



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

# **Cuarta Revolución Industrial y el Trabajo en México**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingenieras Industriales**

**P R E S E N T A N**

Jacqueline Miroslava Concha Nájera

Guadalupe Marlene Monsalvo Rodríguez

**DIRECTORA DE TESIS**

M.I. Silvina Hernández García



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020**

*Dedicatoria*

A nuestra familia, amigas, amigos y a todas aquellas personas que de una u otra forma pavimentaron este recorrido de tantísimas enseñanzas.

# Agradecimientos

A la Universidad.

# Índice general

<b>Planteamiento</b>	<b>1</b>
Justificación . . . . .	1
Objetivo . . . . .	1
Metodología . . . . .	2
<b>1. Antecedentes</b>	<b>3</b>
1.1. Primera Revolución Industrial . . . . .	3
1.1.1. Avances . . . . .	4
1.1.2. Sociedad . . . . .	6
1.1.3. México en la época de la Primera Revolución . . . . .	7
1.2. Segunda Revolución Industrial . . . . .	7
1.2.1. Avances . . . . .	7
1.2.2. Sociedad . . . . .	10
1.2.3. México en la época de la Segunda Revolución . . . . .	11
1.3. Tercera Revolución Industrial . . . . .	11
1.3.1. Avances . . . . .	12
1.3.2. Sociedad . . . . .	13
1.3.3. México en la época de la Tercera Revolución . . . . .	14
1.4. Factor común . . . . .	15
1.5. El papel del trabajo en las Revoluciones Industriales . . . . .	16
<b>2. Megatendencias Tecnológicas</b>	<b>20</b>
2.1. Big Data . . . . .	21
2.2. Simulación . . . . .	25
2.3. Sistemas de integración horizontal y vertical . . . . .	27
2.3.1. Integración vertical . . . . .	28
2.3.2. Integración horizontal . . . . .	28
2.4. Robots Autónomos . . . . .	29
2.5. Internet de las cosas . . . . .	30
2.6. Ciberseguridad . . . . .	33
2.7. Fabricación aditiva . . . . .	35
2.7.1. Ejemplos de fabricación aditiva . . . . .	36
2.8. Realidad aumentada . . . . .	37
2.9. Cloud Computing . . . . .	38

<b>3. México y su papel en la Cuarta Revolución Industrial</b>	<b>40</b>
3.1. Inversión en ciencia y tecnología . . . . .	41
3.1.1. Inversión en Ciencia tecnología e innovación en otros países . .	42
3.1.2. Actividades Científicas y Tecnológicas . . . . .	42
3.1.3. Investigación Científica y Desarrollo Experimental (I+D) . . .	43
3.1.4. Educación y Enseñanza Científica y Técnica . . . . .	43
3.1.5. Servicios Científicos y Tecnológicos . . . . .	43
3.1.6. Actividades de Innovación . . . . .	44
3.1.7. Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE) . . . . .	44
3.1.8. ¿Cómo se contabiliza el Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación (GFCTI)? . . . . .	45
3.1.9. Sistema CTI en México . . . . .	45
3.1.10. La inversión que fortalece al SNCTI . . . . .	46
3.2. Necesidades en Recursos Humanos especializados . . . . .	48
3.3. Prospectiva Laboral y Económica . . . . .	49
3.4. Políticas Públicas necesarias para la adopción de la Cuarta Revolución Industrial en México . . . . .	51
3.4.1. Realidad n° 1: Organizaciones exponenciales . . . . .	52
3.4.2. Realidad N°2: Fuerza Laboral sin ataduras . . . . .	53
3.4.3. Realidad N° 3: Reinención permanente . . . . .	53
3.4.4. Realidad N°4: Teconología, talento y transformación . . . . .	54
3.4.5. Realidad N°5: La ética del trabajo y la sociedad . . . . .	54
3.5. Comparativo con los países líderes en tecnología . . . . .	55
<b>4. Comparativo y Resultados</b>	<b>64</b>
4.0.1. Índice de Complejidad Económica . . . . .	64
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>75</b>

# Planteamiento

## Justificación

El futuro del trabajo en todo el mundo se torna incierto ante la llegada de la cuarta revolución industrial, la incertidumbre sobre cómo será el trabajo y la vida cotidiana incrementa en la mayoría de los ciudadanos de todo el mundo y sobre todo en aquellos países en vías de desarrollo como es el caso de México, sin olvidar que esta inseguridad seguirá creciendo ante el constante avistamiento de máquinas y robots capaces de realizar operaciones que antes se elaboraban por medio de la mano obrera. Con esta tesis buscamos reunir datos que permitan examinar cómo el país puede abordar estos cambios, aprovechando las oportunidades que conlleva y minimizando los riesgos que implica entrar en un nuevo ciclo para el que no nos encontramos preparados.

La necesidad de analizar las repercusiones que la revolución 4.0 puede tener en un país con tantos retos de diversa índole debe desembocar en una planeación de enfoque holístico.

