos de especialización como IoT e Industria 4.0**.

Las temáticas de modelación y simulación, manufactura aditiva y **software embebido se encuentran todavía relativamente dependientes en el modelo jerárquico** por lo que podrían definirse como temas en proceso de maduración. **El análisis avanzado de Datos es un área que en términos relativos se encuentra aislada y sorprendentemente lejana a la Inteligencia Artificial**.

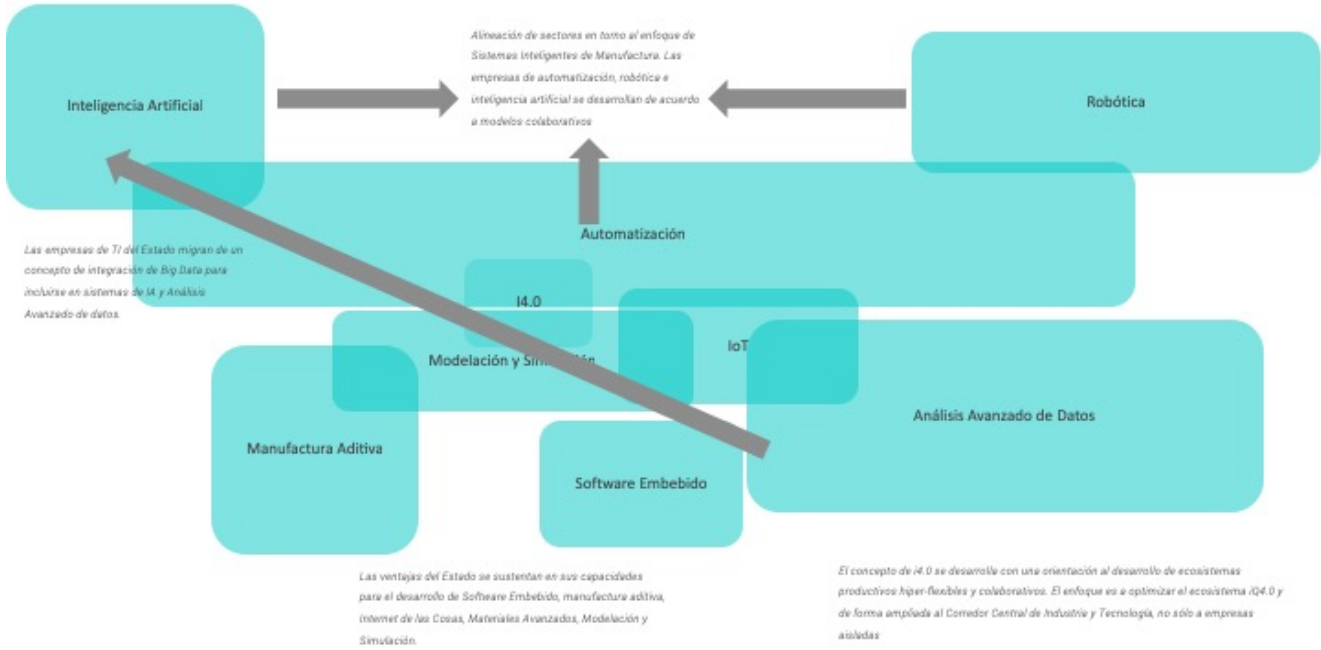
**Este análisis nos define algunas ideas generales de estrategia sobre las que se puede construir:**

- Coordinar los esfuerzos de Inteligencia Artificial y Robótica con mayor participación de actores del área de automatización. Esto deberá funcionar como un puente articulador orientado al desarrollo de capacidades de sistemas inteligentes de automatización flexible.
- Las capacidades e interés de la región por temáticas relacionadas a modelación y simulación **pueden ayudar al desarrollo de áreas como la manufactura aditiva y el software embebido**.
- **En necesario crear las condiciones para que las empresas y organizaciones de TI dedicadas al Análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data) y las empresas de Inteligencia Artificial tengan mayores espacios de diálogo y coordinación de forma que se entiendan parte del mismo nicho.**

## Gráfica 10

### Estrategia General para el desarrollo del Ecosistema iQ4.0

Fuente: Elaboración propia Knoware





## Regiones de referencia

Si bien el término de Industria 4.0 surge en Alemania y las principales empresas a cargo de difundir la filosofía y metodologías de Industria 4.0 son alemanas, es necesario definir un marco de referencia para México que permita aprovechar sus ventajas competitivas y comparativas del país y sus regiones. Los modelos de Industria 4.0 no se pueden ni deben replicar sin un análisis de las condiciones de los ecosistemas productivos y de innovación nacional, de no crear un modelo especial para México y sus regiones, nos limitaremos a integrar tecnologías y metodologías compradas en el extranjero y desaprovecharemos la gran ventaja de entrar a un nuevo paradigma en el que todos los actores están aprendiendo y por lo tanto las oportunidades están abiertas para todos.

En una primera instancia, ya desde el primer mapa de ruta de i4.0 para México fue de especial interés dividir a las regiones según su capacidad para diseñar y producir bienes de capital y aquellas economías y regiones que funcionan como integradores tecnológicos en Hubs de Manufactura por contrato. Los retos de ambos tipos de economías deberán definir estrategias particulares que maximicen sus beneficios al integrarse a la lógica de i4.0. De esta forma es necesario tomar con cautela las estrategias desarrolladas para países como Alemania, Japón o los Estados Unidos y no intentar traducirlas directamente a las acciones necesarias para Querétaro y México.

Por otra parte, es común utilizar como referencia comparativa a regiones que difieren ampliamente en términos de cultura, población y economía. Por tamaño y estructura países como Singapur o Suiza son interesantes de analizar (de hecho, Suiza define el modelo de competitividad del WEF), pero no se pueden utilizar como marco de referencia directo para el desarrollo de la estrategia.

De conformidad con esto, definimos un conjunto de regiones que por su tamaño y economía podrían utilizarse para realizar un análisis de estrategia y política pública comparada que ofrezca algunos elementos para el desarrollo del mapa de ruta. El análisis se hizo con información de la OCDE y regiones urbanas.

**Tabla 6**

**Ciudades de referencia para Querétaro. Población similar y PIB hasta 20% superior**

Fuente: OCDE

**Ciudades de Referencia - Pib y Población**  
(Tier 1 – PIB hasta 20% superior, Pob +/- 20%)

Ciudades	PIB (en miles de millones de USD)*
Tucson, US	\$ 37.9
Niigata, JP	\$ 38.4
Kitakyushu, JP	\$ 40.7
Seville, ES	\$ 40.9

Este es el primer grupo de ciudades que por su tamaño poblacional y desarrollo económico pueden ser utilizadas como una referencia cercana a Querétaro (el comparativo se hizo utilizando únicamente los datos de la Zona metropolitana de Querétaro Capital). Este primer grupo define a ciudades que por similitud pueden considerarse iguales a Querétaro. Posteriormente, presentamos un análisis de la dinámica económica en el tiempo de ciudades de referencia y definiremos cuáles de estas ciudades pueden considerarse de forma especial para un comparativo más profundo.

En un segundo grupo tenemos a las ciudades que, si bien tienen una población similar a Querétaro, su economía tiene un tamaño que puede considerarse como una meta en el mediano plazo.

**Tabla 7**

**Ciudades de referencia para Querétaro. Población similar y PIB de 21 a 50% superior**

Fuente: OCDE

## Ciudades de Referencia - Pib y Población (Tier 2 – PIB de 21-50% superior, Pob +/- 20%)

Ciudades	PIB (en miles de millones de USD)*
Fresno, US	\$ 45.4
Leeds, UK	\$ 46.3
Clearwater/Saint	\$ 46.6
Gdansk, PL	\$ 46.8
Lille, FR	\$ 47.2
Bordeaux, FR	\$ 48.8
Kraków, PL	\$ 53.5

En el tercer grupo se encuentran ciudades con economías que pueden considerarse aspiracionales y por lo tanto pueden definir metas para el mediano y largo plazos.

### Tabla 8

#### Ciudades de referencia para Querétaro. Población similar y PIB de 51 a 100% superior

Fuente: OCDE

## Ciudades de Referencia - Pib y Población (Tier 3 – PIB de 51-100% superior, Pob +/- 20%)

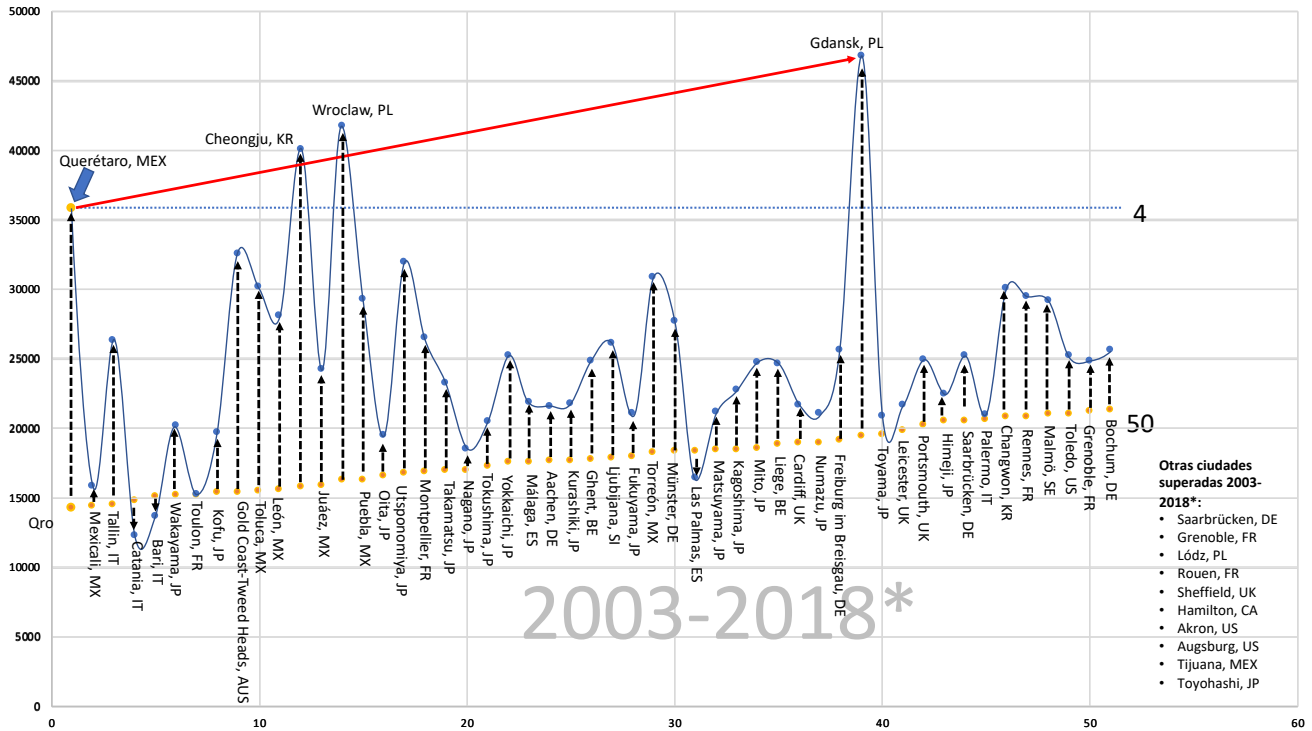
Ciudades	PIB (en miles de millones de USD)*
Adelaide, AUS	\$ 55.6
Toulouse, FR	\$ 66.1

En un análisis de la dinámica económica de Querétaro es importante enfatizar que el estado y la Ciudad han sido de las regiones de la OCDE con mayor crecimiento en los últimos años. Si consideramos como base al año 2003 y las 50 ciudades que se encontraban, en aquel entonces, económicamente por encima del PIB de Querétaro; para el 2018 sólo tres de estas ciudades se mantienen arriba de Querétaro: Cheonju en Corea de Sur, Wroclaw y Gdansk en Polonia. Esto es una muestra de la fuerte dinámica económica del estado la razón por la cual es un caso de éxito no solo para México, sino para el mundo.

## Gráfica 11

### Evolución del PIB en ciudades de referencia 2003-2013 y proyectada a 2018

Fuente: Elaboración propia Knoware con datos de OCDE



A partir de estos resultados, presentamos un resumen analítico de las ciudades que pueden considerarse una referencia estratégica para Querétaro.

### Cracovia – Krakow

Cracovia es la segunda ciudad más poblada de Polonia, y también uno de los centros de manufactura y servicios más representativo del país. Asimismo, el sector de servicios profesionales, de investigación y técnicos es uno de los pilares en la estructura económica y de desarrollo de la ciudad, pues 14.5% de las empresas del país, tienen como principal giro dicha actividad. Asimismo, la actividad económica de la ciudad se ha complementado con la llegada de empresas extranjeras, situación que ha impactado en diversos rubros socioeconómicos como

el empleo, pues en el periodo 2010-2017, la tasa de desempleo se redujo considerablemente, al pasar de 4.7% a 2.8%<sup>39</sup>.

Uno de los referentes de la industria manufacturera de Cracovia es el *Krakov Technology Park* (KTP), zona en la que se encuentran instaladas las principales empresas manufactureras, y que concentra a más de 29 mil trabajadores de distintas actividades<sup>40</sup>. Destaca que el KTP sirve como nicho de desarrollo de nuevas empresas de manufactura y de TI, por lo que se ha convertido en un referente para el desarrollo de proyectos relacionados a economía digital e industria 4.0, así como para la industria química y la automotriz. Lo anterior ha conllevado a que Cracovia se posicione como uno de los referentes tecnológicos y de innovación más representativos en Polonia, logrando caracterizarse por su vocación tecnológica.

Ante esta situación, el gobierno municipal ha considerado dentro de su estrategia la incorporación de políticas y acciones que fomentan la adopción de modelos de desarrollo inteligentes, y el impulso de la ciencia y la innovación entre las distintas estructuras sociales y gubernamentales de la ciudad<sup>41</sup>, con el objetivo de posicionar a Cracovia como ciudad inteligente.

---

<sup>39</sup> Krakow Municipal Office (2018). Krakow in numbers 2017. Consultado en la siguiente liga: [https://www.krakow.pl/english/business/39148,artykul,krakow\\_in\\_numbers.html](https://www.krakow.pl/english/business/39148,artykul,krakow_in_numbers.html)

<sup>40</sup> Íbid.

<sup>41</sup> Ayuntamiento de Cracovia (2018). Estrategia de desarrollo de Cracovia 2030. Consultado en la siguiente liga: <https://srk2030.pl/>

## Gráfica 12

### Ciudades de Referencia para Querétaro

Fuente: Elaboración propia Knoware con datos de OCDE



## Cheongju

La ciudad de Cheongju destaca por su nivel de industrialización y potencial para el desarrollo de energías renovables, elementos que han fortalecido y consolidado la estructura económica de la población. Gracias a esto, se ha edificado un ecosistema basado en el desarrollo tecnológico y la innovación, los cuales han hecho que la ciudad sea un centro de desarrollo tecnológico e innovación para las empresas locales y extranjeras que realizan actividades de manufactura de componentes y aparatos eléctricos-electrónicos.

El desarrollo tecnológico de la ciudad ha sido significativo, motivo por el cual es sede de la empresa inteligente (*Smart factory*) más grande de Corea del Sur. Propiedad de la compañía *LS Industrial System*, y ubicada en el Complejo Industrial de Cheon, la fábrica produce de forma autónoma sistemas de control eléctrico y robots para otras compañías<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> KIM Ji-Yoon (2015). 'Smart' factory touted as an industrial model. Korea Joongang Daily. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://koreajoongangdaily.joins.com/news/article/article.aspx?aid=3000113>

No obstante, la importancia que tiene la ciencia y la tecnología no se limita al ámbito empresarial, sino que se ha reflejado en otros ámbitos. En el año 2012, la ciudad de Cheongju fue una de las 33 ciudades seleccionadas para participar en el *Smarter Cities Challenge*, organizado por la empresa IBM. Este evento tuvo lugar luego de que el gobierno anunciara sus intenciones para hacer de Cheongju la capital sustentable de Corea del Sur. Por lo anterior, el reto se basó en analizar si la ciudad contaba con los requerimientos para alcanzar su objetivo, así como proporcionar recomendaciones para enfrentar los retos que implicaba la meta<sup>43</sup>. De esta manera, y después de cumplir con los requisitos y seguir las recomendaciones propuestas, Chengju fue galardonada por IBM como una de las 132 ciudades inteligentes del mundo<sup>44</sup>.

### **Breslavia - Wroclaw**

Breslavia es una de las regiones económicas más importantes en Polonia, pues concentra diversas industrias de manufactura las cuales destacan por la producción de bienes de alta tecnología, alimentos procesados, así como por las actividades de I&D que realiza el ecosistema empresarial. Esta situación ha conllevado a que Breslavia cuente con una tasa de desempleo de 2.9%, misma que se encuentra por debajo de la tasa nacional (7.8%)<sup>45</sup>.

Como uno de los centros de manufactura más importantes a nivel nacional, Breslavia agrupa a empresas de sectores de manufactura avanzada, así como empresas de servicios de TI y servicios financieros. Específicamente, las vocaciones productivas de la ciudad son:

- Servicios para los negocios
- Servicios de TI
- Industria automotriz
- Electrónicos/electrodomésticos
- Químico/Farmacéutico

---

<sup>43</sup> IBM Smarter Cities Challenge (2012). IBM's Smarter Cities Challenge: Chengju. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://prd-ibm-smarter-cities-challenge.s3.amazonaws.com/applications/cheongju-korea-summary-2012.pdf>

<sup>44</sup> IBM Smarter Cities Challenge (2018). About. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.smartercitieschallenge.org/about>

<sup>45</sup> Invest in Wroclaw (2018). Economic Data. Consultado en la siguiente liga: <https://invest-in-wroclaw.pl/en/dane-ekonomiczne/>

- Alimentos procesados
- Industria aeroespacial
- Servicios de logística

Esta estructura ha conllevado al desarrollo de profesionales altamente capacitados con altos índices de educación, así como un ecosistema especializado en innovación y desarrollo tecnológico. Como ejemplo, se puede mencionar los 37 centros de I&D que se encuentran instalados en Breslavia, los cuales pertenece a empresas trasnacionales como Volvo, Mondelez, LG, Robert Bosch o Whirlpool, por mencionar algunas.

Gracias a esto, se ha considerado a Breslavia como una de las ciudades con mayor innovación, pues este concepto es integrado entre los diversos actores de la sociedad. Tal es el caso de la estrategia de desarrollo municipal *Wroclaw in the prespective 2020 plus* en donde la innovación es considerada como factor de desarrollo y creador de ventajas competitivas<sup>46</sup>.

## Lille

La ciudad de Lille es una de las localidades de más importantes de Francia en el rubro de manufactura. Gracias al desarrollo económico de industrias como la textil, de maquinaria y equipo, la alimentaria, el comercio y de energías renovables, Lille es uno de los polos con mayor desarrollo en los rubros de innovación y competitividad. Debido a la importancia de los sectores económicos en la ciudad, se han creado iniciativas que tienen como finalidad incrementar la competitividad de estos, tal es el caso de la creación de seis clústeres locales, en donde se fomentan e impulsa el desarrollo tecnológico, económico y en innovación de las empresas que conforman a los sectores estratégicos para la ciudad.

Un ejemplo de lo anterior es el clúster *Up-tex*, el cual lidera las acciones para que las compañías de Lille incursionen en el mercado de textiles técnicos, y es conocido como un referente en

---

<sup>46</sup> Wroclaw in the Perspective 2020 plus (2006). Consultado en la siguiente liga:  
[https://iwroclaw.pl/wps/wcm/connect/5f3b6680453b27dab9caf9ffcdc6cfec/strategia\\_Wroclaw2020plus\\_en.pdf?MOD=AJPERES](https://iwroclaw.pl/wps/wcm/connect/5f3b6680453b27dab9caf9ffcdc6cfec/strategia_Wroclaw2020plus_en.pdf?MOD=AJPERES)



Europa en el campo de materiales y textiles innovadores<sup>47</sup>. En este sentido, el clúster impulsa proyectos de I&D que ayuden a los socios a crear o mejorar sus productos, incorporar tecnología a sus plantas, así como incursionar en nuevos mercados.

Otro punto que destacar de Lille son las condiciones que se promueven para el desarrollo de emprendedores e innovación, abordando diferentes temas como economía digital, industrias creativas y desarrollo tecnológico, por mencionar algunos. Actualmente existen siete<sup>48</sup> centros de excelencia en la ciudad, mismos que se mencionan a continuación:

- Euratechnologies: Se especializa en tecnologías digitales recientes.
- Eurasanté: Es un centro para el desarrollo del sector salud y biológico.
- Euralille: Es uno de los tres parques de negocios más importantes y sede de la industria de servicios.
- La Haute Borne: Parque científico y de negocios especializado en innovación e I&D.
- L'Union: Considerado un eco-distrito de innovación enfocado en sectores emblemáticos como el textil o el deportivo.
- CETI: Es el clúster europeo de la industria textil.
- La Plaine Images: Espacio creado para el desarrollo de marcas y de las industrias creativas.