México es un país que ha tenido, con la entrada del neoliberalismo en los años noventa, una inyección de capital extranjero importante. Sin embargo, esta entrada de capital responde a la necesidad de mano de obra barata y a la liberación de distintas industrias por parte del estado. Al ser la mano de obra barata el principal atractivo para la inversión extranjera, México se queda sin ventajas competitivas ante el rápido ingreso de nuevas tecnologías que permiten la automatización de tareas antes realizadas por dicha mano de obra.

## Objetivo

El objetivo de la presente tesis es analizar la situación a la que se enfrenta México (como país en vías de desarrollo), ante un clima internacional convulso, en términos laborales y por ende, económicos y sociales. Se definirán las alternativas con las que cuenta el país para lograr evitar un mayor rezago, y así demarcar una estructura laboral competitiva y eficiente en términos salariales y de seguridad social.

Finalmente desarrollaremos un plan que involucre al gobierno, los empresarios y a la institución educativa, con el fin de dar un impulso a la economía y vida de los/as mexicanos/as.

## Metodología

El desarrollo de este análisis recopilará en primer instancia los eventos más importantes que definieron la historia durante las diferentes revoluciones industriales. Paralelamente, y de acuerdo a cada Revolución industrial mencionaremos algunos eventos que ocurrían durante los mismos periodos en México.

Posteriormente, se realizará una descripción de las distintas tecnologías que han ido definiendo a la Cuarta Revolución Industrial: los nueve pilares tecnológicos.

Después se realizará una descripción de cómo se ha invertido en I+D (Investigación y Desarrollo) en nuestro país, con respecto a otros países líderes en tecnología (a nivel global y regional). De esta forma se buscará describir las cinco realidades que esta revolución trae consigo y su impacto en la transformación del trabajo.

# Capítulo 1

## Antecedentes

### 1.1. Primera Revolución Industrial

Como se irá viendo a lo largo de este trabajo, una Revolución del tipo industrial es un cambio radical en la sociedad, que trae consigo una transformación tecnológica, social y cultural. Para definir de forma apropiada la primer revolución industrial el historiador económico estadounidense David Landes describió el término revolución industrial como *el conjunto de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria, y la fuerza humana y animal por energía mecánica, provoca el paso de la producción artesanal a la fabril, dando así lugar al nacimiento de la economía moderna* [16], lo que se interpreta como el inicio del crecimiento industrial y la base del mundo actual.

La primera Revolución Industrial comenzó en la segunda mitad del siglo XVIII en Inglaterra, después de cientos de años en los que la producción, el transporte y la comunicación tenían un fundamento agrícola, y terminó aproximadamente a mitad del siglo XIX. Las fechas entre las que se colocan estas revoluciones son en sentido analítico y pedagógico, y corresponden a un acuerdo entre historiadores que se han dedicado a estudiar estos cambios.

Para entender mejor porqué la Revolución inició en Inglaterra es necesario conocer algunos antecedentes:

- El desarrollo comercial del reino prosperó por la flota naval británica, gracias a la posición geográfica entre el mar del Norte y el Océano Atlántico.
- Con la Revolución Gloriosa (1688-1689) se instauró la monarquía constitucional/liberal y se amplió la tolerancia religiosa.
  - John Locke, padre del liberalismo clásico, publicó su obra: Dos tratados sobre el gobierno civil, considerada como una justificación teórica de la Revolución Gloriosa y con la que el sistema parlamentario inglés se definió.
  - Colapso de la monarquía absoluta en Inglaterra.
  - Triunfo definitivo de una nueva estructura social, política y económica basada en los derechos individuales, la libre acción económica y el interés



privado, creando las premisas políticas para el consecutivo desarrollo del capitalismo en Inglaterra [21].

- La Guerra de los Siete Años que buscaba la supremacía colonial sobre E.U.A. y la India, se considera un triunfo para Gran Bretaña al obtener una gran cantidad de territorios.
- Se considera que el reino de Gran Bretaña contaba con una estabilidad política y económica superior a la de los demás reinos.

Al existir tantas condiciones favorables en Inglaterra, surgieron varios dispositivos que permitieron la expansión del mercado y mejoraron la producción a partir de sistemas mecánicos, que con el transcurso de los años se extenderían a las naciones más importantes de Europa, así como a E.U.A.

### 1.1.1. Avances

Las innovaciones técnicas de la época que permitieron el inicio y desarrollo de la Revolución Industrial fueron:

- Entre 1759 y 1782, John Smeaton, el primer ingeniero civil, comprobó que la rueda hidráulica con un cauce desde arriba era más eficiente que la que tenía un cauce desde abajo, mejorando así la eficiencia de los mecanismos hidráulicos (molinos).
- En 1769, Richard Arkwright creó una máquina impulsada con la rueda hidráulica de Smeaton capaz de transformar el antiguo arte de hilado de algodón con rueca a un marco giratorio movido por agua.
  - El marco giratorio movido por agua fue un sistema que renovó la producción de hilo de algodón, se trataba de una máquina que tomaba el algodón, lo hilaba y lo tejía en cuatro bobinas.
  - Arkwright era un hombre visionario y tras crear su máquina, decidió colocar varias máquinas en un sólo edificio, creando así la primer fábrica.
  - Buscó mano de obra no cualificada, en su mayoría mujeres y niños, a quienes les ofreció las comodidades básicas de la época como una vivienda, una iglesia, un bar, un mercado y más tarde una escuela, a cambio de trabajar en la fábrica de hilado.
  - Fue el precursor del trabajo por turnos, ya que la fábrica funcionaba las 24 horas, los trabajadores tenían que cumplir con turnos de 13 - 16 horas al día durante 6 días a la semana, así como el derecho a una semana de vacaciones al año, con la condición de no salir del pueblo.
  - Arkwright fue uno de los hombres más ricos de la Primer Revolución Industrial.