---

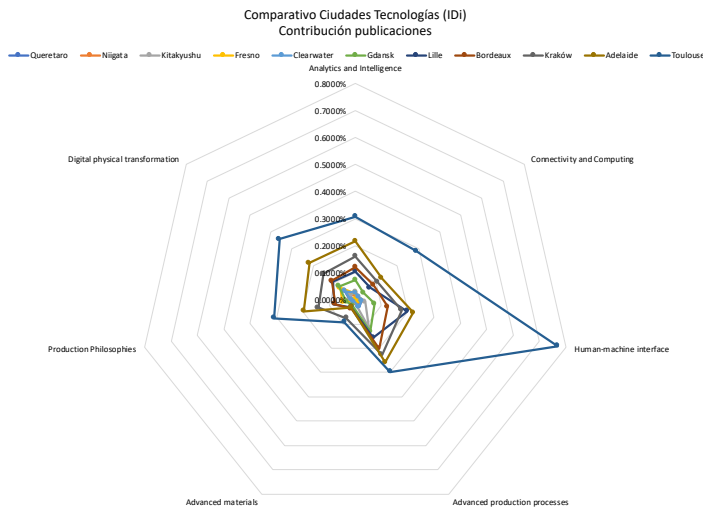
<sup>47</sup> Up-text (2018). Acerca de. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://uptex.innovationstextiles.fr/a-propos/>

<sup>48</sup> Lille's agency (2018). Innovation, growth & market entry strategy. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://en.lillesagency.com/grow-your-business-in-france/innovation-growth-market-entry-strategy/#>

## Gráfica 13

### Producción científica en temas de i4.0 – Querétaro y Ciudades de referencia

Fuente: Elaboración propia Knoware



El Estado de Querétaro ha logrado un importante posicionamiento nacional e internacional en temas de innovación, creatividad y altas tecnologías. En un entorno de alta competencia, Querétaro ha reafirmado su liderazgo con la iniciativa para desarrollar *un Ecosistema de Innovación para industria 4.0: iQ4.0*, al aprovechar los esfuerzos de diversas instituciones del estado para desarrollar una *Red de Innovación e Internacionalización* que permita activar y optimizar los recursos y capacidades de la sociedad, empresas.

---

Desde el punto de vista de investigación, desarrollo e innovación (IDi) es importante observar que la producción científica de Querétaro en los temas relacionados a i4.0 es todavía incipiente si la comparamos con estas ciudades de referencia. Por otra parte, se puede ver en la gráfica de producción científica (Gráfica 13) que todas las ciudades de referencia enfocan su interés de IDi en temas de transformación digital y sistemas ciber-físicos (incluyendo a Querétaro).

Si bien es importante mantener el enfoque a transformación digital, es necesario observar que las ciudades con mayor éxito económico además del trabajo en este rubro tienen una clara

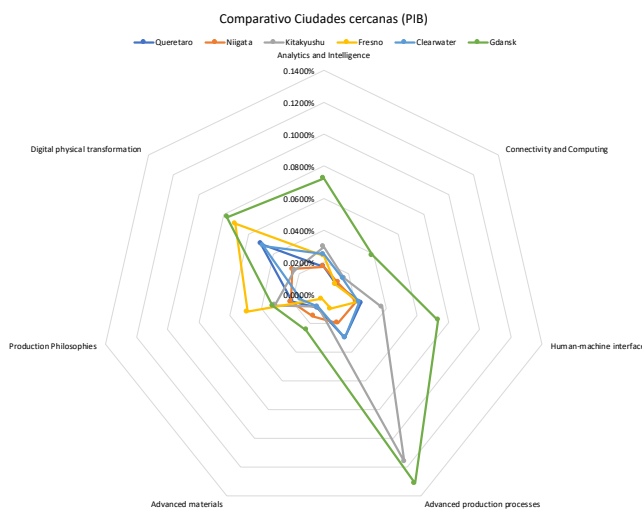
definición por otras áreas que los diferencian: Toulouse en interfaces hombre-máquina, Gdansk y Kytakyushu en Procesos avanzados de producción. Será relevante explorar un enfoque que le permita a Querétaro diferenciarse de las ciudades de referencia y aportar al ecosistema global de innovación.

Como se mencionó, es relevante apreciar que Toulouse centra su interés en temáticas relacionadas al desarrollo de interfaces Hombre-máquina, sobre todo por la relación existente entre ambas ciudades originada por las empresas del sector aeroespacial y proyectos como el campus Franco Mexicano en la UNAQ.

### Gráfica 14

#### Producción científica en temas de i4.0 – Querétaro y Ciudades de referencia estratégica

Fuente: Elaboración propia Knoware



## Entorno estratégico

El Estado de Querétaro ha logrado un importante posicionamiento nacional e internacional en temas de innovación, creatividad y altas tecnologías. En un entorno de alta competencia, Querétaro ha reafirmado su liderazgo con la iniciativa para desarrollar *un Ecosistema de Innovación para industria 4.0: iQ4.0*, al aprovechar los esfuerzos de diversas instituciones del estado para desarrollar una *Red de Innovación e Internacionalización* que permita activar y optimizar los recursos y capacidades de la sociedad, empresas, academia y juventud queretanas para insertarse exitosamente en el paradigma de la industria 4.0 y la sociedad de la innovación. Esta estrategia de largo plazo con visión de estado ha sido transversalmente diseñada por los gabinetes educativo y económico. Se enfoca en construir bases estructurales sólidas para convertir el talento e infraestructura del estado en propiedad intelectual y negocios de alto valor agregado.

Este documento coordina a la cuádruple hélice del estado para acelerar el proceso de integración de Querétaro a las redes internacionales de innovación en i4.0. y como ventana para la atracción de socios estratégicos e inversión al estado. El mapa de ruta es, además, un puente discursivo y estratégico para posicionar estos temas a nivel nacional e internacional y definir desde nuestra perspectiva como serán los procesos productivos del futuro.

**iQ4.0:** Ecosistema de Innovación del Estado de Querétaro

**Con la llegada de múltiples empresas de tecnología a Querétaro, el Estado se confirma como una de las regiones más importantes de Latinoamérica para i4.0. Esta coyuntura se aprovechará para desarrollar al estado como un polo de competitividad integral, centrado en un Ecosistema de Innovación 4.0 del Corredor Central del Manufactura impulsado por las empresas y las instituciones de educación superior e investigación del estado.**

En este polo de competitividad, el talento que reside en la región creará soluciones para el mundo y conformará comunidades que se integren a un desarrollo urbano sustentable, articulado como un sistema policéntrico entre las diversas ciudades y regiones del Bajío.

El Ecosistema de Innovación utilizará una metodología para la identificación dinámica de Áreas de Innovación Objetivo (AIO) y el trazado de las estrategias asociadas (Mapas de Ruta), que definan las acciones en los campos de innovación, industria y talento. Esto permitirá la concentración de los esfuerzos del Ecosistema de Innovación del Corredor Central de Manufactura en aquellas áreas con mayor “contenido de futuro” y de mayor capacidad para atraer inversión, aliados estratégicos y personas interesadas en su desarrollo (stakeholders), al tiempo que impulsa formas de colaboración interdisciplinarias. De allí la importancia de participar e integrarse a eventos en donde se discuten estas directrices como Hannover y el WMF. **Con la definición de estos mapas de ruta y la coordinación con aliados estratégicos para impulsarlos, se desarrollarán plataformas para la identificación de retos -y posibles soluciones- que serán la materia central para el desarrollo de proyectos del Campus de Innovación. La cartera de retos y soluciones creará un espacio de innovación abierta, bajo un modelo de colaboración en red, que articulará la infraestructura de innovación del estado y su ecosistema productivo.**

**La definición de la Áreas de Innovación Objetivo parte del análisis del inventario de capacidades mostrado en el capítulo anterior y del análisis de las áreas de concentración del interés de las empresas del ecosistema y la producción de IDI relacionada a estos temas.**

**De esta forma se puede observar que, a partir de un análisis temático de las áreas de interés del ecosistema de Querétaro, definido a partir del Radar Tecnológico del WEF para los Sistemas de Producción del Futuro, el ecosistema se enfoca en los siguientes temas:**

/

Es evidente que las áreas de conectividad y cómputo, así como analíticos e inteligencia definen una concentración de las conversaciones y temas de interés de los actores de Querétaro. En especial los temas de cadena de Bloques, Interoperabilidad, aplicaciones y plataformas son temáticas ampliamente discutidas en el estado para el área de cómputo. En el campo de analíticos e inteligencia, los temas de Big Data, minería de datos, sistemas inteligentes y bioinformática son los que atraen el mayor interés.

Por otra parte, un área poco analizada en relación con i4.0 y que es de gran interés para el estado es materiales avanzados, centrada en los temas de cerámicos avanzados y biotecnología.

De esta forma, se puede trazar un mapa de campos de conversación que define la forma en que se enfoca el interés temático del ecosistema. En azul se muestran los principales temas sobre los que se conversa en el estado (analizados en internet y redes sociales) y en rojo las áreas de concentración.

Al centro del radar se encuentran los temas que tienen un grado de adopción alto y en la periferia se colocan los temas emergentes. Aquí es interesante notar que la conversación se concentra en temas de menor incertidumbre, excepto cómputo cuántico.

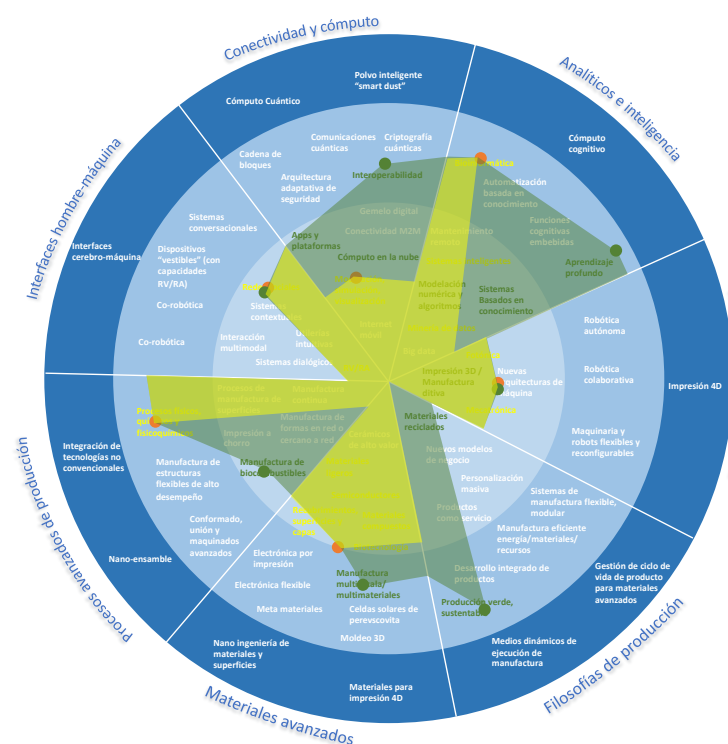
Por otra parte, se puede notar que las áreas de procesos avanzados de producción, filosofías de producción y transformación digital y física no reciben un interés proporcional a las necesidades de un estado como Querétaro con amplios atributos en el sector de manufactura.

Respecto a la producción científica, el análisis muestra las siguientes áreas de concentración:

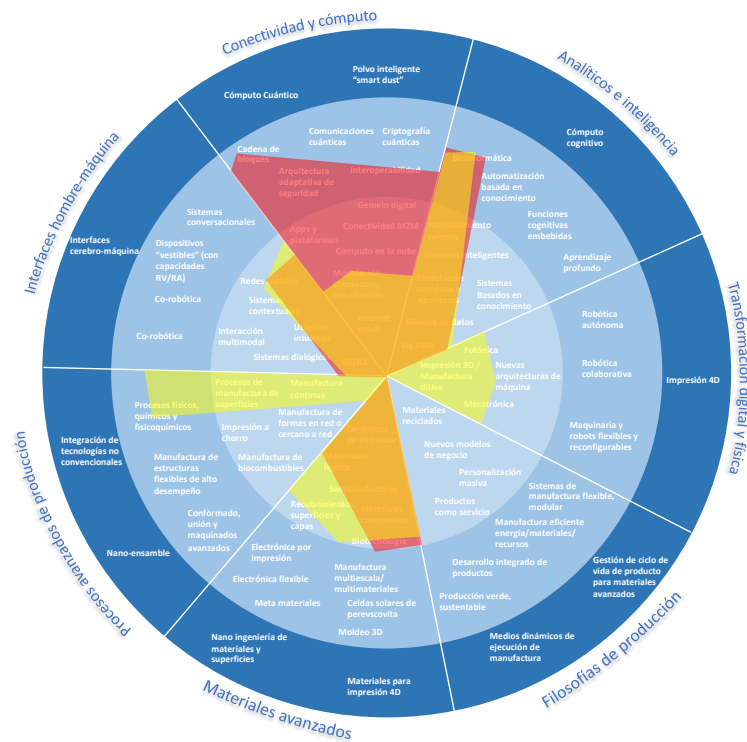
- Conectividad y cómputo
  - Modelación, simulación y visualización
- Interfaces hombre-máquina
  - RV/RA
  - Redes sociales
- Procesos avanzados de producción
  - Procesos fisicoquímicos
- Materiales avanzados
  - Materiales ligeros
  - Semiconductores
  - Recubrimientos, superficies y capas
  - Materiales compuestos
  - Biotecnología

- Transformación digital y física
  - Mecatrónica
  - Fotónica
- Analíticos e inteligencia
  - Minería de datos
  - Sistemas inteligentes
  - Bioinformática

De esta forma, se puede trazar un mapa de campos de IDi en donde se muestran las áreas principales de IDi en verde y las de concentración de la IDi en amarillo, medidas por publicaciones. Se puede notar que las áreas de enfoque de la IDi son mas “cautas” que los temas de conversación y se centran en nichos de mayor madurez tecnológica.



Al hacer un comparativo de las áreas de interés con las áreas de IDi, es importante notar que hay discrepancias que deben atenderse en el diseño estratégico.





- Es necesario que los grupos de IDi de procesos avanzados de producción, materiales avanzados y transformación digital en los temas de fotónica y mecatrónica, se integren más profundamente en los espacios de diálogo y diseño estratégico de i4.0.
- El gran interés en temas de conectividad y cómputo detonen capacidades equivalentes de IDi en el estado a través de un modelo de innovación basado en retos.
- Es importante aprovechar la convergencia de interés y capacidades de IDi en el área de análisis e inteligencia.
- Es necesario enfatizar la importancia de atender temas relacionados a filosofías de producción, procesos avanzados de producción y transformación digital y física; tanto es su importancia para el desarrollo de capacidades de producción como en la detonación de áreas de IDi relacionadas.
- Existe una gran alineación entre el interés de la industria y el enfoque de las Instituciones de Educación Superior e Investigación (IESI) del Estado en las Áreas de Analíticos e Inteligencia, Interfaces Hombre-Máquina y Materiales Avanzados. Estas son AIO en las que debe profundizarse los mecanismos de articulación Industria-Academia.
- Hay un importante desarrollo por parte de las IESI en Procesos Avanzados de Producción y Transformación Digital y Física, pero la industria no los está aprovechando, es estas áreas es necesario un plan de difusión.
- Hay interés por parte de la industria en temas de conectividad y cómputo, pero las IESI trabajan en estos temas solo de forma incipiente.
- En todos los casos, los Mecanismos de Transferencia tecnológica deberán fortalecerse y crear interfaces que faciliten la articulación de proyectos interinstitucionales (desarrollo en red).



El mapa de ruta se organizó en 5 áreas de planeación, en una primera fase el mapa define acciones de coordinación y exploración a profundidad de las AIO:

1. **Mercados.** En este apartado se definen los sectores estratégicos sobre los cuáles se va a intervenir en primera instancia: automotriz, aeroespacial, plásticos, logística y alimentos. El sector TI se define como un sector transversal (plataforma) articulador de la estrategia de i4.0 y transformación digital.
2. **Plataformas.** Aquí se definen las plataformas habilitadoras de i4.0 y transformación digital, en especial las definidas como áreas de innovación objetivo y mecanismos de alineación.
3. **Estructurales.** Se definen como elementos estructurales del mapa a la innovación, la formación de habilidades y el trabajo. El modelo de implementación de un ecosistema con base en educación 4.0 se detalla en el anexo de la “urgente necesidad de transformación de la educación superior”, proyecto auspiciado por el Consejo Nacional de Clústeres.
4. **Difusión.** En el apartado de difusión se definen las estrategias para medir la brecha digital, comunicar los resultados del mapa y los eventos asociados al desarrollo del ecosistema de i4.0.
5. **Sustentabilidad.** Aquí se define la estructura de soporte para la implementación del mapa de ruta y los medios financieros para darle sustentabilidad.

## Modelo de vinculación Academia-industria: Campus de innovación<sup>49</sup>

En el marco de una economía digital y del conocimiento, la transformación del sistema de educación superior en México debe partir de una visión del talento como eje fundamental para el desarrollo de ecosistemas de innovación y bienestar. Es en este rol en donde las instituciones de educación superior se asumen como las principales entidades de articulación de este proceso de desarrollo.

Para que un Campus de Innovación se convierta en un elemento clave de ecosistemas de innovación es necesario que actúe sinérgicamente como articulador, catalizador, laboratorio vivo y espacio de colaboración.

### Campus de Innovación Características



<sup>49</sup> Capítulo proveniente de: La Urgente Necesidad de Transformación de la educación Superior frente a los retos de la Industria 4.0. Consejo Nacional de Clústeres de TI y Software. México 2018.

**Nodo Central.** Para cumplir con su rol de articulación, el Campus de innovación debe funcionar como un nodo concentrador que mantiene en conexión a los diversos actores de la red; favorece la comunicación entre ellos; y coordina las acciones orientadas a la construcción colaborativa de proyectos (y futuros).

**Catalizador.** El logro de objetivos de gran visión resulta de la capacidad del Campus de Innovación para inocular ideas estratégicas y potenciar su ejecución, a partir del enlace sinérgico de las capacidades de los actores e infraestructura de la red. Es de esperar que las propiedades y capacidades emergentes de este sistema cooperativo sean exponencialmente mayores a las de cada actor individual:<sup>50</sup> efecto catalizador.

**Laboratorio vivo.** Un ecosistema de innovación es un laboratorio vivo que no permite aplicar reglas lineales, cada Campus de Innovación es un campo experimental en el que se prueban conceptos y se favorece la polinización cruzada de ideas. Un Campus de Innovación es una incubadora permanente a escala real de proyectos estratégicos que se evalúan y mejoran iterativamente.

**Espacio de colaboración.** Principalmente, un Campus de Innovación es un espacio físico y virtual de colaboración interinstitucional e interpersonal, es un lugar para la confluencia de actores con la capacidad de modelar el futuro con arreglo a una visión común. En el sentido sistémico, es un *atractor* de talento que difunde ampliamente sus resultados y visión, y se integra profundamente a los ecosistemas internacionales de innovación.

Para lograr este objetivo, el Campus de Innovación organiza eventos y foros presenciales y virtuales que permiten reunir talento y organizaciones especializadas en torno a los temas y áreas de innovación objetivo del ecosistema.

### **Antecedentes del Campus de Innovación**

El concepto central para el desarrollo de un Campus de Innovación es sencillo de explicar, pero el modelo actual, su implementación y coordinación exitosa han requerido de un esfuerzo de

---

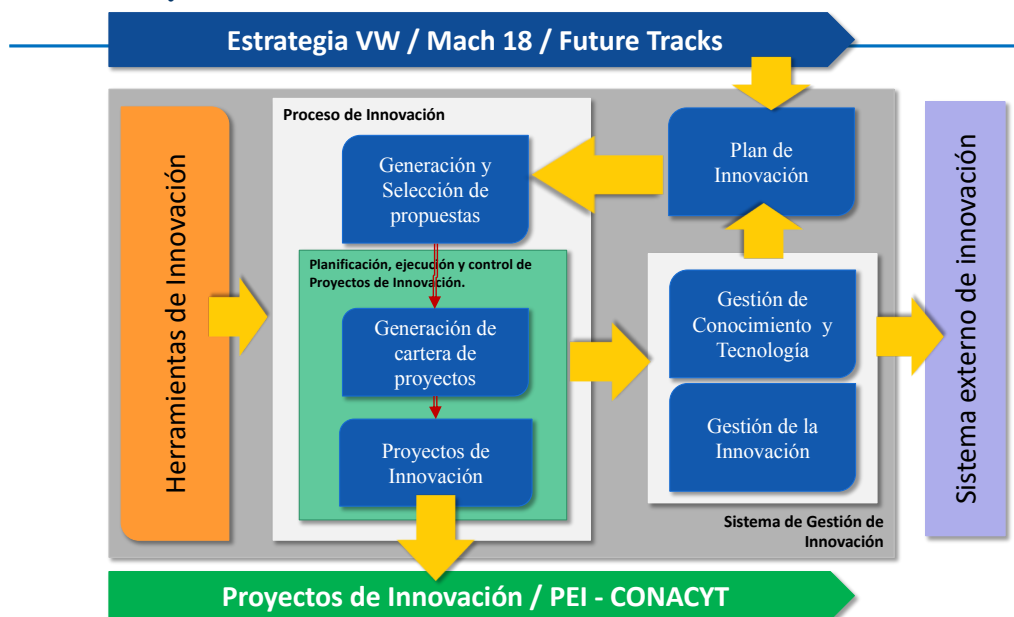
<sup>50</sup> Albert, R.; Barabasi, A.-L. (2002). «[Statistical mechanics of complex networks](#)». *Reviews of Modern Physics*

afinación progresiva que inició con el primer Campus de Innovación de la empresa Continental en Guadalajara en 2012: “Trend Antenna Mexico”.<sup>51</sup>

La idea parte de que una empresa (o empresas y organizaciones en el modelo más avanzado actual) defina retos de relevancia estratégica para ella y la región; la empresa deberá estar dispuesta a compartir la propiedad intelectual y oportunidades de negocios de los proyectos resultantes.

El concepto ha derivado en la formación de cientos de especialistas (825) en el país con capacidades de alto nivel y en proyectos de innovación de gran envergadura como el banco de pruebas de impacto automotriz más potente de la Volkswagen en el mundo, un laboratorio de tomografía y análisis no destructivo para la industria automotriz y, un modelo de exoesqueleto para obreros, ya en proceso de comercialización global. Estos y otros innumerables proyectos han salido de un caldero de innovación abierta y dirigida a resolver problemas reales de empresas de clase mundial establecidas en México.

**VWM y la Innovación.**



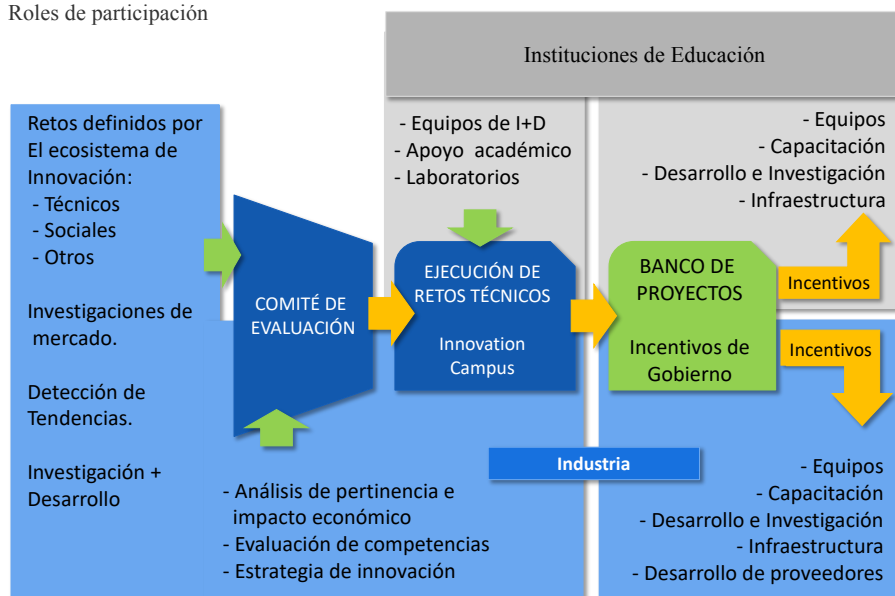
<sup>51</sup> <https://www.continental-corporation.com/en/career/programs-and-options-for-graduates-and-students/continental-trend-antennas--15810>

De esta forma, el Campus de Innovación de Volkswagen de México (con el nombre de Innovation Campus en VW) ha logrado alinear a los ecosistemas locales de innovación con la estrategia de la empresa y su mapa de ruta (Future Tracks).

Internamente en la empresa, se definen un conjunto de propuestas que van según su plan de innovación y se asignan prioridades para delimitar una cartera de proyectos con mayor viabilidad. La cartera de proyectos resultante se evalúa de acuerdo con un sistema de gestión de la innovación y se ofrece al sistema externo de innovación, en conjunto con ellos se define su grado de afinidad con las estrategias y capacidades regionales de innovación.

### Modelo de vinculación Innovation Campus

Roles de participación



Este proceso iterativo de clasificación y evaluación permite alinear los retos definidos por el ecosistema de innovación con las necesidades y estrategias de las empresas (en este caso Volkswagen de México). Para facilitar este proceso de selección es necesario que la toma de decisiones se soporte con investigaciones de mercado, análisis de tendencias y capacidades de Investigación, Desarrollo e Innovación (IDi); los proyectos se evalúan para definir su grado de pertinencia e impacto económico, así como las competencias necesarias para su ejecución.

En el modelo inicial de Campus de Innovación de Volkswagen, un comité de evaluación interno ha sido el encargado de filtrar las propuestas y definir los retos.

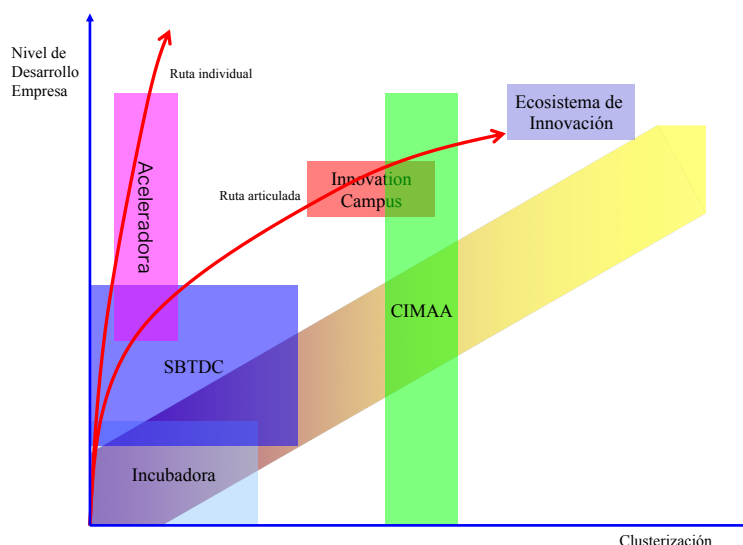
Una vez determinado el catálogo final, las Instituciones de Educación concretan los equipos que se encargarán de atender los retos, el apoyo académico necesario para su consecución y la infraestructura disponible asociada. Este banco de proyectos es la guía para estructurar el Plan de Acción del Campus de Innovación.

### Modelo Propuesto: Campus de innovación como eje de un ecosistema de innovación.

A partir de los aprendizajes de los Campus de Innovación de Continental y Volkswagen, el objetivo es crear un modelo replicable para el desarrollo de un campus de innovación regional como articulador de clústeres.

La implementación inicial del modelo y pruebas se desarrollaron en Querétaro, pues la región ofrece características que favorecen ponerlo en práctica. Es importante que esta implementación se mantenga como un laboratorio viviente que permita explorar y probar nuevas estrategias para el Campus de innovación que los mejoren progresivamente.

En esta versión, el Campus de Innovación es un agente articulador de un ecosistema de innovación, en donde el talento que reside en la región crea soluciones para el mundo y conforma comunidades que se integran a un desarrollo urbano sustentable, articulado como un sistema policéntrico entre las diversas ciudades y regiones del Corredor Central de México. Este ecosistema se ideará para irradiar bienestar social y desarrollo económico, a la vez que es el





tejido de una red de valor sobre la que crece una región inmersa en una economía basada en el conocimiento.

Para ello, es necesario desarrollar un modelo integral de planeación prospectiva industrial, económica y educativa, que permita prever la evolución de los clústeres y su asociación en el diseño curricular y modelo educativo idóneo para el Campus de Innovación.

Entonces, desde la perspectiva educativa, se desarrollará una red de innovación especializada que, soportada en un sistema de gestión de talento, permitirá conectar soluciones y personal altamente calificado a las necesidades de la industria. Esta plataforma proveerá información estratégica y prospectiva para el diseño curricular del Campus de Innovación (todas las IES asociadas) y más ampliamente a la región en la que se encuentra inmerso.

Como se mencionó previamente, es importante enfatizar que el mundo está transitando por una de las mayores crisis de talento y, que esta situación impone uno de los retos más importantes para el proyecto del Campus de Innovación, lo que hace indispensable no solamente formar talento altamente calificado, sino que además se deberán generar las condiciones necesarias para que permanezca en la región y atraiga más talento de otras latitudes.

En el centro de la solución se encuentra interpretar al talento como una forma de capital evolutivo y móvil, cuya valoración depende de la pertinencia de sus competencias con el entorno en el que se desarrolla. Para aprovechar esta interpretación, es necesario desarrollar una plataforma que permita conectar la demanda y la oferta de talento en un sistema de inteligencia basado en el análisis de datos a tiempo real.

La información estratégica del talento y sus patrones de comportamiento, sumados a la creación de una red (comunidad) especializada tienen la capacidad de estimar el valor del capital humano y convertir esta apreciación en capital económico.

La pertinencia del talento depende de la sincronización prospectiva de las estrategias regionales económicas y de innovación, con las relacionadas a la formación de capital humano

especializado. La retroalimentación constante del sistema de toma de decisiones permitirá ajustar las desviaciones entre oferta y demanda con mayor eficacia. A su vez, la formación en habilidades universales y competencias suaves proveerán una plataforma de formación de mayor versatilidad.

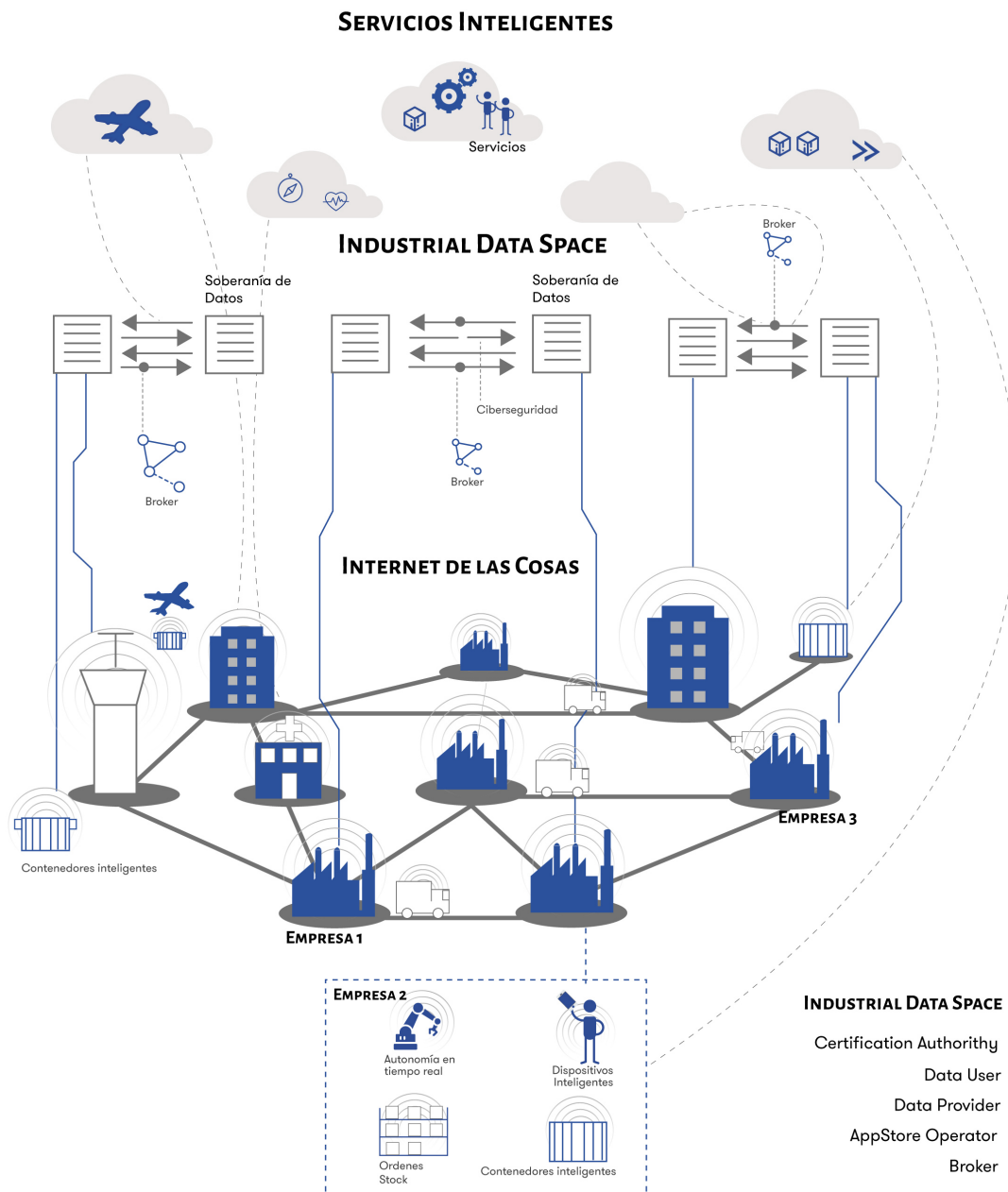
Para lograr este cometido, desarrollamos una metodología para la identificación dinámica de Áreas de Innovación Objetivo (AIOs) y el trazado de mapas de ruta asociados que definan las acciones estratégicas en los campos de innovación, industria y talento. Esto permite la concentración de los esfuerzos de las Instituciones de Educación Superior en aquellas áreas con mayor “contenido de futuro” y mayor capacidad de atraer organizaciones y personas interesadas en su desarrollo (stakeholders); al tiempo que definen modelos de colaboración interdisciplinarios.

Con la definición de estos mapas de ruta y la coordinación con aliados estratégicos para su impulso, se desarrollan plataformas para la identificación de retos y posibles soluciones que son la materia central para el desarrollo curricular y de proyectos del Campus de Innovación, cuya cartera de retos y soluciones crea un espacio de innovación abierta (Ideágora) conforme a un modelo de colaboración en red que articula espacios de hacedores (Maker Spaces) y el ecosistema productivo de la región.

## Plan de Implementación

Para ello será necesario desarrollar un sistema que permita articular y gestionar de forma eficiente, los procesos de las diferentes empresas que conforman una cadena de valor (proveedores, productores, distribuidores y clientes finales) sustentado en el modelo de Industrial Data Space desarrollado por Fraunhofer en Alemania. De esta forma, todos los participantes podrán monitorear, interactuar y conocer en tiempo real las actividades, necesidades y procesos de los demás integrantes; esto facilita el proceso de prevención de riesgos, toma de decisiones, anticipo de pedidos y reducción de pérdidas en caso de cualquier imprevisto o cambio en la demanda de insumos.

El Industrial Data Space tiene grandes beneficios pues incentiva la adopción tecnológica, permite la creación de fábricas inteligentes, sincroniza los procesos productivos de los participantes, proporciona indicadores y parámetros de monitoreo en tiempo real, facilita la reducción de costos por cambios inesperados en la demanda (órdenes de compra), es decir, es la expresión máxima de lo que debe ser la i4.0.



## Campus Binacional de Innovación México

Con la inauguración del Laboratorio Nacional de i4.0 en la UTEQ, se enfatiza el liderazgo nacional del Estado de Querétaro en la materia y permitió desarrollar alianzas estratégicas con importantes instituciones impulsoras del concepto de sistemas inteligentes de manufactura e i4.0.

Por otra parte, la participación de diversas instituciones del estado en la conformación del **Clúster de Industrias de Manufactura Avanzada y Automoción** relaciona al estado con diversas empresas, entre ellas empresas alemanas líderes en innovación y tecnología como VW y Giesecke Devrient. Este posicionamiento permitirá crear un campus de innovación en el estado que aproveche las experiencias y los aprendizajes desarrollados en los Campus de Innovación de VW en Puebla y Continental en Guadalajara, ambas empresas alemanas y desarrolle los vínculos con el país creador de la iniciativa i4.0 en el mundo.

La industria en conjunto con las instituciones de educación superior e investigación y identificarán los retos definidos por el ecosistema de innovación, aportarán investigaciones de mercado, detección de tendencias y los resultados conjuntos de las labores de investigación y desarrollo. La evaluación considerará el análisis de pertinencia e impacto económico, la evaluación de competencia, y la estrategia de innovación.

El *Campus de Innovación Binacional* trabajará con los equipos de investigación y desarrollo, contarán con el soporte del sector académico relacionado, y se apoyarán en los laboratorios, incluyendo espacios *maker* y *FabLabs*. Afrontando la ejecución de retos técnicos como ruta de ejecución de la innovación, se crearán las ideágoras y un banco de proyectos, generando los incentivos tanto del gobierno, como de la industria de Querétaro y de las IES.

### **Plataforma de Gestión de Talento i4.0 (Gestalt i4.0)**

La Plataforma de Gestión de Talento del Estado de Querétaro será capaz de analizar millones de perfiles y Cv's de forma automatizada y encontrar de forma eficiente a aquellos más cercanos a las necesidades de las empresas, sectores y regiones económicas. Esta plataforma está desarrollada con la capacidad de evolucionar sincrónicamente con el mercado laboral regional y global.

La plataforma para la gestión de talento permitirá conectar soluciones y personal altamente calificado con las necesidades de la industria; proveerá información estratégica y prospectiva para el diseño curricular de las instituciones de educación superior del Estado de Querétaro.

Con la plataforma, la información estratégica del talento y sus patrones de comportamiento, sumados a la creación de una red (comunidad) especializada, tendrán la capacidad de estimar el valor del capital humano y convertir esta apreciación en capital económico. De esta manera, más allá de formar talento calificado –entendido como una forma de capital evolutivo y móvil– los *Campus de Innovación* podrán atraerlo y generar las condiciones para retenerlo.

### **Industrial Data Space y Oficina de Fraunhofer en México con sede en Querétaro**

Industrial Data Space es una plataforma virtual que utiliza estándares y modelos de gobernanza comunes para facilitar el intercambio seguro, así como el libre acceso, a datos en el ecosistema empresarial. Por lo tanto, provee la base para crear y utilizar servicios inteligentes e innovadores, a la vez que asegura la soberanía digital de los propietarios de los datos.

Fue presentada en Alemania a finales de 2014 por el centro de investigación Fraunhofer-Gesellschaft, como iniciativa en la que colaboraron empresarios, políticos e investigadores. Está estructurada en dos vertientes: como proyecto de investigación; y como una asociación de usuarios sin fines de lucro.

Actualmente es fondado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación Alemana, y tiene como principal objetivo desarrollar un proyecto piloto para la arquitectura de un modelo para el espacio de datos industrial. Este proyecto está vinculado con las actividades de la asociación de usuarios denominada Industrial Data Space, la cual tiene como propósito identificar, analizar y evaluar los requerimientos mínimos que los usuarios deben cumplir para ser considerados en el Industrial Data Space.

Un punto importante para este trabajo es el proceso de digitalización y el uso de datos, pues se considera que es el vínculo vital entre los servicios inteligentes y la industria 4.0. En este aspecto, la iniciativa está compuesta por 8 elementos que son fundamentales para su operación<sup>52</sup>:

- Soberanía de datos

---

<sup>52</sup> Fraunhofer (2016). *Industrial Data Space: Digital Sovereignty Over Data*. Consultado en internet el día 14 de febrero de 2017. Disponible en la siguiente liga: <https://www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/industrial-data-space.html>

- Seguridad en el intercambio de datos
- Enfoque descentralizado (arquitectura distribuida)
- Gobernanza de datos (“reglas del juego”)
- Red de plataformas y servicios
- Economías de escala y efectos de red
- Enfoque abierto (neutral y orientado por el usuario)
- Confianza (participantes certificados)

Por otra parte, México es la plataforma logística y de manufactura más importante de América Latina, y una de las más reconocidas a nivel mundial. Su localización geográfica facilita el acceso a los principales mercados del mundo (Estados Unidos, Asia y Sudamérica), por lo que diversas empresas han encontrado en nuestro país el nicho idóneo para realizar sus operaciones. Por lo anterior, México cuenta con un ecosistema manufacturero robusto y en donde convergen y se complementan compañías de distintos tamaños y actividades económicas. En este contexto, uno de los retos que vive el sector manufacturero actualmente (y la economía de México en general) es la Industria 4.0 (i4.0), paradigma que abre nuevas oportunidades para que las empresas puedan integrarse a cadenas de valor locales e internacionales, eliminar procesos ineficientes, así como desarrollar nuevos modelos de negocio a partir de la incorporación de la tecnología. Estas condiciones son el campo ideal para la implementación en colaboración con Fraunhofer de un espacio de datos industriales que permita integrar progresivamente y a tiempo real las cadenas de valor del estado, del país, de los corredores de manufactura de América del Norte y la cadena global de valor.

## Comentarios Finales

A dos años de la publicación del mapa de ruta nacional de industria 4.0: “Crafting the Future”, el documento ha servido de guía para la implementación de estrategias para la inserción exitosa de México en los paradigmas de la cuarta revolución industrial.