- En 1765, James Watt creó el motor de vapor, cuyo desarrollo se considera la imagen de la Revolución Industrial, debido a que sirvió para mover máquinas de toda clase, reinventando la fabricación y sustituyendo el trabajo manual por el uso de maquinaria. Fue hasta 1780 que Watt perfeccionó su máquina de vapor convirtiéndola en la proveedora de energía de otras máquinas:
  - Ya no se dependía de las condiciones climáticas, necesarias para el movimiento de molinos.
  - Permitted la proliferación de industrias del tipo: textil, naval, construcción, armamentista, ferroviaria, entre otras.
  - Se genera una importante mejora en las tolerancias de fabricación.
  - La máquina de vapor, la mejora en las tolerancias y las primeras herramientas de acero al carbono, se convirtieron en el pilar de la Primera Revolución Industrial.
- Con los pilares de la Revolución se pudieron crear herramientas en favor de los materiales ferrosos, basadas en su mayoría en herramientas destinadas al procesamiento de la madera, tal es el caso de: tornos mecánicos, tornos con torretas, tornos copiadores, acepilladoras, mortajadoras, taladros y la fresadora.
- Matthew Boulton y James Watt se asociaron en 1774 y captaron el mercado de los motores de vapor.
- Boulton construyó la gran fábrica de Soho, donde generó la idea de la división del trabajo, partiendo las etapas de la producción entre sus trabajadores, por lo que se evitó que un solo trabajador hiciera todas las partes del proceso y se encargase de una sola etapa, aumentando la producción.
- George Stephenson utilizó la máquina de vapor para transportar cargas en las minas, lo que tiempo después se vería reflejado en la primera locomotora.
  - Inicia el desarrollo de la siderurgia y el carbón.
  - Construcción del ferrocarril de Liverpool a Manchester en 1825 con una velocidad de 40 km/h.
  - En 1830, la producción de acero oscilaba entre 600 y 700 mil toneladas.
  - De 1840 a 1850 con la "locura ferroviaria" la producción de acero alcanzó los dos millones de toneladas, produciéndose así la base del desarrollo de la economía británica [14].
- En 1804, J. M. Jacquard inventó un telar que era controlado por tarjetas perforadas de papel, usado para tejer telas con imágenes. Este invento es considerado el inicio del lenguaje binario y con ello de la computadora.
- En 1833-1842 Babbage desarrolló una máquina analítica para cálculos numéricos, lo que se considera el inicio de lo que hoy llamaríamos una computadora, siendo así **El Padre de la Computación**.

- La matemática Lady Ada Augusta Lovelace, se interesó en la máquina de Babbage y se convirtió en **la primera programadora de computadoras** y logró unificar en una frase los inicios de la computadora (los dos incisos anteriores), por lo que expresó: *“la máquina analítica teje patrones algebraicos como el telar de Jacquard teje flores y hojas”*.

Por lo tanto, con la mano de obra organizada y la obtención de energía a partir del motor de vapor, la Revolución Industrial había llegado y con el transcurso de los años esta industrialización se extendería a las naciones más importantes de Europa y E.U.A. A pesar de esto, se estima que hasta 1850 los ingleses fueron los líderes y prácticamente los únicos fabricantes de máquinas y herramientas. [? ].

### 1.1.2. Sociedad

Como se puede leer en lo anterior la sociedad inglesa se vio sujeta a una serie de cambios que modificaron completamente su forma de vida en apenas 50 años (segunda mitad del siglo XVIII), en los que la evolución de los métodos de producción agrícola hizo que los campos ingleses fueran “abandonados”, sin perder su capacidad de producción, por quienes los trabajaban con el fin de migrar a la ciudad donde los industrialistas ofrecían un salario fijo a cambio de trabajo. De esta forma la burguesía dispuso de la mano de obra calificada y no calificada en sus industrias, transformando radicalmente la estructura de clases, por lo que puede decirse que este cambio social subvirtió al régimen anterior en pro del capitalismo.

A pesar del claro crecimiento económico que representó el proceso de industrialización inglés durante la segunda mitad del siglo XVIII, las ventajas sólo fueron experimentadas por la clase burguesa, debido a que al estar iniciando una nueva etapa histórica no existían leyes que controlaran sus movimientos, por lo que podían hacer lo que quisieran con sus industrias y trabajadores. Esto implicó grandes injusticias contra el sector obrero, quienes vivían en la penuria, la insalubridad y la opresión, por lo que resulta sencillo entender que esta parte de la población no recibiera a las innovaciones de la Primera Revolución con los brazos abiertos al encontrarse sometidos por la explotación laboral con jornadas extremadamente largas, bajo la incertidumbre de ser sustituidos en cualquier momento por una máquina o con el miedo de perder su trabajo de un día a otro, estos factores sumados a la creciente concentración de la población permitieron el surgimiento de ideologías sociales que se manifestaban en contra del sistema como el ludismo, el cartismo y el socialismo.