Esta versión considera todos los avances de estos últimos años y propone el desarrollo de una estrategia para México desde la perspectiva de su primer laboratorio vivo: “el ecosistema de Innovación iQ4.0”



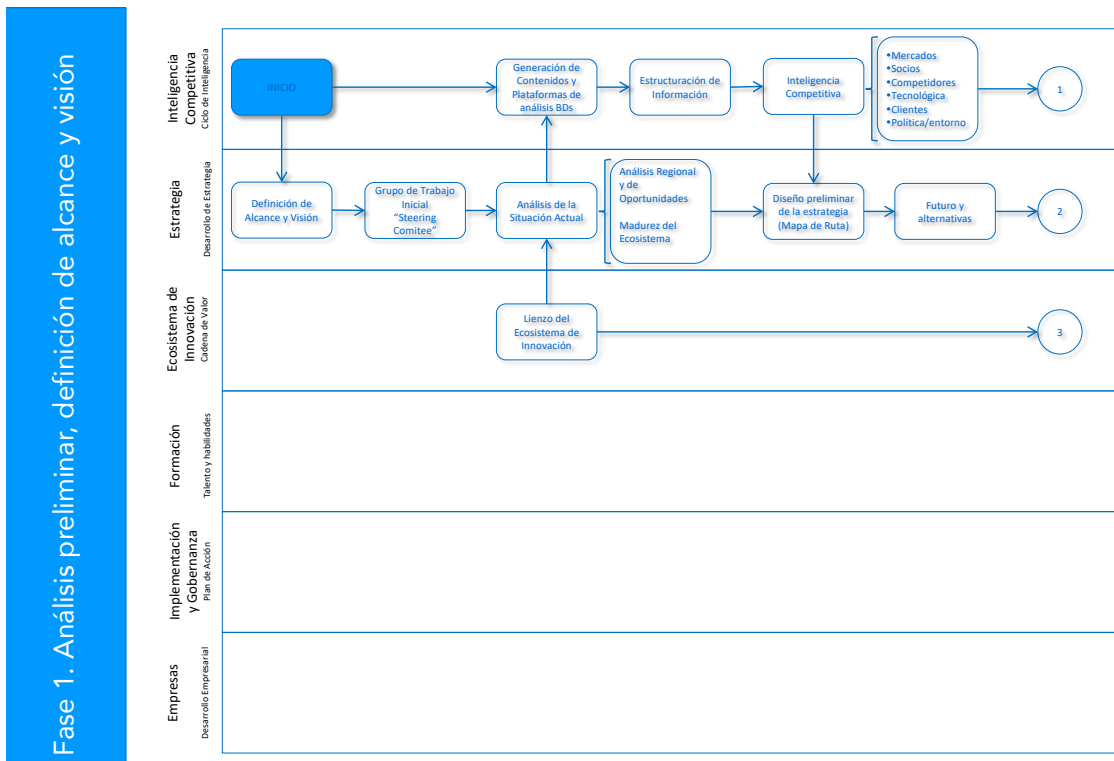
## Anexo I. Desarrollo de Ecosistemas de Innovación

Con el objetivo de que el mapa de ruta se convierta en un catalizador del ecosistema de innovación regional iQ4.0, al tiempo que se enfrentan los retos particulares de las empresas, es importante que su diseño e implementación responda a una estrategia regional que evalúe las necesidades y considere ampliamente las capacidades regionales de innovación y asimilación tecnológica. Este proceso de convergencia entre empresas, universidades y gobierno definirá Áreas de Innovación Objetivo (AIO) y el enfoque del Mapa de Ruta.

Así, la articulación de un ecosistema se desarrolla en un proceso recursivo de 4 fases:



## Fase de análisis preliminar, definición de alcance y visión



Para el desarrollo del modelo elegimos usar 6 ejes de planeación para considerar los principales aspectos que se interrelacionan, principalmente la correspondencia que existe entre el talento y desarrollo de ecosistemas de innovación – posiciones centrales. Esta dupla define el centro estratégico para el desarrollo competitivo de regiones en una economía del conocimiento y la creatividad. En la gráfica, los ejes de planeación se representan como carriles.

Por otra parte, será necesario definir un esquema que nos permita analizar las diversas fuentes de información y estructurarlas para detonar un ciclo de inteligencia que soporte la toma de decisiones y el desarrollo estratégico del tema de talento en la región y el país (carriles superiores).

En los carriles inferiores mostramos las implicaciones y propuestas para crear un marco de gobernanza y política pública, así como las acciones que deberá tomar el ecosistema empresarial para acelerar su proceso de transformación digital y crear mejores condiciones de trabajo.

En esta primera etapa, es importante definir un grupo de trabajo ejecutivo de 10 a 15 personas que será el encargado de proponer el plan de activación y definir el enfoque estratégico, este

grupo debe crearse de forma que sea representativo del sector privado local, gobierno y academia. De la correcta conformación de este grupo, depende el éxito de todo el proyecto, pues su visión marcará la orientación y alcance del plan.

Este grupo será, además, el responsable de sumar a otros actores relevantes al proyecto y crear un grupo de confianza ampliado, representativo de los sectores y nichos de alto impacto en la región. Inicialmente, este grupo definirá el enfoque estratégico del ecosistema y los nichos con mayor capacidad en la región para sustentar la estrategia. Estas propuestas iniciales, se validarán progresivamente conforme el análisis de gabinete y de tendencias confirmen (o no) las premisas del grupo.

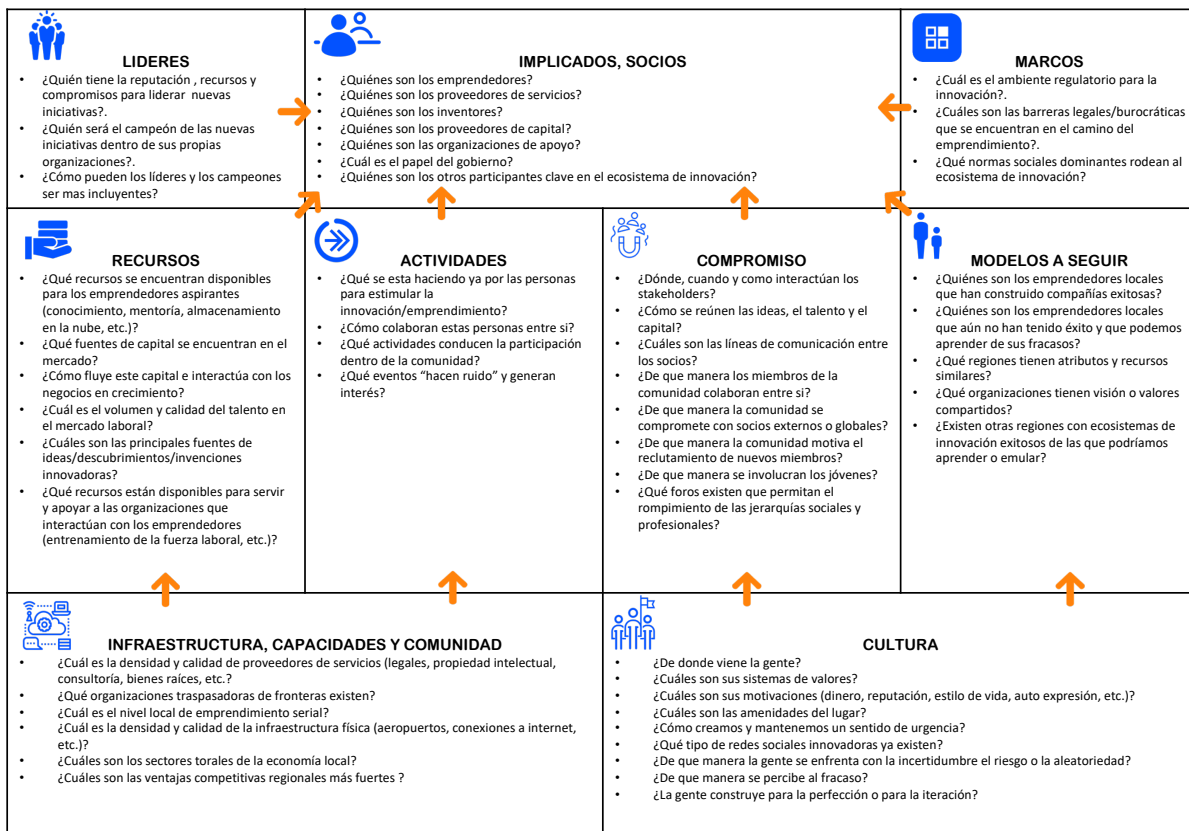
Como soporte a estas primeras presunciones, se desarrollará un análisis de la situación actual del ecosistema de innovación regional, y se levantará un inventario de capacidades para la innovación con enfoque al talento e infraestructura disponibles, para los nichos estratégicos identificados previamente por el grupo ejecutivo.

Proponemos el Lienzo de Ecosistemas de innovación como modelo para el análisis y el levantamiento de información para el ecosistema<sup>53</sup>.

---

<sup>53</sup> [Victor W. Hwang](#), [Greg Horowitz](#); The Rainforest: The Secret to Building the Next Silicon Valley; CreateSpace Independent Pub, 2012

## Lienzo del Ecosistema de Innovación - Rainforest Canvas



Este lienzo representa de una forma resumida el estado del ecosistema de innovación y las interrelaciones de las diversas variables que lo afectan. Cada apartado se analizará en relación con las AIO definidas y da soporte al inventario de capacidades para la innovación. La visión progresiva de este lienzo ayuda a observar la evolución del ecosistema y definir cuáles son los temas que requieren una mayor atención, es la base para la memoria documental de proceso. De forma paralela, toda la información recabada se sistematizará de acuerdo con un ciclo de inteligencia prospectiva.

## Ciclo de Inteligencia



**Agenda de riesgos y oportunidades (ARO).** Durante el proceso de definición del enfoque estratégico del mapa y las AIO, el grupo de confianza desarrolla una agenda de riesgos y oportunidades asociada a su visión, esta agenda incluirá temas relacionados a las tendencias tecnológicas, mercado exterior, política y marco regulatorio, ambientales y sociales.

**Definición de objetivos.** Con arreglo a las necesidades de información estratégica, la ARO define un conjunto de objetivos de inteligencia para el ciclo. Estos objetivos especifican el tipo de fuentes de información (Bases de datos-BD, entrevistas, documentos, etc.) que darán sustento a los sistemas de inteligencia y los métodos de análisis. Las BD y fuentes de información se analizarán para garantizar que son confiables y proveen soporte a la orientación estratégica del mapa; es importante considerar que, en este proceso, la confiabilidad de las fuentes define la calidad de los resultados (“si entra basura, basura sale”).

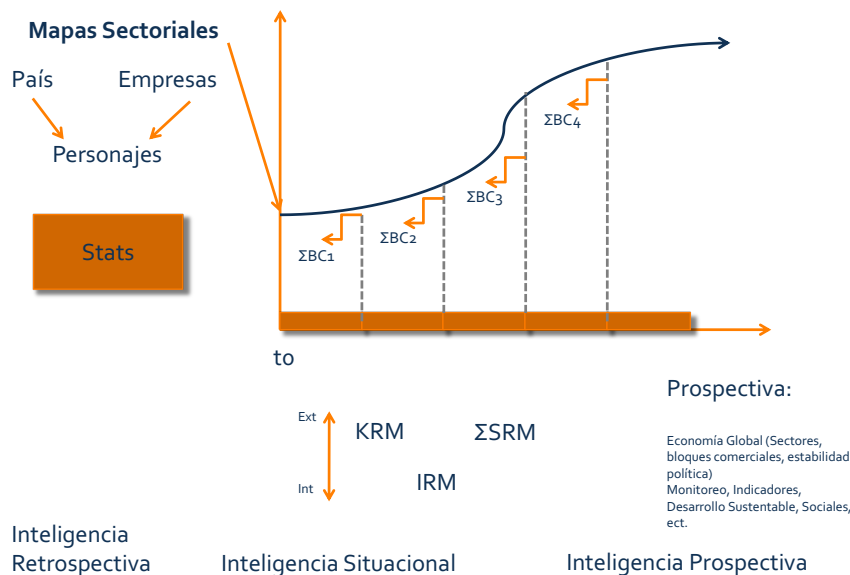
**Recolección.** Una vez definidas las fuentes de información, sigue un proceso de recolección y curaduría de datos de forma que las BD e información recabada se puedan administrar, estructurar, y optimizar para que la información sea útil y se convierta en un activo para la toma de decisiones.

**Análisis de datos fuente.** Este es el proceso que convierte la información en conocimiento estratégico. En este sentido, las preguntas son más importantes que las respuestas, pues definen

las herramientas de análisis que deberán utilizarse y las hipótesis que se desean probar. Es importante comprender que en esta fase se privilegian los temas y dilemas por sobre los problemas y soluciones

**Entrega de productos de información.** El ciclo continúa con la entrega de productos de información para el soporte a la toma de decisiones, es aquí en donde las hipótesis se confirman o no, y se da sustento a las líneas estratégicas definidas. Esta fase también genera los materiales y documentos que darán soporte a la memoria corporativa y el cuerpo de conocimiento (Body of Knowledge – BOK).

**Aplicar resultados de inteligencia.** La inteligencia solo es útil si ayuda a definir la estrategia y da soporte a la toma de decisiones. El proceso de inteligencia es el aglutinador de la estrategia (mapa de ruta), enlaza el futuro (visión soportada por la inteligencia prospectiva) con el presente (analizado con inteligencia situacional) y documenta el pasado (inteligencia retrospectiva). Este proceso define el conjunto de pasos necesarios para que el ecosistema de innovación camine progresivamente del presente al futuro deseado.



**Evaluación de desempeño.** Todo sistema de inteligencia debe ser evaluado para afinar los instrumentos de análisis y medir los beneficios que confiere al sistema de planeación y toma de decisiones.

**Planeación de actividades de inteligencia.** Las nuevas necesidades, entornos y tendencias requieren la actualización de objetivos, que, al contrastarlos con los resultados de la evaluación del ciclo anterior, definen las nuevas hipótesis y métodos de análisis.

Los resultados de inteligencia permiten que en esta primera fase se afine el alcance y la visión del ecosistema de innovación y, se defina una primera versión de la estrategia a partir del análisis de los hallazgos y recomendaciones. Los descubrimientos se traducirán en un conjunto de propuestas y estrategias, que permitan aprovechar las tendencias tecnológicas y sociales para mejorar el valor agregado de los ecosistemas nacionales, y mejorar las condiciones de sus habitantes. Las principales interrogantes que podrían guiar las hipótesis en esta fase son:

- ¿Qué enfoques de política pueden estimular la adopción y el uso de las tecnologías emergentes de manera más efectiva? ¿Cómo se pueden fomentar las inversiones complementarias en habilidades y cambio organizacional?
- ¿Cómo pueden las políticas de innovación tener mejor en cuenta la heterogeneidad de sectores, organizaciones, gobiernos e individuos?
- ¿Cómo se pueden coordinar las iniciativas entre los sectores público y privado para fomentar los mercados líderes a fin de garantizar que los grupos de innovación aprovechen sus puntos fuertes comparativos al tiempo que benefician al sector público?
- ¿Qué se puede hacer para facilitar la transformación de los sectores tradicionales a través de la innovación?
- ¿Cómo pueden los encargados de formular políticas y estrategias evaluar la necesidad y la adecuación de los marcos reglamentarios y normativos existentes para respaldar la ampliación de las innovaciones?
- ¿Qué enfoques pueden ayudar a garantizar que la difusión de las tecnologías vaya acompañada del desarrollo de habilidades necesarias para su uso efectivo?
- ¿Qué enfoques pueden ayudar a las personas a identificar y desarrollar las habilidades que necesitan en el mundo digital y recibir reconocimiento por las habilidades adquiridas a través de la educación formal y el aprendizaje informal?

- ¿Qué enfoques pueden fomentar mejor la difusión y el uso de las nuevas herramientas habilitadas por las tecnologías digitales para promover el desarrollo de habilidades oportunas, relevantes y efectivas?
- ¿Cuáles son las funciones del gobierno, las empresas, los sindicatos y la academia en la promoción de la inversión en tecnologías, adopción digital e innovación? ¿Qué políticas pueden permitir a las empresas jóvenes e innovadoras prosperen y desarrollen nuevos puestos de trabajo?
- ¿Qué políticas pueden ayudar a los trabajadores desplazados por la creciente digitalización, a encontrar empleo y desarrollar una carrera profesional de forma significativa, satisfactoria y bien pagada?
- ¿Qué opciones de política son más prometedoras para aprovechar las oportunidades de empleo creadas por la economía digital y empresas habilitadas, promoviendo al mismo tiempo la calidad del empleo, el desarrollo de habilidades y la seguridad del mercado laboral?

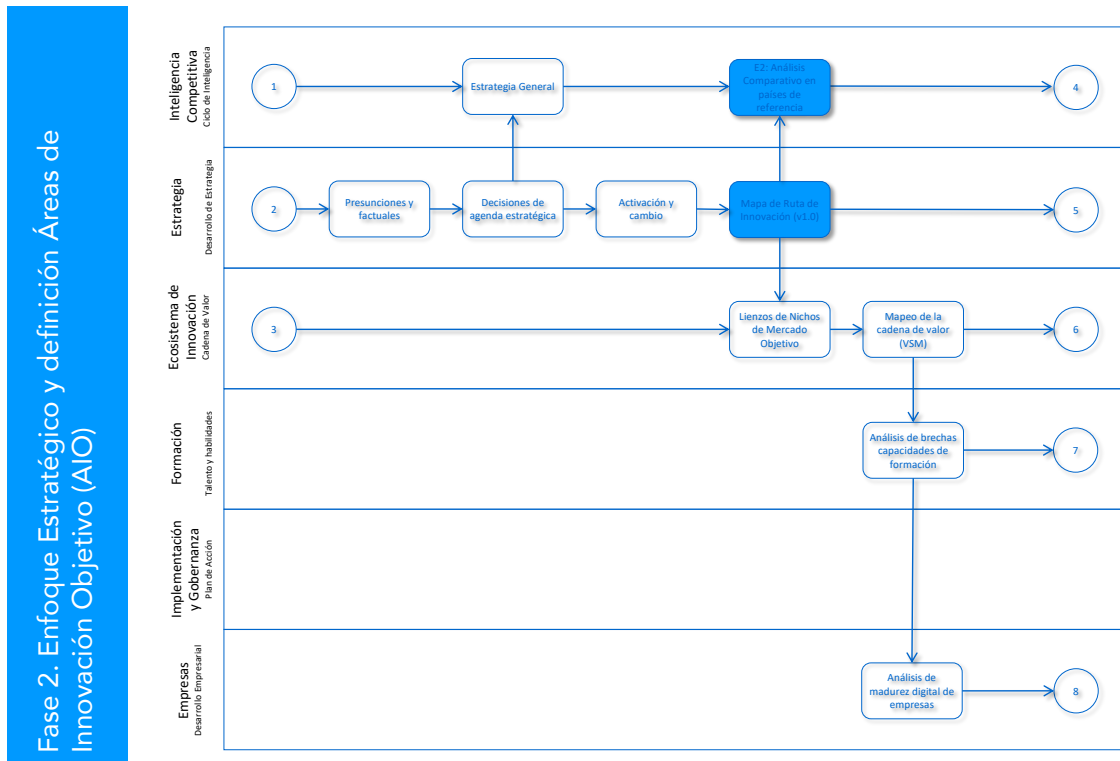
Esto define un conjunto de presunciones que dan soporte al enfoque estratégico. Es importante considerar que las estrategias se diseñarán para que, de forma conjunta con los planes sectoriales y regionales, logren crear condiciones para mejorar la competitividad del país y aumentar el valor agregado de los productos y servicios de las empresas mexicanas.

Es importante considerar la alineación de las propuestas locales con las estrategias nacionales, por lo que es altamente recomendable revisar a profundidad los planes nacionales e internacionales relacionados. Como p. Ej.:

- Mapas de ruta y estrategias nacionales de los sectores seleccionados (Gobierno Federal),
- Mapa de Ruta de i4.0 para México: *“Crafting the Future”*,
- Mapa de Ruta de Internet de las Cosas,
- Mapa de Ruta del Sector Aeroespacial,
- Mapa de Ruta de Industrias Creativas Digitales,
- Mapa de Ruta de Diseño Ingeniería y Manufactura Avanzada,
- Y otros relacionados.



## Enfoque estratégico y definición de Áreas de Innovación Objetivo (AIO)



En esta fase, el principal objetivo es definir el Mapa de Ruta del ecosistema de innovación y de la cadena de valor. Para la definición de hitos estratégicos, es importante que en el mapa se identifiquen claramente las principales brechas que separan al ecosistema de innovación del estado deseado. Para el desarrollo de esta fase, es necesario crear un grupo de confianza regional que valide la estrategia inicial y apoye con su visión el desarrollo del mapa de ruta.

Como mencionamos previamente, a partir del análisis documental y la definición de un modelo básico de inteligencia competitiva, se generarán las primeras hipótesis (presunciones fácticas) sobre el impacto de las tecnologías exponenciales y tendencias sociales en el ecosistema de

innovación local. La traducción de estas hipótesis en un conjunto de decisiones de agenda estratégica, conforma una propuesta inicial (Mapa de Ruta Abreviado - Fast Roadmap). Este mapa

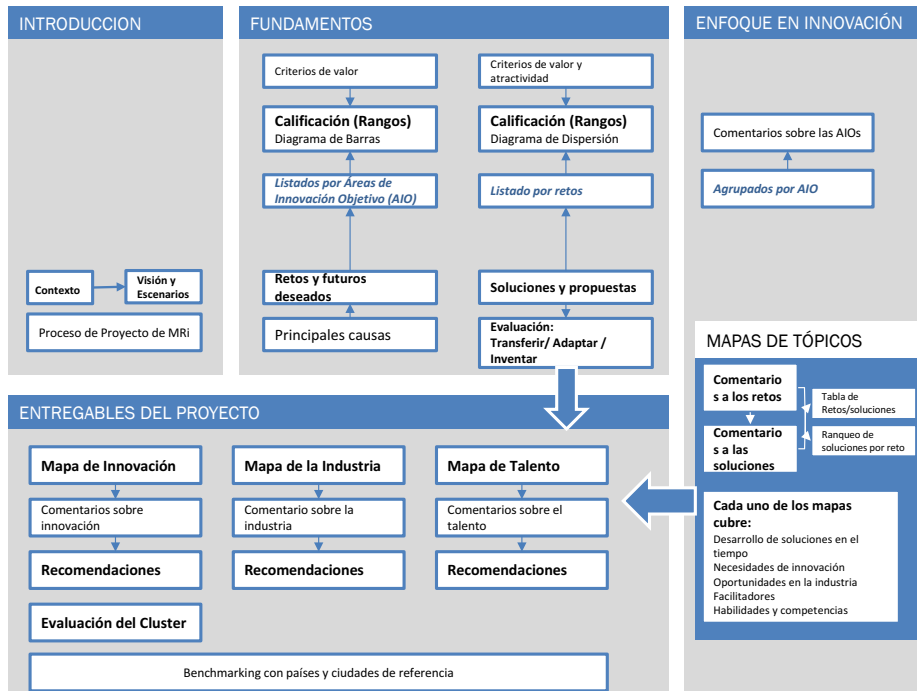


Ilustración 1. Proceso general para desarrollo de Mapa de Ruta

permitirá alinear las conversaciones y propuestas del grupo de confianza en torno a temáticas y áreas predefinidas, haciendo el proceso de desarrollo del mapa de ruta más eficiente.

Al igual que el grupo de trabajo inicial, el grupo de confianza deberá representar al ecosistema de innovación regional, ahora incluyendo especialistas de las temáticas de especialización definidas en la fase anterior.

La conformación de un Grupo de confianza de alto nivel encargado del sector y comprometido con las acciones derivadas de una propuesta estratégica, es una de las principales ventajas de la metodología. Al reunir a los principales actores de la industria se abre la oportunidad de compartir información, perspectivas y enfoques para crear una visión común.

Otro beneficio es el establecimiento de canales de comunicación entre los actores, un sistema de gestión de conocimiento que funcione como una base común para desarrollar la estrategia de la industria.

El Mapa de Ruta es una herramienta utilizada con éxito en países como Canadá, el Reino Unido y Japón. Por su cualidad de activar la triple hélice (academia, industria y gobierno) en la definición de objetivos centrados en la generación de valor, esta metodología se presenta como

la mejor herramienta de planeación, debido a su capacidad potencial de soporte tecnológico y estratégico.

- Redes de transferencia de conocimiento del Reino Unido. En esta liga se podrán encontrar las redes y grupos de trabajo para el desarrollo de mapas de ruta para sectores estratégicos del Reino Unido. <https://ktn.innovateuk.org>
- Para tener acceso a los mapas de ruta, el registro es gratuito, pudiendo acceder desde la siguiente dirección al mapa de ruta desarrollado por el Reino Unido para el sector aeroespacial. <https://ktn.innovateuk.org/web/national-aerospace-technology-strategy-nats/articles/-/blogs/195269/maximized>
- En el portal de Industry Canada se podrán encontrar tanto las guías de implementación y evaluación de mapas de ruta, como ejemplos de mapas ya desarrollados desde 1996. [http://www.ic.gc.ca/eic/site/trm-crt.nsf/eng/h\\_rm00049.html](http://www.ic.gc.ca/eic/site/trm-crt.nsf/eng/h_rm00049.html)
- El ejemplo más claro de mapas de ruta para el desarrollo de política industrial se podrá observar en el caso japonés, pero el único disponible en inglés es el de energía sustentable, que podrá ser encontrado en la siguiente dirección:  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/english/doc/low\\_carbon\\_tec\\_plan/ref\\_roadmap1.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/english/doc/low_carbon_tec_plan/ref_roadmap1.pdf)

El Mapa de Ruta es una herramienta desarrollada por el Centro de Administración de Tecnología de la Universidad de Cambridge, para formular, instrumentar y comunicar una estrategia centrada en la innovación. En este mapa se describen el entorno, las tendencias y los factores críticos de éxito que favorecen el desarrollo del plan. En su versión actual, la metodología se ha adaptado para su implementación en el desarrollo de ecosistemas de innovación por parte de CIMAA/Knoware.

# MAPA DE RUTA INDUSTRIA 4.0

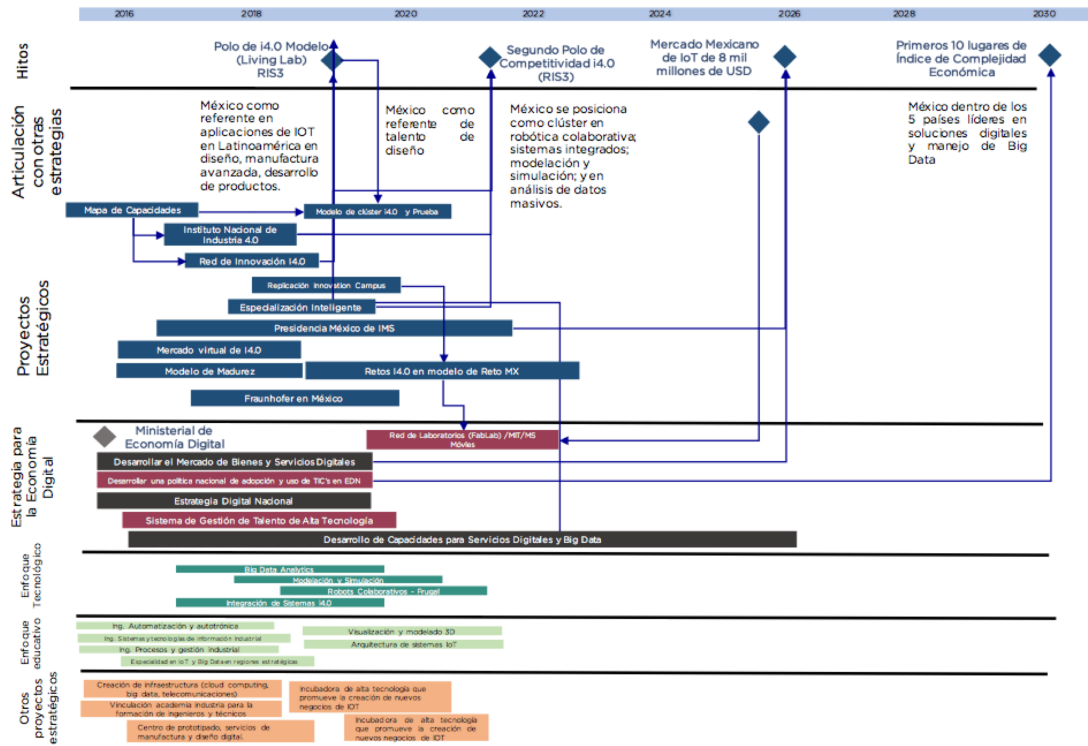


Ilustración 2 Mapa de Ruta de Industria 4.0 en México: Crafting the future.

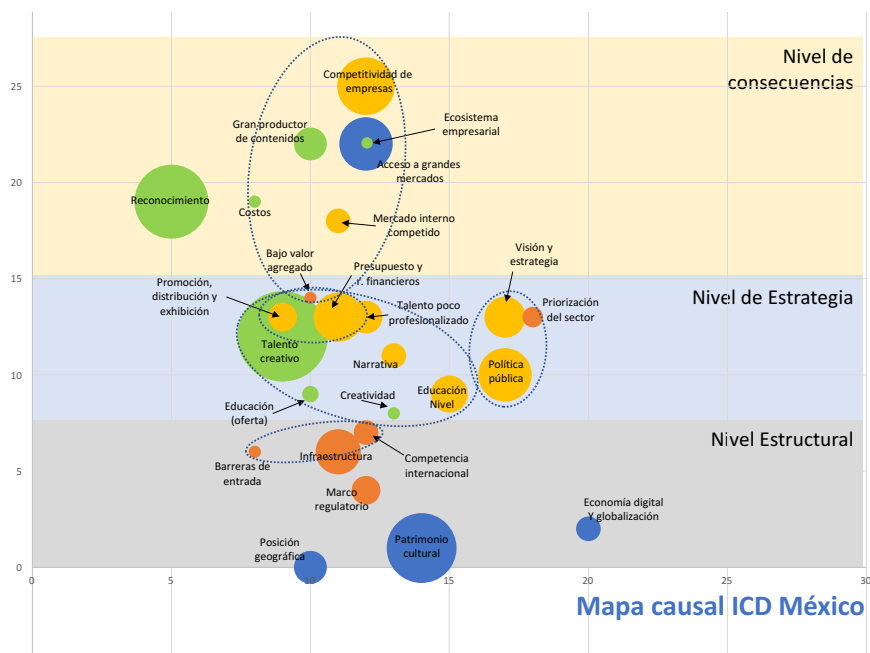
Un mapa de ruta es útil para formular una estrategia sectorial colaborativa centrada en la innovación; se utiliza cada vez con más frecuencia por empresas, industrias, clústeres o países. Se basa en la representación gráfica de un plan sectorial sustentado en hitos estratégicos que nos permitan definir en el tiempo las acciones y los recursos necesarios para su implementación. Esta representación ofrece un marco para contestar preguntas tales como: ¿dónde está actualmente la industria? ¿a dónde quiere llegar? y ¿qué se necesita para llegar a donde se quiere? Los Mapas de Ruta (MR) pueden adoptar varias formas, la más común consiste en una gráfica a lo largo del tiempo (eje horizontal) y un conjunto de actividades e hitos típicamente agrupados por temas. En esta representación se pueden observar las relaciones entre los diversos aspectos que garantizan la consecución de un hito estratégico (eje vertical).

Este proceso no pretende predecir el futuro, sino crear una visión compartida y argumentada de los escenarios posibles, que se conforma a partir de un análisis prospectivo del desarrollo

tecnológico, de las capacidades de innovación y los recursos necesarios para llegar a ese destino. Así mismo, es importante resaltar que un sistema de planeación integral es un sistema dinámico y vivo, que deberá modificarse según los cambios en el entorno y los actores, situación que obliga a la revisión periódica y consensual del plan.

La elaboración de un Mapa de Ruta requiere de un análisis de competitividad sectorial, a partir del cual se definan los sectores estratégicos y nichos de especialidad (áreas de Innovación Objetivo – AIO) que se apoyarán de manera especial.

Una vez validadas las AIO y contrastadas con el análisis de tendencias tecnológicas y sociales, el grupo de confianza define un catálogo de retos y futuros deseados (Hitos estratégicos). Es recomendable agrupar los retos e hitos con arreglo a su alineación estratégica con el Mapa Causal del análisis de fortalezas y debilidades (FODA) del ecosistema de innovación.



Este análisis permite ligar los retos y futuros deseados con las ventajas y brechas identificadas por el grupo de confianza. En el proceso de agrupación, es posible encontrar ejes de estrategia que se sustentan en las fortalezas y oportunidades regionales y/o minimizan el impacto de las debilidades y amenazas.

La calificación de los retos y futuros deseados según su nivel de impacto sobre el FODA permite asignarles prioridad. Los futuros deseados prioritarios serán los hitos estratégicos del mapa de ruta y definirán el conjunto de proyectos y acciones necesarias para lograrlos.

A partir de la definición del mapa de ruta, las empresas tendrán la oportunidad de formular retos alineados a las prioridades estratégicas del ecosistema de innovación. Los retos se evaluarán por el grupo de confianza. El catálogo de retos y sus prioridades conformarán una bolsa de innovación abierta (ideágora) que se ofertará al ecosistema de innovación.

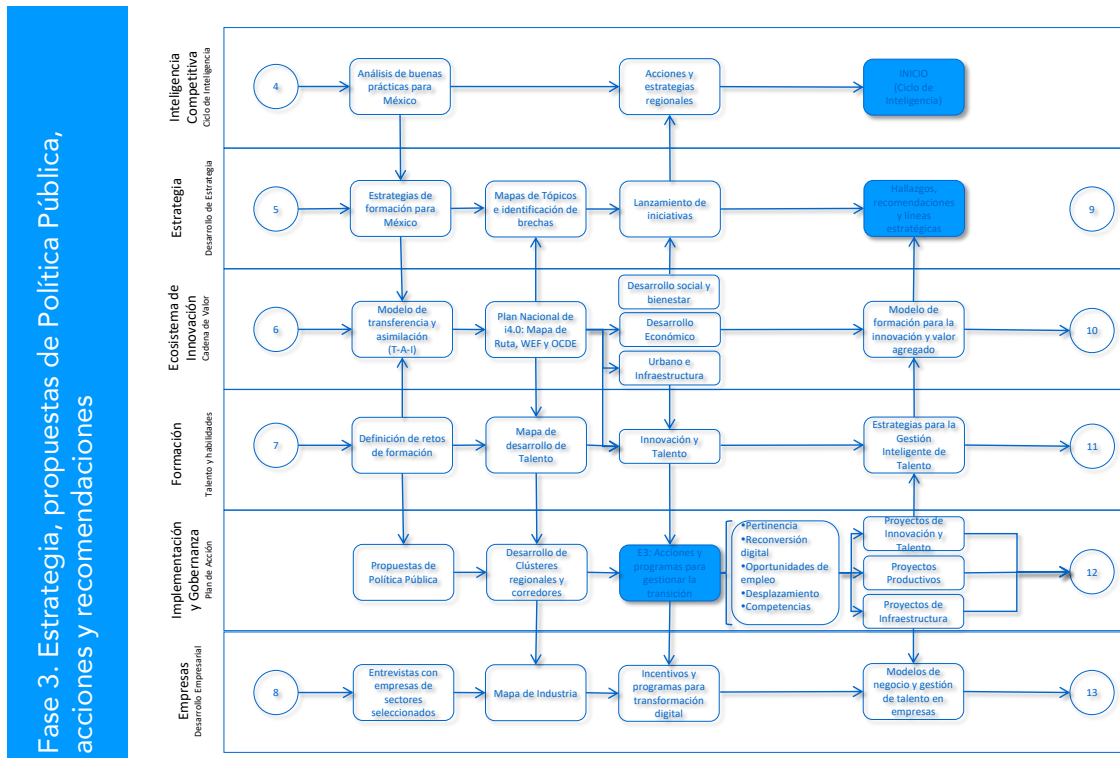
Se puede considerar a una ideágora como un mercado de ideas, un lugar en donde se exponen retos de forma abierta (en algunos casos con premios) y se asocian de forma libre a todos aquellos interesados en postular ofertas de solución. Cada vez más, las ideas y las innovaciones provienen de fuera de los muros de una empresa y los grupos virtuales de talento intervienen para satisfacer la necesidad. El ideágora es un mercado en internet que ofrece a individuos y empresas la posibilidad de beneficiarse de una comunidad de ideas. Proporciona una nueva plataforma para encontrar expertos y soluciones a problemas técnicos o de investigación y desarrollo. Utiliza la idea de crowd-sourcing, algo así como externalización abierta de tareas, para atraer las mentes más brillantes y aprovecharlas en la resolución de problemas.

El Ecosistema de Innovación es un coordinador de ideágoras y plataformas de innovación abierta. Las ideágoras pueden ser de dos tipos: de retos en donde las empresas emiten sus retos (enfoque a la demanda - Market Pull) y se ofrecen posibles premios; y de soluciones en donde profesionales, empresas, centros de innovación y universidades pueden ofertar sus desarrollos tecnológicos y de innovación (enfoque a la Oferta - Market Push) a un mercado abierto. La conexión entre ambos tipos de ideágoras en una misma plataforma puede enlazar oferta y demanda y genera transacciones iniciales.

El primer tipo de premios que otorgarán las ideágoras de retos es la posibilidad de acreditar materias para los estudiantes y la compra de soluciones para las empresas proveedoras.

Tanto los hitos, como los proyectos y retos serán materia para definir la orientación del Mapa de Ruta y los medios para la obtención de recursos de apoyo privados y/o públicos, nacionales e internacionales.

- **Estrategia, propuestas de política pública, acciones y recomendaciones**



Una vez definida la versión inicial del mapa de ruta, los proyectos asociados y las ideógrafas, el se deberá coordinar la puesta en marcha de las estrategias y su plan de acción.

Las brechas identificadas se analizan desde la perspectiva de formación y se emite un primer grupo de recomendaciones para diseño curricular, educación continua y formación en el trabajo. Los retos definidos y publicados en la ideógrafa se ofertan al ecosistema de innovación y se inicia un proceso para la definición de grupos de trabajo y propuestas de solución. Idealmente, los grupos oferentes estarán conformados por personas de diversas instituciones de educación superior y empresas de innovación. La empresa demandante asigna un líder de proyecto que coordinará a los grupos de trabajo.

Los retos de Innovación se analizan con la metodología de transferencia y asimilación TAI (Transferencia-Adaptación-Invención) para definir la mejor estrategia de desarrollo innovador:

- La tecnología no es sinónimo de innovación, es un bloque constructor de una oferta de valor.
- La propuesta de soluciones centradas en diseño, en procesos o en modelo de negocios es válida, aun cuando utilice tecnologías previamente desarrolladas (enfoque de Ingeniería y Design Thinking). Siempre y cuando se garanticen los derechos de propiedad intelectual y se incluyan en el costo de la propuesta.
- La identificación del Nivel de Preparación Tecnológica (Technology Readiness Level – TRL) es útil para valorar la madurez de un proyecto de tecnología y es guía para valorar la inversión necesaria para llevarla a mercado. Es importante enfatizar que las propuestas de solución se evaluarán respecto a su costo total de apropiación (Total Cost of Ownership – TCO) y el nivel de resolución del reto, no únicamente por mérito tecnológico.
- Si la oferta de soluciones para un reto en específico existe en el mercado nacional o internacional a un nivel alto de preparación (TRL 8-9) y a un costo accesible, la solución del reto se da según un modelo de transferencia (T).
- Si las soluciones disponibles en el mercado están a un grado de preparación intermedio (TRL 6-7) o no resuelven de forma directa el reto, pero existen evidencias que muestran su uso potencial, entonces las propuestas de solución al reto se desarrollan según un modelo de adaptación (A).
- Se recurre a un proceso de invención (I) solo en los casos en donde no hay una oferta disponible de soluciones potenciales al reto.

La evaluación de los niveles de preparación tecnológica de la oferta potencial de soluciones, y las estrategias TAI crean un catálogo de proyectos de innovación que serán evaluados para definir cuales tienen mayor viabilidad.

Es importante considerar, que las estrategias estarán diseñadas para que, de forma conjunta con los planes sectoriales y regionales, desarrollen condiciones para mejorar la competitividad del país y aumentar el valor agregado de los productos y servicios de las empresas mexicanas. Es



importante que la identificación de brechas de formación e infraestructura se valide al entrevistar empresas y evaluar su grado de madurez digital y para la innovación, esto permite traducir las estrategias macro en acciones directas de beneficio a las empresas. Por otra parte, permite que progresivamente se suban más empresas a las plataformas de análisis de datos, y generar masa crítica para favorecer las transacciones en las ideágoras y los mercados virtuales de innovación y negocios.

Los resultados de toda esta fase se utilizarán para emitir recomendaciones de política pública (estatal y nacional), que coadyuven al desarrollo del ecosistema de innovación, en especial las relacionadas a fortalecer los mecanismos de financiamiento y articulación productiva, los derechos de propiedad intelectual, las redes y el desarrollo de talento.

Una vez definido el catálogo final de retos, proyectos (tanto estratégicos como de innovación) e hitos, el mapa de ruta incluirá los mapas de tópicos en donde se agrupan las iniciativas por sector o AIO y se completan los mapas de talento, de industria y de innovación. Es importante procurar que estas iniciativas se sumen a las versiones afines de los mapas de ruta nacionales. En especial, el mapa de talento provocará un diálogo entre las instituciones de educación superior y las empresas, para definir una estrategia de formación de profesionales de acuerdo con estos hallazgos.