- Ludismo: Movimiento opositor a las máquinas.
  - Huelgas ludistas: (1811-1815) obreros ingleses atacaron fábricas y destruyeron máquinas por considerar que iban a ser reemplazados por ellas.
- Cartismo: Movimiento mediante el que la clase obrera buscaba constituirse dentro de la vida política.
  - Combates del proletario contra la burguesía.

- Buscaba mejorar la situación social de los obreros, con el derecho al voto, buen salario y una jornada de trabajo corta, entre otros.
- Socialismo: Socialización de los medios de producción.
  - Proponen medidas pragmáticas contra la miseria.

Estos movimientos obreros no lograron cambiar por completo las condiciones sociales bajo las que vivía el proletariado sin embargo, detonaron cambios importantes que transformaron sus condiciones de vida y le permitieron ser consciente de su papel en la nueva sociedad, cambios que en su mayoría surgieron como un intento de tranquilizar las revueltas y evitar una revolución socialista en Europa.

### 1.1.3. México en la época de la Primera Revolución

Como se puede inferir de lo antes visto en este primer tema, México o Nueva España, como era conocido durante este periodo, no advirtió el inicio de las Revoluciones Industriales debido a que era reconocido como una de las colonias del Imperio Español y a pesar de que este imperio podía considerarse como uno de los más "ricos" del mundo (en metales preciosos) padecía de un gran atraso económico e ideológico que afectó a sus colonias.

Nueva España fue solo una colonia dedicada a la explotación minera de oro y plata, a la exportación de minerales, a la comercialización y a la agricultura. Cuyo poder y riquezas dentro de la colonia se basaba en un sistema de castas que dependía de la cantidad de sangre española que poseían los habitantes, donde los grupos no españoles ocupaban un lugar marginal en el sistema social, lo que a lo largo de este periodo impulsó el aumento de las rebeliones contra los conquistadores y los movimientos nacionales independentistas comenzaron a dar sus primeros pasos.

Durante todo el siglo XIX México estuvo sumido en la guerra de Independencia y en las luchas intestinas entre caudillos conservadores y liberales.

## 1.2. Segunda Revolución Industrial

La segunda etapa del proceso de industrialización, comienza a partir de la segunda mitad del siglo XIX y termina a principios del siglo XX. Es una época reconocida por el cambio de la actividad económica a través de la aceleración de la producción, generando una nueva organización industrial que involucra cambios tanto productivos, como culturales y sociales.

### 1.2.1. Avances

En esta etapa los avances científicos y tecnológicos hicieron a un lado al carbón y el vapor, símbolos de la Revolución anterior, para darle paso a nuevas fuentes de energía. En la Segunda Revolución Industrial encontramos como descubrimiento principal el

uso de la energía eléctrica y de la energía derivada del petróleo, energías que con el paso de los años se volvieron la columna vertebral de la sociedad industrial moderna.

Las innovaciones técnicas de la época que permitieron el inicio y desarrollo de la Segunda Revolución Industrial fueron:

- Energía Eléctrica

A pesar del conocimiento que se había ido generando acerca del fenómeno eléctrico desde la antigüedad, fue hasta finales del siglo XIX que esta energía pudo ser aprovechada, principalmente por Estados Unidos de Norteamérica. Varios historiadores plantean la hipótesis de que el desarrollo de la electricidad no tuvo una recompensa inmediata en términos de mayor crecimiento de la productividad (acontecimiento paradójico, debido a que la Segunda Revolución es reconocida por su aceleración productiva), hecho que se reduce a dos razones, la primera es que las nuevas tecnologías basadas en la electricidad se difundieron lentamente entre las plantas de fabricación de E. U. A. y la segunda es que, después de tener una nueva planta que incorpora una nueva tecnología, aprender a usarla y aprovecharla toma tiempo [3].

Aunque la hipótesis anterior sea correcta y no hubo un avance inmediato, la energía eléctrica marcó un antes y un después en la historia del mundo moderno, debido a que sin los avances que permitió desarrollar el mundo que hoy conocemos no sería el mismo, este punto es fácil de sustentar, debido a que la electricidad permitió el desarrollo de la telecomunicación, la producción y el transporte. Algunos inventos de la época son los siguientes.

- Desde comienzos del siglo XIX el telégrafo surgió y evolucionó convirtiéndose en la primer forma de comunicación a distancia mediante el envío y recepción de señales eléctricas.
- En 1847 von Siemens desarrolló los cables galvanizados que permitieron la comunicación mundial a través de telégrafos, debido a que estos cables podían ser usados como cables submarinos.
  - En 1851 Gran Bretaña se conectó con el continente europeo, en 1858 con E.U.A., en 1865 con la India y en 1872 con Australia. [9]
- En 1876, se le atribuye a Alexander Graham Bell la invención del teléfono.
- En 1879 se introdujo la bombilla incandescente, cuya patente perteneció a Joseph Wilson Swan sin embargo, se le atribuye a Thomas Alva Edison debido a que a principios de 1880 presentó una bombilla de larga duración y tan sólo dos años después estaría desarrollando e instalando la primera gran central eléctrica del mundo en Nueva York.
- Heinrich Rudolf Hertz construyó un aparato capaz de producir ondas de radio, lo que permitió que en 1901 Guillermo Marconi estableciera la primer comunicación inalámbrica a través del Atlántico.