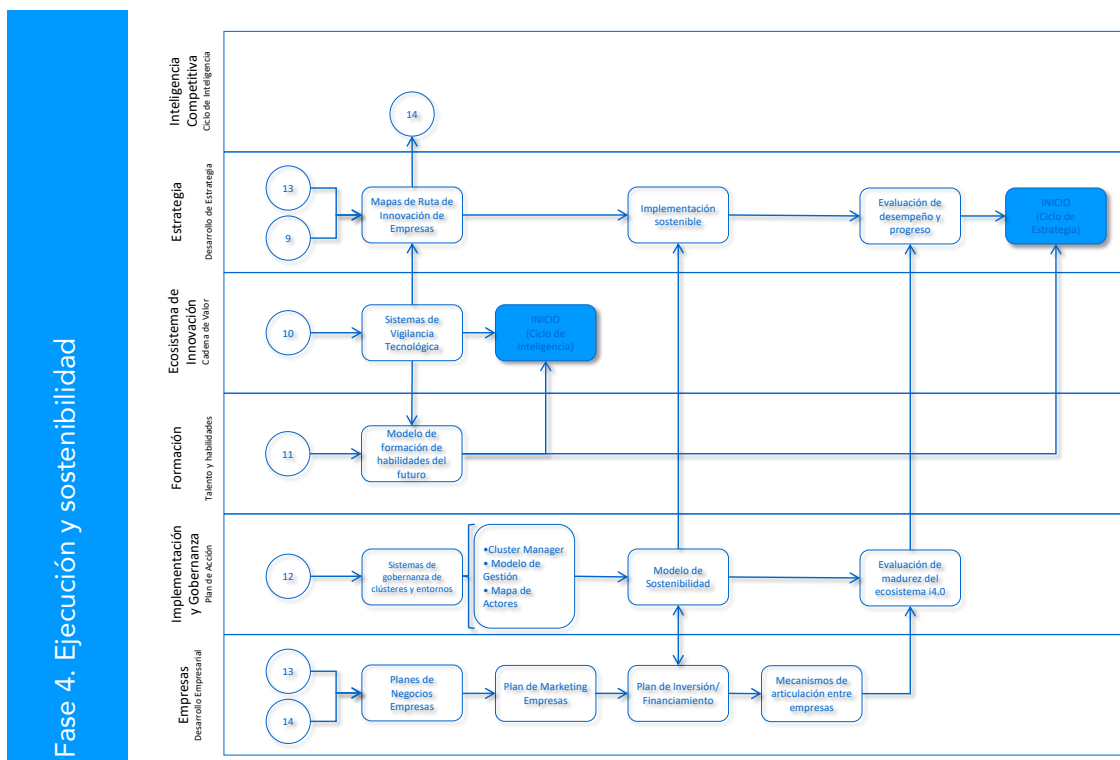
A su vez, los clústeres relacionados a las AIO podrán hacer un ejercicio de alineación estratégica con el mapa de ruta regional. Inclusive, pudiera ser necesario detonar la organización de nuevos clústeres y mecanismos de articulación empresarial de acuerdo con los hallazgos y oportunidades encontrados en el mapa de ruta.

Ya en su fase de implementación, y con las aportaciones de todos los involucrados, el mapa de ruta incluirá estrategias y propuestas para que el ecosistema de innovación detone iniciativas para el desarrollo social y de bienestar, desarrollo económico regional y desarrollo urbano e infraestructura.

Desde la perspectiva de innovación y talento, las instituciones de educación superior e investigación definirán un conjunto de iniciativas necesarias para transitar exitosamente hacia los hitos definidos por el mapa de ruta. Las empresas podrán incluir propuestas de incentivos y mecanismos de fomento que estimen necesarias para su desarrollo.

La evaluación de las iniciativas provenientes de todos estos ámbitos, de acuerdo con un modelo objetivo que considere las opiniones y propuestas de todos los involucrados, permitirá definir un conjunto de proyectos estratégicos prioritarios para desarrollar durante el ciclo de planeación. Es importante mencionar que, por metodología, un mapa de ruta es siempre un borrador, el proceso de planeación dinámica requiere de un proceso de afinación progresiva de metas y proyectos; es por ello, mandatorio mantener un sistema de memoria documental y corporativa que facilite la evaluación y pueda reactivar proyectos e iniciativas, que, bajo otros escenarios, pudieran adquirir relevancia estratégica. Durante todo el proceso se deberán documentar los hallazgos, recomendaciones y líneas estratégicas vigentes.

- **Ejecución y sostenibilidad**



Como en cualquier proceso de planeación prospectiva e implementación, su relevancia reside en la capacidad de los actores por mantener el paso en proyectos de mediano y largo plazo, lograr la ejecución y propuesta colaborativa de iniciativas, y el desarrollo de un sistema gobierno del plan, que garantice transparencia y su guía eficaz.

Bajo un ambiente de cambio tecnológico acelerado y de comportamiento exponencial, la planeación dinámica ofrece una alternativa a los modelos de planeación estratégica que prevén un futuro estático. Pero la eficacia de un modelo dinámico depende de la capacidad del ecosistema de adelantarse a las tendencias, evaluar alternativas y responder rápidamente a las nuevas condiciones del entorno. Por estas razones, es necesario que el modelo se sustente en la vigilancia tecnológica y de tendencias sociales, y ofrezca información estratégica relevante a todos los involucrados en el proceso de planeación.

En la fase final, se definirá un modelo de implementación sustentable de las estrategias del mapa de ruta del ecosistema de innovación. Los resultados del análisis permanente de las implicaciones de las tendencias tecnológicas y sociales permitirán que las empresas interesadas desarrollen estrategias individuales para provocar el cambio, y transitar exitosamente hacia la i4.0. De los resultados de las empresas, depende la sostenibilidad del plan.

## Anexo II. Análisis socioeconómico de Querétaro

Querétaro es una de las entidades federativas de México cuyo potencial económico es amplio, su territorio cuenta con los recursos necesarios para desarrollar cualquier actividad, desde actividades agropecuarias, pasando por la industria de la manufactura y los servicios. Asimismo, el estado cuenta con una ubicación privilegiada que lo acerca con las ciudades más importantes del país, por lo que se convierte en un territorio estratégico y de fácil acceso para el desarrollo de actividades empresariales. Por lo anterior, en años recientes Querétaro se ha convertido en uno de los centros de manufactura más relevantes a nivel nacional, el cual tiene como principales motores la industria automotriz y la aeronáutica. Así, Querétaro se ha convertido no solo en un atractivo para el desarrollo de actividades económicas, sino que también es un referente para las personas que buscan una mejor calidad de vida, sin apartarse de los beneficios que tiene una ciudad.

A continuación, se analizan las características socioeconómicas de Querétaro para brindar un panorama de la situación actual en la que se encuentra el estado, e identificar las vocaciones productivas que lo caracterizan. El objetivo del análisis es reconocer el potencial económico de Querétaro, y cómo el estado puede ser considerado como un nuevo polo de desarrollo para México.

### Perfil sociodemográfico de Querétaro

Querétaro cuenta con una superficie total de 11,649 Km<sup>2</sup>, que representa 0.6% del territorio nacional, por lo que se coloca como una de las entidades federativas más pequeñas de México. El territorio queretano se divide en 18 municipios que se caracterizan por tener climas cálidos y semihúmedos, características que facilitan los asentamientos humanos en la mayor parte del territorio. Actualmente, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) estima que en 2018 Querétaro tendrá un total de 2.2 millones de habitantes, cuya gran mayoría (43.1%) habitará en la capital del estado. Destaca que la mayoría de la población de Querétaro se encuentra en edad productiva, pues 1.5 millones de personas tienen entre 15 a 64 años edad (Tabla X), por lo que el capital humano para desarrollar habilidades y capacidades educativas y económicas es basto.

Fuente: CONAPO. Cifras no coinciden con el total mencionado en la redacción, debido a que los cálculos del CONAPO solo comprenden los grupos de edad que aparecen en la tabla, por lo que el restante puede corresponder al grupo de edad de recién nacidos (de 0 a 2 años).

Con base en los datos del CONAPO<sup>54</sup>, podemos observar que en los últimos diez años la población en Querétaro ha crecido considerablemente, pues entre 2008 y 2018 pasó de 1.7 millones de habitantes a 2.2 millones, lo que representó un aumento del 25.3%, por lo que se coloca como el tercer territorio que registra la mayor tasa de crecimiento poblacional en el periodo analizado. Entre los factores que explican el crecimiento poblacional se encuentra un mayor auge de la economía, un mayor número de empleos<sup>55</sup> y la migración de pobladores de otras ciudades cercanas en busca de oportunidades laborales.

Actualmente, un gran número de la población de Querétaro se encuentra en condiciones de laborar o en busca activa de un empleo; y gran parte de ellas realizan sus actividades en la ciudad de Querétaro. En este aspecto, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), al cuarto trimestre de 2017 la ciudad de Querétaro contaba con una Población Económicamente Activa (PEA) de 412,233 personas. De lo anterior, el 95.6% de la PEA se encuentra ocupada, mientras que el 4.6% restante se encuentra desocupada. Adicionalmente, la ciudad cuenta con un total de 6,303 personas subocupadas, es decir, personas que desean trabajar más horas o que están dispuestas a cambiar su actual empleo por uno con más horas de trabajo<sup>56</sup>.

En comparación con la tasa de desocupación nacional, Querétaro se encuentra entre las siete ciudades con mayor tasa de desempleo en el país (Gráfica X), por lo que los esfuerzos para reducir la tasa de desempleo deben incrementarse para llegar a un nivel óptimo o similar a la tasa nacional. De lograrse esto, el estado contaría con mayores posibilidades de desarrollo, pues al haber más personas ocupadas, se incentivaría el consumo y se reducirían las brechas sociales de la entidad, asegurando una mejor calidad de vida para los habitantes.

---

<sup>54</sup> CONAPO (2018). Proyecciones de la Población de México y las Entidades Federativas, 2016-2050.

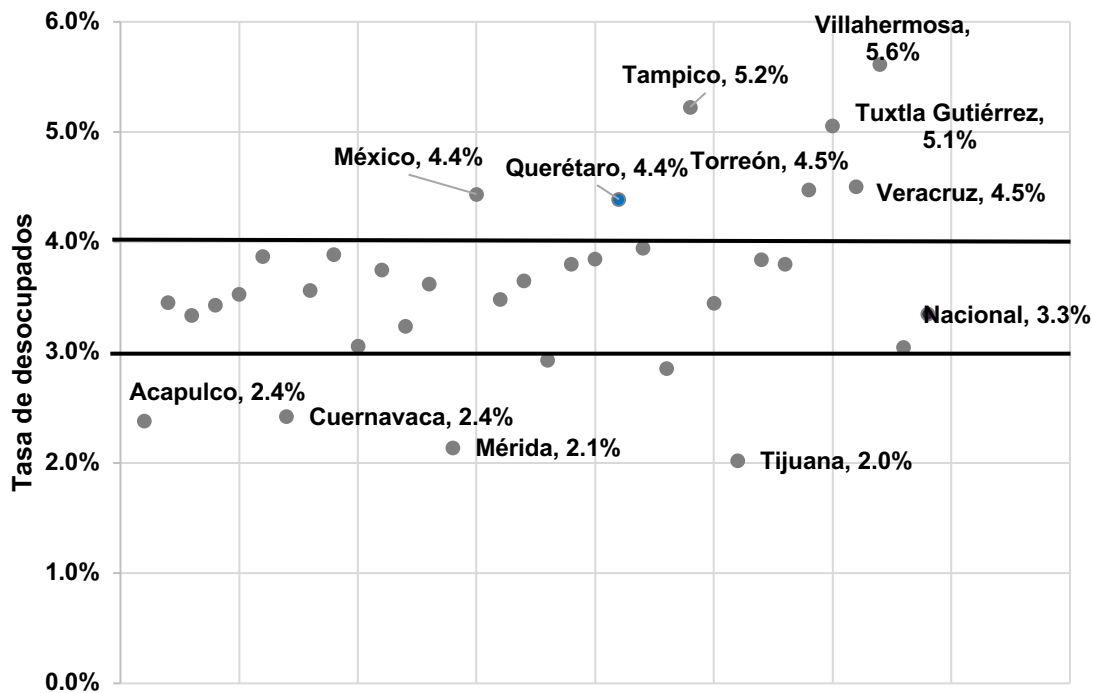
Consultado en internet en la siguiente liga: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>

<sup>55</sup> De acuerdo con los datos de trabajadores registrados ante el Instituto Mexicano del Seguro Social, entre el 2008 y el 2017, se crearon 223,159 empleos.

<sup>56</sup> International Labour Organization (s/f). Tasa de subocupación por insuficiencia de tiempo de trabajo.

Consultado en internet en la siguiente liga: [http://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/description\\_TRU\\_SP.pdf](http://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/description_TRU_SP.pdf)

## Comparativo de desempleo por principales ciudades, 2017



Fuente: INEGI. Se utilizó la palabra "México" para hacer referencia al Estado de México.

### Perfil productivo de Querétaro

Querétaro es una de las entidades de la República Mexicana en donde se puede realizar cualquier tipo de actividad económica, desde el cultivo de alimentos, la manufactura de bienes de alto valor agregado y la prestación de servicios especializados, por lo que el potencial económico del estado es vasto y diverso. Según cifras del INEGI, en 2016 Querétaro aportó el 2.3% del Producto Interno Bruto (PIB) de México, cifra inferior en comparación de entidades como Nuevo León o Jalisco. Si bien el tamaño de la economía de Querétaro tiene una baja participación a nivel nacional, destaca que fue una de las tres entidades que registraron un mayor crecimiento entre 2003 y 2016 (Tabla X). Con una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 4.7%, Querétaro se posicionó como uno de los centros económicos con mayor dinamismo a nivel nacional.

**Tabla II.1**

**Principales estados con crecimiento y decremento económico en México, 2003-2016**

Con mayor crecimiento		Con menor crecimiento	
Entidad	Var. % PIB 2003-2016	Entidad	Var. % PIB 2003-2016
Quintana Roo	82.6%	Tlaxcala	17.7%
<b>Querétaro</b>	<b>82.0%</b>	Chiapas	16.8%
Aguascalientes	79.5%	Campeche	-42.3%

Fuente: INEGI.

Gran parte del éxito económico de Querétaro se debe a la actividad registrada en el sector agrícola y de manufactura en recientes años. En cuanto al primer segmento, en Querétaro las actividades agropecuarias representan el 1.6% del PIB del estado y emplean al 3.1%<sup>57</sup> de los trabajadores a nivel local, de acuerdo con cifras del INEGI y la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), respectivamente. No obstante, el sector primario de esta entidad ha registrado un repunte en su productividad en los últimos años. Entre los factores que explican esta situación se encuentra el impulso de actividades cuyas materias primas se obtienen del campo, así como por la actividad turística. Ejemplo de lo anterior es la industria vitivinícola y del queso, en la cual participan 19 viñedos y tiene presencia en nueve municipios de la entidad<sup>58</sup>, que ha detonado la producción y cultivo de productos como las uvas y la zarzamora<sup>59</sup>, por mencionar algunos. Estas iniciativas han impactado favorablemente al sector laboral, debido a que el total de empleos creados en el sector agropecuario durante el periodo 2007-2017 fue 8,951<sup>60</sup>.

<sup>57</sup> El dato se estimó a partir del número de trabajadores asegurados en el IMSS, que reporta la STPS por actividad económica y entidad federativa.

<sup>58</sup> Secretaría de Turismo del estado de Querétaro (2018). Ruta arte, queso y vino. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://queretaro.travel/es/region/5/ruta-arte-queso-y-vino/>

<sup>59</sup> Secretaría de Desarrollo Sustentable (2018). Anuario Económico/Querétaro Competitivo 2017. P.152. Consultado en internet en la siguiente liga:

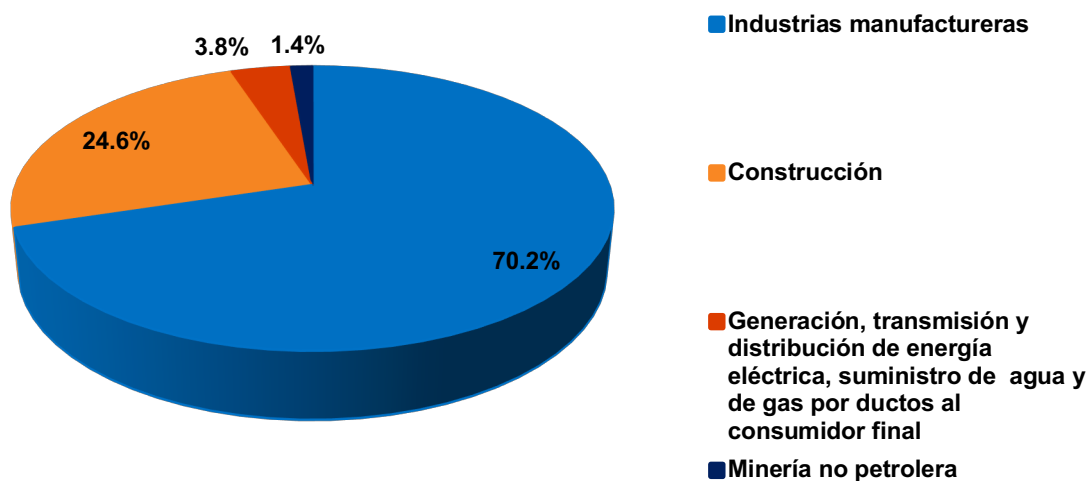
<http://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=0P7NpleTMww3HR5p8WDNH+uEt5B3ifl94/GBSxbgl7w=>

<sup>60</sup> STPS (2018). Trabajadores Asegurados en el IMSS por Entidad Federativa. Consultado en internet en la siguiente liga: [http://siel.stps.gob.mx:303/lbmcognos/cgi-bin/cognos.cgi?b\\_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=XSSSTART\\*2fcontent\\*2ffolder\\*5b\\*40name\\*3d\\*27Sitio\\*20STPS\\*27\\*5d\\*2ffolder\\*5b\\*40name\\*3d\\*271.\\*20Asegurados\\*20en\\*20el\\*20IMSS\\*27\\*5d\\*2freport\\*5b\\*4](http://siel.stps.gob.mx:303/lbmcognos/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=XSSSTART*2fcontent*2ffolder*5b*40name*3d*27Sitio*20STPS*27*5d*2ffolder*5b*40name*3d*271.*20Asegurados*20en*20el*20IMSS*27*5d*2freport*5b*4)

La industria manufacturera es otra fuente de desarrollo vital para Querétaro (Gráfica II.1), pues en la entidad se han asentado empresas transnacionales para realizar sus operaciones, en actividades como la manufactura de equipo de transporte, electrodomésticos o la fabricación de productos metálicos. Asimismo, destaca la actividad de la industria alimentaria debido a que ha logrado encadenar al sector agrícola local para ofrecer productos procesados con alto valor agregado, situación que ha conllevado a la creación de economías de escala locales e internacionales. Considerando estos elementos, se puede decir que las vocaciones productivas de la industria manufacturera queretana se han diversificado y ha tomado mayor relevancia para la entidad, haciendo que dicha actividad genere el 70.2% del PIB del sector secundario. En este aspecto, destaca que en Querétaro se ha conformado un ecosistema manufacturero robusto y con un amplio potencial en áreas como innovación, investigación y desarrollo, características que serán torales para enfrentar nuevos retos productivos y mejorar la competitividad del estado.

**Gráfica II.1**

**Principales actividades del sector secundario de Querétaro, 2016**



Fuente: INEGI.

[0name\\*3d\\*27Trabajadores\\*20Asegurados\\*20al\\*20IMSS\\*20por\\*20Entidad\\*20Federativa\\*27\\*5dXSSSEND&ui.name=XSSSTARTTrabajadores\\*20Asegurados\\*20al\\*20IMSS\\*20por\\*20Entidad\\*20FederativaXSSSEND&run.outputFormat=&run.prompt=true](#)



Por peso económico, la fabricación de maquinaria y equipo; equipo de cómputo; y aparatos eléctricos-electrónicos (actividades consideradas en los códigos 333 a 336, del Sistema de Clasificación de América del Norte 'SCIAN'), son las más importantes entre las actividades de manufactura, pues representa el 42.8% del PIB manufacturero de Querétaro (Tabla II.1). Gran parte de la estructura productiva que se ha formado en torno a esta industria se debe a los asentamientos de empresas del sector aeroespacial y automotriz como Bombardier, Continental, Safran, Faurecia y Olsa, que han encontrado en la entidad un sitio estratégico para desarrollar sus actividades<sup>61</sup>. Gracias a esto se ha constituido un ecosistema de proveedores robusto y especializado, que integra empresas locales y extranjera. Estos son algunos de los factores que han impulsado a las actividades clasificadas en el código 333 al 336 en Querétaro, por lo que se ha convertido en uno de los motores económicos para la entidad. En este aspecto, se puede observar que de 2003 a 2016, dicha industria pasó de representar el 29.6% al 42.8% del PIB manufacturero, lo que representó una TMCA de 7.3% en el periodo mencionado (Gráfica X). Esta situación ha permitido que Querétaro sea considerado como un centro de manufactura estratégico de calidad, por lo que algunas empresas como Continental<sup>62</sup> han inaugurado centros de investigación e innovación especializados.