- A partir de 1900, Reginald Fessenden construía alternadores de ondas continuas de alta frecuencia y pocos años después varias compañías realizaban exitosos experimentos de radiodifusión.
  - 1879, Siemens mostraba el primer ferrocarril eléctrico, gracias al desarrollo del motor eléctrico.
  - El motor eléctrico permitió mecanizar los procesos en las fabricas.
  - Entre 1883 y 1884 se construyeron los generadores electricos impulsados por turbinas.
- Química.[12]
- Experimentó un progreso a partir de este periodo gracias a la construcción y experimentación mediante aparatos eléctricos.
  - Primer proceso para obtener colorantes sintéticos (industria textil).
  - En 1858, Inicio de la rama Química Orgánica, propuesta por Kekulé.
  - El petróleo y sus derivados.
    - En E.U.A, 1859, el coronel Edwin L. Drake perforó el primer pozo petrolero, poco tiempo después consiguió separar la kerosina del petróleo.
    - Desarrollo de los motores de combustión interna
      - ◇ En 1885 se construyen los primeros motores de gasolina.
      - ◇ En 1895 se desarrolló el primer motor a diesel.
      - ◇ En la navegación marina, se sustituye la máquina de vapor por el motor de combustión interna.
  - 1885 Turpin propone el uso del explosivo trinitofenol, en Francia e Inglaterra, mientras que en Alemania se apuesta por el trinitrotolueno o TNT.
  - En 1896 el físico Henri Becquerel descubrió la radiación de algunos elementos químicos, lo que da pie al estudio de la energía nuclear.
- Otros avances:
- En 1870 se creó la primera cinta transportadora.
  - Aportaciones de Henry Ford:
    - En 1896 se construye el primer automóvil Ford.
    - Henry Ford desarrollo la cadena de montaje, una forma de producción que delegaba a cada trabajador una función específica en cada parte de la cadena de producción.
    - 1908 presentan el primer automóvil producido de manera masiva.
  - En 1903 se desarrolló la aviación el 17 de diciembre, cuando los hermanos Wright realizaron el primer vuelo en un avión controlado.

Por lo tanto, esta época estuvo plagada de adelantos científicos y tecnológicos que partían del desarrollo de la energía eléctrica, sin embargo y después de varios entre las grandes potencias "llegó la guerra, con la paralización de todas las actividades de tipo civil: aunque durante la misma se intensificaron los desarrollos técnicos de tipo militar que, posteriormente, repercutirían positivamente en las telecomunicaciones civiles"[Figueiras, 2002, p.54]. De esto podemos sintetizar que, aunque las potencias estuvieran en disputa, los avances continuaron y la humanidad entró en una nueva Revolución Industrial.

### 1.2.2. Sociedad

El conjunto de innovaciones anteriores requieren, desde el punto de vista de la ciencia aplicada y del desarrollo tecnológico, niveles culturales y educativos diferentes y más elevados que los propios de la primera Revolución Industrial [19], por lo que es preciso decir que el pensamiento capitalista avanzaba y dejaba atrás las ideas divinas y místicas (características de los siglos pasados), abriéndole pasó a la ciencia y a la economía política, mediante reuniones entre la clase burguesa en las que intercambiaban ideas científicas, políticas y sociales. Como se irá viendo en esta sección, dentro de este intercambio de ideas surgieron nuevos métodos que cambiaron la forma de organizar a la sociedad.

Como se expuso en la Revolución anterior, la industrialización se extendió a las naciones vecinas: Francia, Portugal, España, Italia, Belgica, Holanda y Rusia, así como a E.U.A. (que crecía al amparo de vallas arancelarias [6]. Todas estas naciones adoptaron el capitalismo y tomaron el mismo curso que en Inglaterra, por lo que la rebelión de los obreros continuaba, esta vez bajo sindicatos y partidos con ideas socialistas. Estos problemas aunados a las primeras crisis económicas y a la creciente competencia entre las industrias llevaron a la creación de nuevos convenios entre los capitalistas que permitieron el aumento de producción y salarios.

- Monopolio: Dominio de una empresa en la producción de un bien o servicio.
  - Trust: Varias empresas del mismo ramo productivo se unen en una sola.
  - Holding: Sociedad financiera que maneja y sostiene varias empresas con el mismo capital.
  - Cartels: Convenio entre empresas del mismo sector productivo cuyo fin es evitar o eliminar la competencia.

A la par y como resultado de una creciente necesidad de expandir el mercado, conseguir materia prima, mano de obra barata y mostrar superioridad sobre los otros estados europeos, las potencias industriales se repartieron el mundo libre en colonias (tomando por libre a todo aquel territorio que no estuviera bajo el control de alguna otra potencia Europea) a partir de 1885, dominación colonial a la que se sumaron Japón y E.U.A. a partir de 1894. Durante este tiempo el colonialismo se transformó en imperialismo.

- Imperialismo: Control político de un estado sobre otro con el objetivo de administrar sus recursos.
  - “El imperialismo es la fase monopolista del capitalismo”. (Lenin, 2017, p.54)
  - Las potencias del mundo se repartieron África e Indochina.

En este punto de la historia las naciones buscaban tener bien definido el territorio que les pertenecía, por lo que como dice Wolfgang “A partir de este momento eran necesarias duras negociaciones con las respectivas potencias rivales para legitimar las propias pretensiones sobre territorios que muchas veces estaban aún sin explorar. A medida que iba disminuyendo el número de territorios “libres” de la tierra, se hacían más violentos los conflictos por estas cuestiones, llevando en varias ocasiones a Europa al borde de la guerra en general” [22]. En este punto estamos ante una de las razones que llevaron al mundo al primer enfrentamiento global, sin embargo en ese momento prevalecía *la calma antes de la tormenta* y los imperios disimulaban las bases colonias del imperialismo bajo el principio de “conducir a los pueblos atrasados hacia la modernidad”. [1]

Después de este segundo ciclo de avance tecnológico el mundo entró en un periodo de guerras, la primera guerra mundial (1914-1918) y posteriormente la segunda guerra mundial (1939-1945), en las que los desarrollos tecnológicos, siendo lo que nos interesa para el desarrollo de este trabajo, continuaron.

### 1.2.3. México en la época de la Segunda Revolución

Esta época fue testigo de los primeros elementos de industrialización en México. El inicio de la Revolución Industrial en el país se dio bajo el dominio de 30 años del presidente Porfirio Díaz, en un lapso conocido como porfiriato.

Los años de gobierno de Díaz son reconocidos por la instalación y propagación del sistema ferroviario, lo que permitió comunicar a las distintas regiones e impulsar el comercio interno y externo. También se construyeron redes de telégrafo y teléfono, y se mejoraron las comunicaciones entre los puertos, donde además aumentó el comercio marítimo a través del océano Atlántico y el océano Pacífico en los puertos de Veracruz, Salina Cruz y Manzanillo, entre otros.

Durante este periodo muchas concesiones fueron cedidas a los extranjeros, por lo que inició la inversión extranjera.

## 1.3. Tercera Revolución Industrial

Como se ha ido estudiando en las revoluciones industriales anteriores, el avance fundamental que las diferencia es el uso de nuevas formas de energía sin embargo, en esta tercera etapa la energía base sigue siendo la de la revolución anterior: la electricidad y los derivados del petróleo, aunque también se añadió el uso de las energías renovables. Por otro lado, la tecnología de cada ciclo ha sido diferente y representativa, en la Primera Revolución Industrial la humanidad veía los primeros



tipos de mecanización, en la Segunda Revolución Industrial descubría las ventajas de la automatización y en la Tercera Revolución desarrollaría la computación.

La Tercera Revolución Industrial se ubica dentro de la segunda mitad del siglo XX y, al igual que en las revoluciones anteriores, dentro de este periodo el mundo sería testigo del cada vez más rápido desarrollo tecnológico, social y cultural.

### 1.3.1. Avances

A esta revolución generalmente se le conoce como la revolución digital o del ordenador, porque fue catalizada por el desarrollo de los semiconductores, la computación mediante servidores tipo «mainframe» (en los años setenta), la informática personal (décadas de 1970 y 1980) e internet (década de 1990). [20]

Algunos inventos característicos de la época se desarrollaron durante los conflictos bélicos mundiales como el resultado de tecnologías militares a las que posteriormente se les encontró otro uso y se distribuyeron en el mercado para uso civil.

- Durante el periodo de paz entre las guerras mundiales:
  - Se crearon alrededor del mundo algunas industrias de radiodifusión que aún existen como la BBC, la CBS y la NBC.
  - A partir de 1927 se comienzan a establecer servicios de telefonía entre los países americanos y europeos.
  - Las primeras versiones del televisor aparecieron a partir de 1924 en Inglaterra.
  - El motor eléctrico permitió el desarrollo de los electrodomésticos.
- Durante la Segunda Guerra Mundial:
  - Nacen las Tecnologías de la Información y la Comunicación o TIC, como resultado de los estudios y publicaciones del ingeniero de Laboratorios Bell Claude E. Shannon.
  - Se crea la primer computadora sin embargo, existe la necesidad de mejorarla lo que lleva al inicio de la microtecnología.

En este punto de la historia la Tercera Revolución Industrial se da por iniciada, pues sus cimientos: Computación, Digitalización y Microtecnología eran evidentes. Por lo que después de la Segunda Guerra Mundial la población mundial es testigo del inicio de la era digital.

Otro cambio importante en este punto de la historia es que en las siguientes aportaciones tecnológicas, aunque siga habiendo nombres propios, ya van casi siempre asociados a una gran empresa, comenzando el largo camino que va desde los pioneros que fundan empresas a la investigación en los laboratorios de las empresas que financian a los inventores [10].