---

<sup>61</sup> CONTRERAS, Alan (2017). Querétaro, tercer lugar nacional en facturación de autopartes: INA. El Financiero. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/queretaro-tercer-lugar-nacional-en-facturacion-de-autopartes-ina>

<sup>62</sup> Secretaría de Economía (2018). La empresa de Continental inaugura en Querétaro su Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.gob.mx/se/prensa/la-empresa-continental-inaugura-en-queretaro-su-centro-de-investigacion-desarrollo-e-innovacion?idiom=es>

**Tabla II.2**

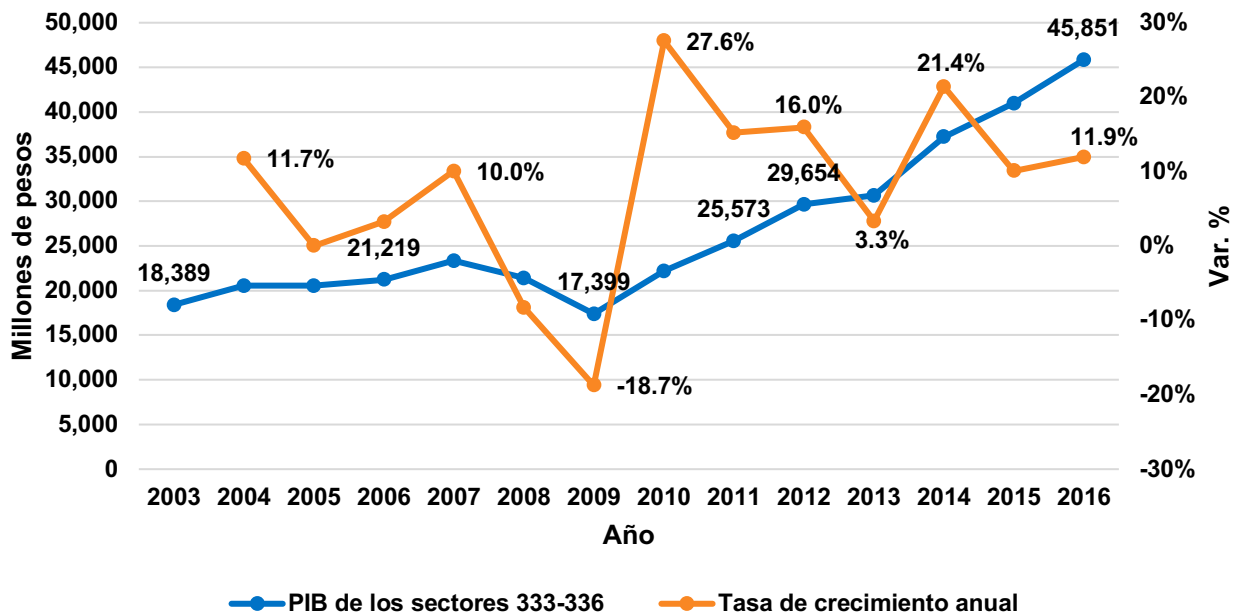
<b>Actividad</b>	<b>Código SCIAN</b>	<b>% de part. en el PIB de manufactura</b>
Fabricación de maquinaria y equipo; Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos	333-336	42.8%
Industria alimentaria	311	19.4%
Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón; Industria química; Industria del plástico y del hule	324-326	12.8%
Industrias metálicas básicas; Fabricación de productos metálicos	331-332	7.3%
Industrias del papel; Impresión e industrias conexas	322-323	6.1%
Industria de las bebidas y del tabaco	312	2.5%
Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	315-316	2.4%
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	327	2.4%
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles; Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	313-314	2.0%
Otras industrias manufactureras	339	1.0%
Fabricación de muebles, colchones y persianas	337	0.8%
Industria de la madera	321	0.5%

**Actividades de manufactura en Querétaro, 2016**

Fuente: INEGI.

## Gráfica II.2

### Evolución de las industrias 333-336 en Querétaro, 2003-2016



Fuente: INEGI. Cifras corresponden a millones de pesos a precios constantes de 2013.

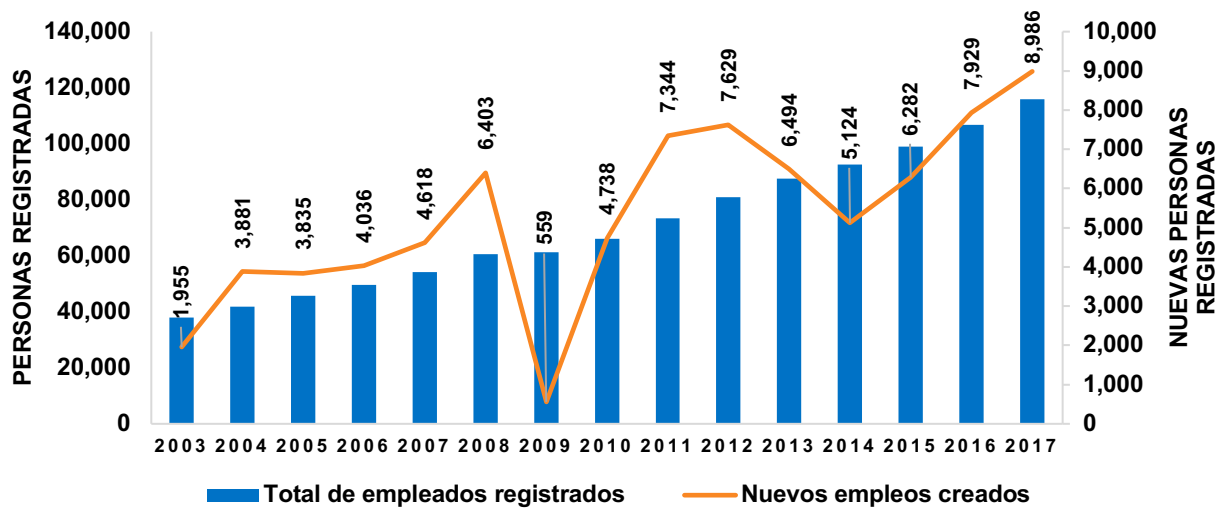
Si bien la fabricación de maquinaria y equipo de transporte, de cómputo y de aparatos eléctricos-electrónicos es la más representativa, también se debe mencionar la aportación de la industria alimentaria, en donde destacan la fabricación de dulces y botanas, así como la elaboración de productos lácteos. De esta forma, la industria alimentaria de Querétaro funge un papel importante para el desarrollo de la entidad pues, como se mencionó anteriormente, esta se encadena en diversas escalas con el sector agropecuario local, lo que genera un efecto de tracción por que emplea de forma indirecta a campesinos y productores de la región al consumir los productos que en el territorio se cultivan.

Como consecuencia del engrosamiento de la estructura empresarial (agrícola y manufacturera), así como del incremento de la población en Querétaro en los últimos 10 años, la demanda de servicios especializados también aumentó. De esta forma, el sector terciario también incrementó su participación en la estructura productiva de la entidad, pues de acuerdo con cifras de INEGI, su PIB se incrementó 82.9% entre 2003 y 2016. Esto se reflejó en una mayor demanda de capital humano especializado, logrando abrir nuevas oportunidades laborales en la entidad. En este

aspecto, y con base en datos del a STPS, podemos decir que tan solo en el rubro de servicios para empresas personas y el hogar, se crearon 77,858 empleos durante 2003 a 2017 (Gráfica II.3).

### Gráfica II.3

**Histórico de trabajadores registrados en Querétaro en servicios para empresas, personas y el hogar, 2003-2016**



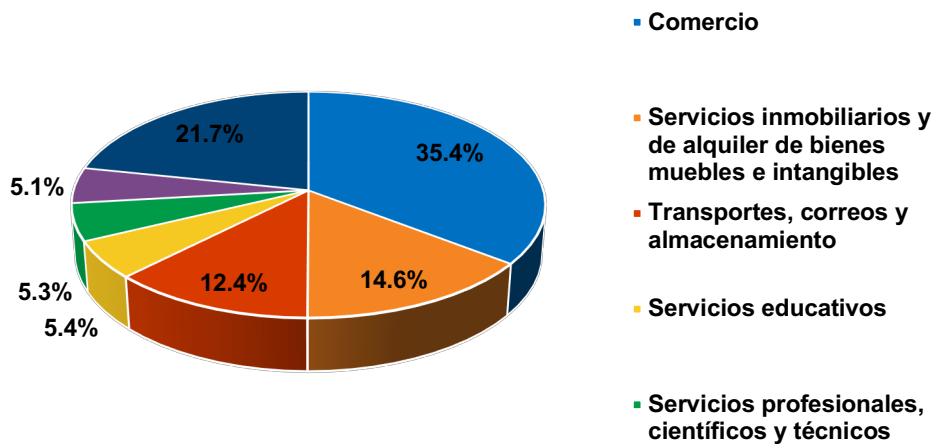
Fuente: STPS.

Al igual que en diversas ciudades del mundo, el comercio es la principal actividad económica del sector servicios en Querétaro (Gráfica II.4). El comercio juega un papel fundamental para cualquier economía, debido a que, por lo general, los comerciantes adquieren los productos de las plantas o compañías fabricantes para posteriormente ofrecerlos a los consumidores, es decir, son los encargados de colocar los productos el mercado local. En este aspecto, la demanda de bienes se satisface mediante la participación de los intermediarios (comerciantes) que pueden adquirir grandes cantidades de productos para comercializarlas al por mayor o al por menor, dependiendo del nicho de mercado al que se enfoca y de sus capacidades.

La segunda actividad más importante son los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles e intangibles, segmento cuyo crecimiento se relaciona con el desarrollo de la industria manufacturera y el incremento de la población en el estado, debido a que estos factores han

conllejado a una mayor demanda de hogares<sup>63</sup> y espacios industriales que permitan alojar a los nuevos pobladores, así como a las nuevas empresas que se asientan para realizar sus actividades (renta de naves industriales o de oficinas corporativas<sup>64</sup>). Por lo anterior, en Querétaro se han realizado diversos proyectos inmobiliarios no solo cumplen con la demanda, sino que incorporan nuevas tecnologías y conceptos innovadores que se adecuen a las necesidades la población. De esta forma, la entidad se ha convertido en uno de los mercados más atractivos para desarrollar proyectos inmobiliarios sustentables e inteligentes<sup>65</sup>.

**Gráfica II.4**



### Estructura del sector servicios de Querétaro, 2016

Fuente: INEGI.

Como se puede observar, el crecimiento económico de todos los sectores económicos de Querétaro ha hecho de la entidad un creador de riqueza nacional, lo que impacta significativamente en diversos rubros socioeconómicos. Una de estas variables es el empleo,

<sup>63</sup> Secretaría de Desarrollo Sustentable (2018). Anuario Económico/Querétaro Competitivo 2017. P. 61. Consultado en internet en la siguiente liga:

<http://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=0P7NpleTMww3HR5p8WDNH+uEt5B3ifl94/GBSxbgl7w=>

<sup>64</sup> Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios (2016). Panorama inmobiliario. Dinámica de la industria: México 2016. P. 17. Consultado en internet en la siguiente liga: [https://grupo4s.com/wp-content/uploads/2016/04/panorama\\_inmobiliario\\_2016-adi-grupo4s.pdf](https://grupo4s.com/wp-content/uploads/2016/04/panorama_inmobiliario_2016-adi-grupo4s.pdf)

<sup>65</sup> CONTRERAS, Alan (2017). Crece competencia en mercado de oficinas en Querétaro. El Financiero. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/crece-competencia-en-mercado-de-oficinas-en-queretaro>

debido a que, con el asentamiento de nuevas industrias, y la diversificación de las actividades de manufactura, se han abierto nuevas oportunidades de desarrollo profesional cercanas a la zona centro del República Mexicana, lo que ayuda a la desconcentración de fuerza laboral de la zona. En este sentido, tan solo en los últimos 10 años en Querétaro se han creado 234,245 empleos, por lo que se colocó como el sexto estado (Tabla X) con el mayor número de empleos creados a nivel nacional, en el periodo señalado

**Tabla II.3**

**Principales entidades con el mayor número de empleos creados, 2007-2017**

<b>Entidad</b>	<b>Empleos creados</b>	<b>Var. % 2007-2017</b>
Distrito Federal	854,048	34.5%
Jalisco	497,376	41.9%
Nuevo León	443,559	40.3%
México	379,819	33.1%
Guanajuato	348,505	59.4%
<b>Querétaro</b>	<b>234,245</b>	<b>76.3%</b>

Fuente: STPS. Se utilizó la palabra "México" para hacer referencia al Estado de México.

Podemos percatarnos que Querétaro cuenta con las condiciones para convertirse en un polo de desarrollo a nivel nacional, a la altura de ciudades como Monterrey, Guadalajara, Puebla y la Ciudad de México, pues ha logrado explotar las ventajas comparativas que posee a la vez que ha enarbolado un ecosistema productivo complejo con cadenas de suministro sólidas. Al contar con industrias robustas y en crecimiento, capaces de encadenarse con otras actividades y productores locales e internacionales en todos los sectores económicos, se ofrecen más oportunidades de desarrollo para cada región de la entidad, por lo que las brechas y fenómenos socioeconómicos (violencia o desigualdad, por mencionar algunas) podrían reducirse considerablemente. Ante esta situación, es importante contar con estrategias de desarrollo para afrontar los nuevos paradigmas productivos que conlleva la Industria 4.0 y la economía digital, pues de lograrlo, Querétaro aprovechará las oportunidades derivadas de ellas, a la vez que incrementa su productividad mediante la innovación y el desarrollo tecnológico. En este sentido,

si se cuenta con herramientas de planeación estratégica y visión de futuro, Querétaro se posicionaría como un caso de éxito que puede ser replicable para otros estados del país.

### Exportaciones del sector manufacturero de Querétaro

Derivado del desarrollo de la industria automotriz, aeroespacial y de la alimentaria, la participación de las empresas establecidas en Querétaro (locales y extranjeras) en el comercio exterior se incrementó considerablemente. De acuerdo con cifras de INEGI y el Banco de México (BANXICO), en 2007 las exportaciones manufactureras de Querétaro solo representaron el 1.5% de las exportaciones totales de manufactura de México (Tabla X). No obstante, debido al crecimiento de la actividad industrial en la entidad, la participación de las exportaciones queretanas en el total nacional se duplicó, pues para 2016 estas representaron el 3.1% del total nacional.

**Tabla II.4**

#### Evolución de las exportaciones de Querétaro, 2007-2016

Año	Exportaciones totales* México (A)	Exportaciones totales* Querétaro (B)	% de part. (B/A)
2007	219,709	3,397	1.5%
2008	230,882	4,045	1.8%
2009	189,698	3,447	1.8%
2010	245,745	4,574	1.9%
2011	278,617	6,027	2.2%
2012	301,994	7,349	2.4%
2013	314,573	8,125	2.6%
2014	337,297	9,120	2.7%
2015	339,975	10,378	3.1%
2016	336,081	10,331	3.1%

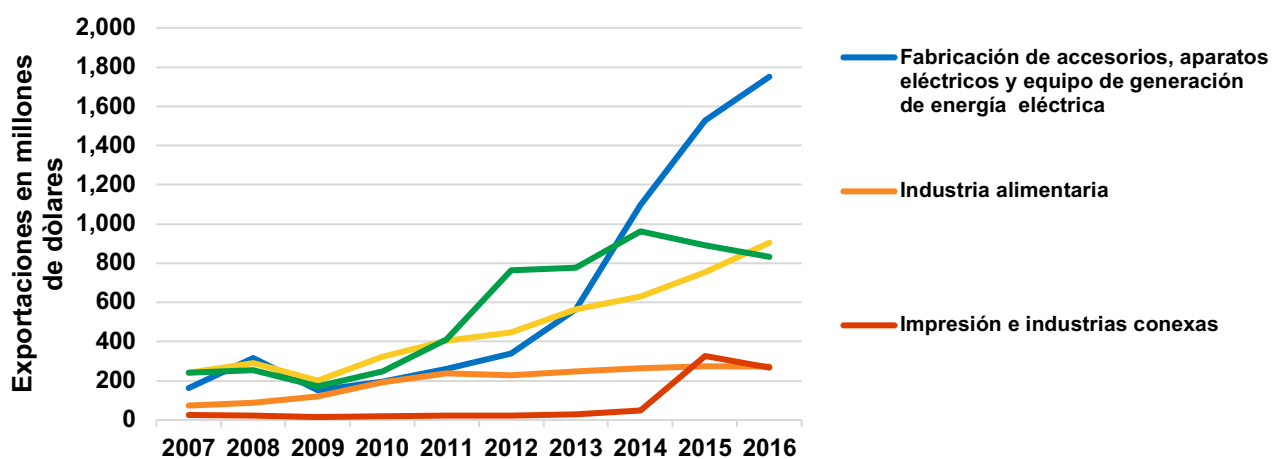
Fuente: INEGI y Banxico. \*Cifras expresadas en millones de dólares. Los porcentajes de participación pueden no coincidir debido al redondeo.

En el periodo analizado se puede distinguir el crecimiento sustantivo de cinco actividades (Gráfica II.5) que impulsaron las exportaciones del estado considerablemente. Estas son: fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica; impresión e industrias conexas; fabricación de maquinaria y equipo; industria alimentaria; y fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos. Se debe decir que gran parte de estas actividades son desarrolladas por empresas transnacionales cuyo objetivo final es el mercado estadounidense, razón por la cual varias se registran al Programa para el Fomento de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX). En este aspecto, de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Sustentable<sup>66</sup> (SEDESU), en Querétaro existen 282 establecimientos inscritos al programa IMMEX, siendo la fabricación de productos metálicos la actividad que cuenta con un mayor número de registros (52 en total); seguida de la industria del plástico y el hule (41) y de la fabricación de equipo de transporte y sus partes (40).

### Gráfica II.5

#### Evolución de las exportaciones manufactureras de Querétaro por actividad, 2007-2016

Fuente: INEGI.



<sup>66</sup> Secretaría de Desarrollo Sustentable (2018). Anuario Económico/Querétaro Competitivo 2017. P. 230. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=0P7NpleTMww3HR5p8WDNH+uEt5B3ifl94/GBSxbgl7w=>



De esta manera, se puede corroborar que la industria de fabricación de equipo de transporte y la de fabricación de componentes eléctricos electrónicos, han sido cruciales para el desarrollo de la entidad, pues han ayudado a la generación de empleos e incrementado las exportaciones locales (mismas destacan por su alto valor agregado). Igual importancia tiene la industria alimentaria en el desarrollo de Querétaro, pues ha logrado encadenar al sector agrícola a cadenas de valor locales e internacionales, pudiendo colocar los productos de la entidad en mercados como el de Estados Unidos<sup>67</sup>, principalmente. En este aspecto, es importante fortalecer la industria alimentaria local, para que de esta forma se puedan diversificar y acceder a otros mercados potenciales.

---

<sup>67</sup> ALMANZA, Lucero (2017). Destacan exportación agroalimentaria de Querétaro. El Financiero. Consultado en internet en la siguiente liga: <http://www.elfinanciero.com.mx/bajo/destacan-exportacion-agroalimentaria-de-queretaro>

## Anexo III. Corredor central de manufactura y redes inteligentes de valor

A causa de la globalización, las empresas manufactureras han optado por distribuir sus instalaciones o plantas de producción en distintos países, con el objetivo de disminuir costos y acercarse a los mercados más importantes de una forma rápida y eficiente. Un ejemplo de esto se puede observar en Norteamérica, región en donde convergen empresas de todos los sectores económicos y que trabajan de manera conjunta en diversos rubros, logrando estructuras complejas capaces de producir diversos bienes de capital, intermedios, de consumo e intangibles. Ante esta lógica, se vuelve prioritario un esquema de coordinación (como lo es el clúster) de carácter internacional que permita y facilite a las empresas que integran una cadena global de valor, trabajar de manera conjunta en tiempo real con otros actores. De esta forma, la producción artículos (como los vehículos) se hace más eficiente e incrementa la competitividad de las compañías frente a otras regiones del mundo (como es el caso de la Unión Europea, el MERCOSUR o Asia-Pacífico).

Ante esta estructura productiva de la manufactura a nivel mundial, se vuelve prioritario observar a los países de la región (Canadá-Estados Unidos-México) como una plataforma de manufactura única y no segmentada, en donde se reconoce la participación cualquier empresa en los distintos eslabones productivos, sin distinguir su nacionalidad. En este aspecto, el diseño y delimitación de corredores de manufactura, que permitan interconectar a las empresas a de una misma cadena a lo largo de los territorios de Norteamérica se vuelven indispensables, pues a través de estos se trazan rutas logísticas para el transporte de mercancías hacia las plantas de ensamble o hacia los puerto o aduanas en caso de que las mercancías requieran ser enviadas a otro país.