- Comienzo de la carrera espacial entre la Unión Soviética y E.U.A., lo que da pie a los primeros satélites.
- A finales de los 70's la transmisión de información entre cualquier parte del mundo es un hecho por la colocación de satélites y cables submarinos.
- En 1983, nació el Internet que hoy conocemos, como resultado de redes científicas y académicas de numerosas universidades y empresas que se unían en un conjunto bajo el protocolo de red IP. En 1990 se hacía comercial.
- Energías renovables
  - En la década de los 70's se consideró usar las energías renovables por su menor impacto ambiental.
  - Los tipos de energía que buscan despojar a los métodos tradicionales (energía no renovable) son: la energía nuclear, energía solar, energía hidráulica, energía eólica, energía geotérmica.
  - La **Energía Nuclear** es el nuevo tipo de energía característica de este periodo, con un potencial que sobrepasó a sus predecesoras debido a que se deriva de la energía contenida en el núcleo de un átomo.

Esta época estuvo llena de pasos importantes en términos de electrónica, cibernética y se desarrollaron considerablemente los medios de comunicación y los medios de transporte.

### 1.3.2. Sociedad

En este periodo el capitalismo avanzó y la sociedad se vio ante una nueva estructura de roles, en la que cada persona tiene un fin dentro de la sociedad industrial, de modo que surgieron nuevos modelos de reestructuración productiva, así como más tipos de empresas que pudieran abarcar todos los sectores económicos generados hasta el momento.

El proceso de desarrollo que caracteriza esta época es la innovación tecnológica aunada al intercambio mundial de bienes y servicios, lo que llevó a un cambio global de paradigmas que convergen en la llamada globalización, a través de internet.

A pesar de ser una época rica en avances tecnológicos, la sociedad se vio inmersa en crisis como consecuencia del incremento de la desigualdad social, económica, tecnológica y de distribución de la riqueza entre los países, dando paso a las enormes diferencias en la calidad de vida de los pobladores del mundo.

### 1.3.3. México en la época de la Tercera Revolución

Para este punto los países se habían insertado definitivamente en el sistema mundial y estaban dedicados a producir y exportar materias primas como alimentos y metales y también a importar manufacturas de los países industrializados.

Las potencias del Atlántico Norte, para este momento, le llevan a México una ventaja de 200 años (en términos de producción de tecnología). Durante la segunda mitad del siglo XX México sostiene una economía basada en sus recursos naturales, sobre todo la exportación de crudo.

La consolidación del capitalismo en México llega con la expansión de flujos internacionales de materias primas, manufacturas, capitales y fuerzas de trabajo, esto afianzado aún en la segunda revolución industrial.

Como tal México no juega un papel protagonista en la tercera revolución industrial pues parece estar estancado en la segunda. Llega la tecnología, pero México sólo importa productos y no produce en gran medida. Sin embargo, es necesario mencionar algunas bases históricas que consolidaron a México como líder de América Latina en términos económicos, políticos e industriales.

El periodo comprendido durante las décadas de los 40, 50 y 60 del siglo XX es conocido como "El Milagro Mexicano", pues se tuvo un crecimiento económico sin precedentes en el país. Esto como consecuencia de la explotación de recursos naturales y materias primas. Al final de la Segunda Guerra Mundial el país ya había comenzado a exportar materias primas a los aliados a cambio de maquinaria y otras tecnologías.

El gobierno federal tuvo una buena gestión de estos recursos y se comenzaron a crear empleos en la ciudades. Sobre todo en el caso de las nuevas fábricas de aparatos electrónicos así como industrias de transporte. Debido a esto se dio lugar a una migración del campo a la ciudad masiva, es con esto que la industrialización da lugar a la urbanización. Además, los bancos mexicanos en colaboración con el gobierno estadounidense hicieron posible una tasa baja de inflación.

## 1.4. Factor común

Las tres revoluciones industriales tuvieron como motor principal el surgimiento de un nuevo tipo de energía. Las formas de producción sufrieron un jaque cada vez que surgía un tipo de energía con mayor potencial que los anteriores. El impacto que tuvieron las formas de producción se manifestó de igual forma en el trabajo. El trabajo ha sido una parte esencial en el desarrollo de la humanidad desde siempre, su sentido y sus formas han tenido cambios importantes que han desembocaron en drásticos cambios tanto en el desarrollo individual como en el colectivo.

Como común denominador, está el progreso que cada una de estas ha traído a diversos sectores como son: ciencia, industria, finanzas, agricultura, etc. Modernizando comunidades y mejorando el estilo de vida. En los 270 años de revolución tecnológica las sociedades han vivido transformaciones sumamente drásticas que van desde la casi erradicación de enfermedades como la poliomielitis hasta el surgimiento de las aeronaves comerciales, esto sólo para dar una idea del alcance que éstas han tenido. A su vez es importante remarcar los cambios sociales y económicos que las tres han traído a la vida cotidiana de los seres humanos.