Por lo anterior, se debe decir que en Norteamérica la participación conjunta de clústeres especializados es relevante para el desarrollo mutuo, pues tendrían la oportunidad de compartir información, conocimiento (know-how) y proyectos de innovación, con el objetivo de incrementar las capacidades (humanas y productivas) de forma recíproca, es decir, se contaría con un mecanismo de colaboración que permite consolidar y retroalimentar a las empresas de los tres países en ámbitos como modelos de negocio, innovación, adopción y transferencia

tecnológica, por mencionar algunos. Este modelo multinacional sería replicable en las industrias que tienen en común Canadá, Estados Unidos y México, y que representan los principales motores económicos para dichos países. En este aspecto, la clusterización multinacional es aplicable a sectores como el automotriz, aeronáutico, de salud, agroindustrial y de Tecnologías de la Información (TI). De esta forma, y al dar la posibilidad de que los clústeres interactúen entre sí, se tendrá un ecosistema robusto y diverso, en donde la innovación puede tener lugar en cualquier punto, eliminando barreras que normalmente inhiben el desarrollo tecnológico de cada país (como la fuga de talento, por ejemplo).

Cabe mencionar que, ante este diagrama de la industria manufacturera de Norteamérica, México juega un papel importante. No solo destaca por su capacidad instalada para la manufactura, pues también se coloca como el principal centro logístico y de distribución de los productos de la región, pues es el principal puente de los productos de origen norteamericano con los mercados de Centro y Sudamérica, así como de Asia. Desde este panorama, el papel de México es vital para el desarrollo de corredores industriales multinacionales y del modelo de clusterización multinacional, debido a que fungiría como el centro de planeación, coordinación y distribución de políticas, proyectos y tránsito de personas y mercancías, debido a la cercanía que tiene con los mercados asiáticos y latinoamericanos, lo cual representa una disminución de costos para las empresas estadounidenses y canadienses. En otras palabras, el tránsito de mercancías provenientes de Estados Unidos y Canadá se vuelve más eficiente si transitan y concentran en el territorio mexicano, para posteriormente ser distribuidos a los principales mercados de Asia y América Latina.

Es aquí donde las barreras fronterizas, arancelarias y no arancelarias se diluyen, pues libre tránsito de personas y productos (como actualmente ocurre en la Unión Europea) beneficia a una región y no solo a una economía, debido a que empresas de los tres países habrán participado y beneficiado de la producción regional, tanto a nivel económico como a nivel social, educativo y tecnológico.

Desde su planeación, el Mapa de Ruta de Industria 4.0 "Crafting the Future" consideró la implementación de proyectos estratégicos que elevaran las capacidades de las industrias manufactureras y de tecnologías de la información para su convergencia hacia la Industria

## 4.0

El enfoque principal de estos proyectos estratégicos está orientado al desarrollo global de ecosistemas y regiones productivas, a través de la integración de las sinergias existentes en las empresas de manufactura mexicana, mediante la utilización de soluciones en temas de tecnología de información y comunicaciones.

Como base de la propuesta de iQ4.0 se contempla el establecimiento de un corredor logístico, que incremente el potencial productivo de las empresas manufactureras en México que componen los diversos polos de producción en la región centro-país. Debido a la capacidad instalada y las ventajas en proximidad y conectividad geográfica, se propone la región denominada Arco Centro –Norte (Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Puebla y Tlaxcala) para el desarrollo inicial del proyecto. La propuesta del corredor logístico de la industria 4.0 pretende crear un ecosistema de innovación que esté orientado a elevar el nivel de la demanda y oferta de necesidades tecnológicas e innovación.

Existen 4 líneas principales en el proyecto de implementación:

- Enterprise Operating System (EOS). El sistema EOS contempla el diseño e implementación de un sistema de armonización de datos a gran escala para procesos de manufactura. Este sistema, incluye la estandarización del modelo de datos de las empresas. Incluyendo la estandarización contable, financiera, de metrología, control de calidad de procesos, y manuales empresariales en la descripción de productos y servicios. De modo que, las empresas tendrán el potencial de conectar sus cadenas internas de producción con la cadena de suministro regional.
- Centros temáticos: Sedes AERI's. Se propone la creación de cinco redes de innovación que tengan como ejes la innovación, la competitividad y la vinculación; de tal manera que, se desarrolle un ecosistema competitivo y productivo en la Industria 4.0. Estas redes se encontrarán embebidas dentro del corredor, el cual representa una ventana de oportunidad para acceder a amplios mercados utilizando la infraestructura y conectividad existente. Las temáticas para las redes de innovación son:
  - Big Data

- Logística
  - Arquitectura de Internet of Things (IoT) e Industria 4.0
  - Modelación y Simulación
  - Automatización y Robótica Colaborativa
- Innovation Campus temáticos – Maker Spaces. Son Centros de prototipado e innovación. Espacios dedicados a que las ideas se conviertan en productos y en realidad. A través de estos espacios, se formará a gente especializada en cada uno de los diferentes temas. Se pretende abrir un Maker Space en cada ciudad del corredor. De igual manera, estarán enfocados al desarrollo de investigación en temas de financiamiento y mecanismos de transferencia de conocimiento.
  - Plataforma de análisis y toma de decisiones. El sistema está dirigido a desarrollar una plataforma virtual de análisis y toma de decisiones enfocado a temas de gestión de talento, logística y mejoras en los sistemas de planificación de recursos empresariales. La propuesta propone la aplicación de sistemas de análisis de grandes datos en temas de geolocalización, análisis capacidad potencial a compartir en el transporte de productos, seguridad de transportación, así como potencialmente a temas de control de tiempos y rutas; y temas de emisiones en el transporte de insumos para la manufactura avanzada.

## Anexo IV. El mercado de robots industriales en México

Con la llegada de la Industria 4.0, las actividades y tecnologías asociadas a la automatización y digitalización de procesos en empresas y gobierno, tomarán un rol fundamental para el desarrollo económico y tecnológico de los países. Las grandes potencias de manufactura europeas (como Alemania, Francia o el Reino Unido) y asiáticas (Japón, Singapur y Corea del Sur, por ejemplo) han implementado diversas estrategias y políticas públicas para preparar tecnológicamente a sus ecosistemas productivos y gubernamentales. Por lo anterior, estas regiones, junto con Estados Unidos y Canadá en el continente americano, se colocan como líderes en la transformación digital que implica el nuevo paradigma productivo.

Esta situación ha ocasionado que los países en vías de desarrollo (que fungen como proveedores de insumos de las potencias), así como los territorios fronterizos a las potencias, inicien su proceso de transformación digital con base en las características productivas locales. Para lograr esto, diversos retos se deben afrontar pues la Industria 4.0 conlleva a la sustitución de personas que realizan actividades de alto riesgo, repetitivas o ineficiente. Asimismo, el nuevo paradigma implica la adquisición de robots y sistemas operativos que hacen de una empresa un ente vivo que se comunica mediante la internet y los medios digitales. En este aspecto, la automatización de empresas y sistemas gubernamentales se coloca como uno de los grandes retos que deben afrontar los países en vías de desarrollo como México.

Nuestro país es uno de los mercados más susceptibles para la automatización de empresas, pues cuenta con una industria manufacturera y un sector servicios, robustos. De acuerdo con la Federación Internacional de Robótica (IFR, por sus siglas en inglés), México se ha convertido en un mercado importante para los robots industriales, registrando ventas por un total de 5,900 unidades<sup>68</sup>, por lo que se coloca como el segundo nicho más importante en América solo por debajo de Estados Unidos. Asimismo, se estima que el mercado mexicano para robots industriales crecerá a un ritmo estable, debido a que en 2020 se prevé que las ventas de estos sean de 9,000 unidades. No obstante, debemos tomar en cuenta que estas cifras pueden hacer referencia a las grandes empresas transnacionales asentadas en México, por lo que puede

---

<sup>68</sup> International Federation of Robotics (2017). Executive Summary World Robotics 2017: Industrial Robots. Consultado en internet en la siguiente liga:  
[https://ifr.org/downloads/press/Executive\\_Summary\\_WR\\_2017\\_Industrial\\_Robots.pdf](https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf)

incrementarse si las pequeñas empresas cuentan con los recursos (financieros y de infraestructura) para adquirir robots que les ayuden en sus actividades diarias. Este punto se vuelve fundamental, pues de este depende el éxito de la automatización del sector empresarial mexicano.

## **Anexo V. Preparación para la producción del futuro. México-Polonia**

La cuarta revolución tecnológica ha desatado nuevos retos para los países en vías de desarrollo, pues requieren cumplir diversos requisitos (infraestructura, ecosistema de innovación y desarrollo tecnológico, conectividad y madurez digital, por mencionar algunos) para poder aprovechar las ventajas y oportunidades que se derivan del nuevo paradigma productivo. No obstante, para algunos gobiernos la reducción de brechas tecnológicas ha sido difíciles de lograr, por lo que la falta de planeación y alineación de políticas y estrategias a nivel nacional y regional que cumplan con dicho objetivo, suponen un riesgo para que las comunidades se integren plenamente en el modelo de Industria 4.0. México es un ejemplo de lo anterior, debido a que el país cuenta con diversos contrastes en su estructura social, productiva y gubernamental. Por ejemplo, en el caso de las empresas se puede notar diferencias significativas, pues las grandes empresas (principalmente las extranjeras) cuentan con estructuras tecnológicas y financieras robustas, mientras que las pequeñas y medianas empresas se caracterizan por hacer procesos artesanales, desarticulados y, en ocasiones, sin estándares de calidad. Esta situación supone una limitante para que el país logre insertarse adecuadamente a los lineamientos que conforman la Industria 4.0. Sin duda, esta situación se debe abordar y solucionar lo antes posible, debido a que, con el avance de la cuarta revolución, se crean nuevas brechas entre los países menos preparados en áreas como tecnología e innovación.

### **Comparativo México-Polonia**

México y Polonia comparten algunas características en cuanto a su estructura productiva: ambos son países maquiladores de países líderes en innovación y desarrollo de productos y servicios (Ej. México-Estados Unidos; Polonia-Alemania). Esa situación ha ocasionado que ambos países cuenten con industrias manufactureras complejas cuya innovación es limitada.

De acuerdo con el Readiness for the future of production 2018, México y Polonia obtuvieron calificaciones similares en los dos principales indicadores que se presentan en dicho reporte (Estructura de producción; Ejes de la producción). Sin embargo, a Polonia se le categoriza como un país líder en cuanto a la preparación para la producción del futuro; comparándolo con



naciones como Corea del Sur, Alemania, Estados Unidos y Japón, entre otros. Esto contrasta con México, pues a pesar de que sus calificaciones no son muy diferentes (Tabla x), nuestro país está no es considerado un país líder, por lo que se le clasifica como un de los países que heredarán o adoptarán los desarrollos tecnológicos que impactarán en los procesos productivos del futuro, es decir, no es considerado uno de los países líderes en la innovación y desarrollo de nuevas tecnologías pero cuenta con cierta preparación para adoptar o implementar las tecnologías desarrolladas, mitigar riesgos o capitalizar la oportunidades de la producción del futuro<sup>69</sup>. En este aspecto, la preparación de México es comparable con la de países como Hungría, India, Lituania, Filipinas, Rumania, Rusia, Eslovaquia, Tailandia y Turquía.

Calificaciones México y Polonia en el Readiness for the future of production 2018

País	Estructura de la producción		Ejes de la producción	
	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición
México	6.74	22	5.04	46
Polonia	6.83	19	5.83	31

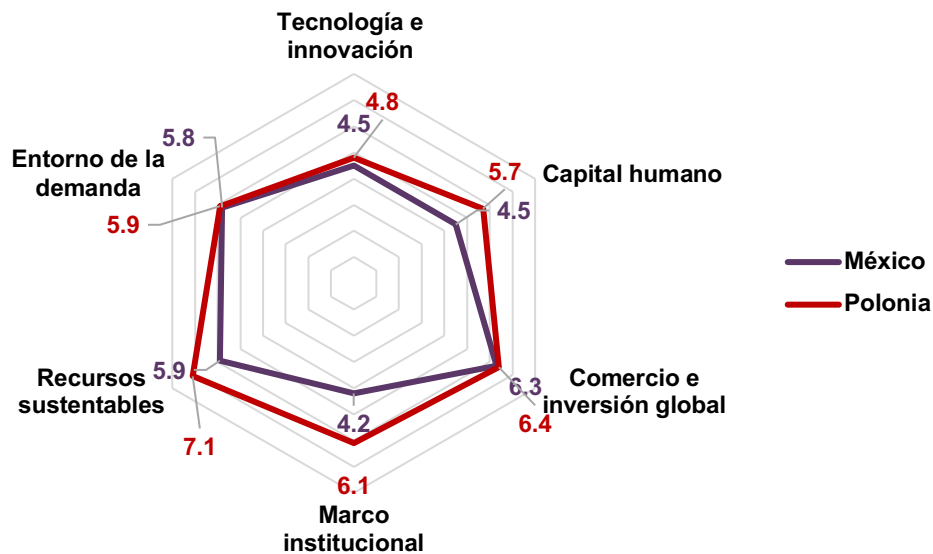
Fuente: Readiness for the future of production 2018, Foro Económico Mundial.

Las diferencias entre ambos países son más notorias en el segundo indicador (Ejes de la producción) siendo los componentes de capital humano; marco institucional; y recursos sustentables, los que mayor diferencia tienen. En este aspecto, se puede inferir que las bajas calificaciones de México se relacionan con la corrupción y los bajos niveles de educación y preparación de los trabajadores.

---

<sup>69</sup> WEF. Readiness for the Future of Production Report 2018. P. 5. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.weforum.org/reports/readiness-for-the-future-of-production-report-2018>

## Comparativo de componentes para el indicador Ejes de la producción



Fuente: Readiness for the future of production 2018, WEF.

En cada uno de los componentes podemos observar diversos contrastes entre ambos países. Por ejemplo, en cuanto Tecnología e innovación, México muestra deficiencias en áreas como: suscripciones de teléfonos celulares; publicaciones científicas y técnicas; compañías que adoptan ideas disruptivas; y adquisición de gubernamental de productos de tecnología avanzada. Por su parte, Polonia cuenta con bajas calificaciones en: compañías que adoptan ideas disruptivas; colaboración con múltiples actores; adquisición de gubernamental de productos de tecnología avanzada.

En cuanto al rubro de Capital humano, las principales ventajas que tiene Polonia sobre México se encuentran en los campos de: años promedio de educación; calidad en la educación de matemáticas y ciencia; enseñanza de pensamiento crítico; y la proporción de alumno por maestro en educación primaria.

Dichos elementos afectan de forma significativa la evaluación de México, razón por la cual Polonia se despegó de nuestro país debido a las mejoras en su sistema educativo y en el marco institucional. De este último, destaca el rubro de corrupción, pues mientras México ocupa el lugar 84, Polonia se ubica en la posición 25.

En las siguientes imágenes se muestra el comparativo completo entre México y Polonia, en todas las variables consideradas.

Indicador	México		Polonia	
	Posición/ 100	Valor	Posición/ 100	Valor
Estructura: Complejidad	25	7.2	21	7.5
Complejidad económica	25	1.0	21	1.1
Estructura: Escala	13	6.1	15	5.9
Valor agregado de la manufactura en la economía (% del PIB)	27	16.6	23	17.7
Valor agregado de la manufactura (USD millones)	12	204,982 .5	19	101,093 .6
Eje: Tecnología e innovación	43	4.5	37	4.8
Plataforma tecnológica	41	6.6	31	6.9
Suscripciones de teléfonos celulares (/100)	87	88.2	21	146.2
Cobertura de la red móvil LTE (% pob.)	52	83.8	1	100
Usuarios de internet (%pob.)	60	59.5	41	73.3
IED y transferencia tecnológica	24	5.0	34	4.9
Absorción tecnológica a nivel empresa	50	4.6	49	4.6
Impacto de las TIC en productos y servicios nuevos	36	5.0	47	4.8
Compromisos en ciberseguridad	31	0.7	36	0.6
Capacidad para innovar	49	2.4	43	2.6
Estado de desarrollo de clústeres	35	4.2	56	3.8
Inversión de las compañías en tecnologías emergentes	59	3.5	56	3.6
Adquisición gubernamental de productos con tecnología avanzada	67	3.1	66	3.1

Indicador	México		Polonia	
	Posición/ 100	Valor	Posición/ 100	Valor
Empresas que adoptan ideas disruptivas	69	3.3	78	3.2
Colaboración con múltiples actores	46	3.7	88	3.1
Gasto en I&D (% PIB)	58	0.6	38	1.0
Publicaciones científicas y técnicas (número por cada mil millones en PIB de poder adquisitivo)	73	5.8	31	25.1
Solicitudes de patentes (solicitudes/millón de personas)	52	1.33	29	10.35
Volumen del capital de riesgo (USD millones)	21	29,976.3	33	7,975.1
Volumen del capital de riesgo por tamaño de economía (USD/PIB)	36	25.7	52	16.0
Eje: Capital humano	73	4.5	36	5.7
Fuerza de trabajo actual	66	5.5	26	7.5
Empleo en manufactura (% pob. trabajadora)	21	16.0	6	19.3
Empleo intensivo en conocimiento (% pob. trabajadora)	68	18.9	25	37.6
Participación de mujeres en la fuerza laboral (proporción)	70	0.58	33	0.89
Años promedio de escolaridad (años)	68	8.6	11	12.7
Disponibilidad de ingenieros y científicos	48	4.2	47	4.2
Habilidades digitales de la población	73	3.8	54	4.3
Fuerza laboral para el futuro	70	3.4	51	3.8

Indicador	México		Polonia	
	Posición/ 100	Valor	Posición/ 100	Valor
Migración (migrantes/100,000 habitantes)	86	-9.4	53	-1.0
Capacidad del país para atraer y retener talento	41	3.5	77	2.8
Calidad de las universidades (cuenta)	16	14.0	23	9.0
Calidad de la educación matemática y ciencias	90	2.9	42	4.5
Calidad la formación profesional	47	4.2	77	3.6
Esperanza de la vida educativa (años)	67	13.3	27	16.1
Proporción alumno-profesor en educación primaria	81	27.4	6	10.2
Enseñanza de pensamiento crítico	82	3.0	60	3.2
Políticas laborales activas	78	2.8	57	3.2
Capacitación durante el trabajo	60	4.1	41	4.4
Políticas de contratación y despido	68	3.4	67	3.4
Eje: Comercio internacional e inversión	25	6.3	23	6.4
Comercio	48	6.6	15	8.6
Comercio (% PIB)	52	78.1	32	100.7
Aranceles comerciales (% de arancel)	65	0.05	8	0.01
Prevalencia de barreras no arancelarias	48	4.5	44	4.6
Desempeño logístico	50	3.2	30	3.5
Inversión	15	5.5	37	3.1
Nuevas inversiones (USD millones)	5	28,377	22	9,018.8
Flujos de inversión recibidos (USD Millones)	13	29,798	31	9,485.5
Crédito local al sector privado (% PIB)	75	35.0	56	54.6

Indicador	México		Polonia	
	Posición/ 100	Valor	Posición/ 100	Valor
Infraestructura	48	6.6	27	7.6
Infraestructura para transporte	31	57.3	29	59.0
Infraestructura eléctrica	72	75.3	27	92.1
Eje: Marco institucional	84	4.2	39	6.1
Gobierno	84	4.2	39	6.1
Eficiencia regulatoria	56	69.1	46	71.3
Incidencia de corrupción	84	30	25	62.0
Orientación del gobierno en el futuro	72	3.3	83	3.1
Acatamiento a la ley	82	-0.5	35	0.7
Eje: Recursos sustentables	61	5.9	25	7.1
Sustentabilidad	61	5.9	25	7.1
Uso de energía nuclear y alternativa (% de la energía usada)	73	0.1	75	0.1
Niveles de intensidad de CO2 (emisiones de CO2 en megatonnes/PIB en miles de millones de dólares)	51	0.3	70	0.5
Niveles de intensidad de CH4 (emisiones de CH4 en megatonnes/PIB en miles de millones de dólares)	57	0.1	34	0.1
Niveles de intensidad de N2O (emisiones de N2O en megatonnes/PIB en miles de millones de dólares)	43	0.0	51	0.1
Estrés hídrico basal (retiros anuales, % del agua azul disponible)	79	3.5	38	1.3
Tratamiento de agua	46	80.3	31	87.4
Eje: Ambiente de la demanda	25	5.8	23	5.9
Demanda interna y externa	11	7.6	20	6.7

Indicador	México		Polonia	
	Posición/ 100	Valor	Posición/ 100	Valor
Tamaño del mercado	11	75.8	20	67.2
Base de consumidores	64	4.1	28	5.1
Sofisticación del comprador	52	3.5	57	3.4
Extensión del dominio del mercado	73	3.5	15	4.7

Fuente: Readiness for the future of production 2018, WEF.