<b>Transición a la 4ª Revolución Industrial</b>			
<b>Aspectos</b>	<b>1ª Revolución Industrial</b>	<b>2ª Revolución Industrial</b>	<b>3ª Revolución Industrial</b>
Característica	- Mecanización	- Electricidad	- Informática - Digitalización
Fuentes de energía	- Carbón	- Gas - Petróleo - Electricidad	- Gas - Petróleo - Electricidad - Energías Renovables
Industrias	- Metalúrgica - Textil	- Química - Automotriz - Siderúrgica - Eléctrica - Petroquímica	- Informática - Microelectrónica - Aeroespacial - Robótica
Máquinas Base	- Máquina de vapor - Telar mecánico	- Motor de combustión interna - Motor eléctrico - Teléfono - Automóvil	- Computadora - Satélites - Internet
Países representantes	- Gran Bretaña	- Alemania - Estados Unidos - Japón	- Estados Unidos

Tabla 1.1: Características de las Revoluciones Industriales.

## 1.5. El papel del trabajo en las Revoluciones Industriales

El trabajo se distingue como una actividad propia del ser humano, la que, a su vez, hace una distinción entre quien lo debe realizar y cómo debe de hacerlo [2]. Siguiendo esta línea se puede apreciar como en la cultura clásica, el trabajo era considerado una actividad exclusiva de los esclavos, quienes realizaban toda clase de labores sumamente pesadas en términos físicos, muy distantes de aquellas relacionadas con el ocio, pensar o aquellas de corte militar (las cuales representaban un privilegio). El hecho de trabajar de forma ardua, pesada y con dificultad significaba un castigo, era considerada incluso una actividad corruptora que degradaba tanto a mujeres como esclavos. [Journal of Economic Research].

La idea del trabajo como una actividad degradante se mantuvo hasta la caída del Imperio romano.

Una vez dentro de la era judeocristiana la noción del trabajo cambió de concepción, la directriz que ahora rige el trabajo es ambivalente. Por un lado, dentro de la moral judeocristiana -esclava-, se asume como un castigo por haber infringido la ley de la obediencia a Dios y, por otro lado, el trabajar para agradar a Dios y servir a otros. Se sufre al trabajar, pero este sufrimiento se convierte en condición de salvación: El trabajo dignifica al hombre. De manera que, la condición de dignidad hace que el trabajar se convierta en una obligación para poder ser digno.

Es con el surgimiento de la era moderna que se reorganizan las sociedades y con ello el trabajo. En estas nuevas estructuras la riqueza ya no se medía a través de la propiedad de tierras como solía serlo durante la Edad Media, sino que ahora se medía con la propiedad de dinero y/o productos comerciales. Los cambios sociales que trajeron La Ilustración y La Primera Revolución Industrial forjaron una nueva forma de entender el trabajo. El trabajo pasó a ser una actividad con un enfoque más humanista pues se entiende como un bien a la comunidad. Propiciaba la socialización y la formación de identidades tanto de manera colectiva como individual.

Es con la llegada de la modernidad que el trabajo adquiere un papel protagónico en la vida del individuo. El trabajo se empieza a vislumbrar como una actividad creadora, sinónimo de obra, tomando el rol de eje rector de la sociedad. [2].

Es a través del trabajo que las personas pueden estar dentro del modelo económico de la edad moderna, el capitalismo. Para poder pertenecer al modelo capitalista (acumular capital, estar dentro de un régimen salarial, inserción sociopolítica y considerarse propietario), era necesario contar con una forma de trabajo; dicha forma fue el empleo, siendo la forma de trabajo más común e importante en la Edad Moderna.

En las sociedades capitalistas, el empleo se convirtió en el referente predilecto de trabajo. El empleo configuraba y, sigue configurando, como las personas establecían relaciones interpersonales, manejaban su tiempo. De esta manera, el empleo se consolida como una actividad que genera un estado ideal para el individuo, por la identidad que este le proporciona a quien lo posee, de la misma forma le permite estar dentro del marco lógico capitalista.

Es de esta forma que contar con un trabajo se relaciona con una serie de motivaciones que sobrepasan la actividad laboral en sí misma. La serie de vínculos que trae consigo como son las relaciones sociales, la satisfacción y crecimiento personal, etcétera. Se valora a quien trabaja, así como el tipo de trabajo y dónde lo realiza. La evolución del trabajo se puede observar en que la calidad del trabajo también cobra importancia.

De esta forma se distinguen varios estudios que presentan las diferentes maneras en las que el trabajo adquiere significado para los individuos. La tenencia de empleo como actividad central de la vida del individuo; es de esta forma que los individuos tienen cierto control sobre sus vidas y se logra estar motivado. Jahoda lo denomina como funciones latentes del empleo, definiéndolas como aquellas que justifican la motivación hacia el empleo, incluso en situaciones de salario bajo. Jahoda señala cinco funciones latentes específicas: a) impone una estructura del tiempo; b) implica relaciones con personas que son ajenas a la familia; c) vincula al individuo a metas y propósitos; d) proporciona un estatus social y clarifica la identidad social; e) requiere una actividad habitual y cotidiana.

Siguiendo la línea de ideas de la autora se sugiere que el trabajo se constituye en un valor que va más de allá de suplir las necesidades económicas básicas, sino que además como un aspecto expresivo (identidad) y final (metas). [5]

Buendía en Psicopatología del desempleo asegura que los individuos que no tienen empleo manifiestan diversas afectaciones a nivel psicológico, incluso si tienen asegurado su ingreso económico, el malestar se llega a presentar por el hecho de la experiencia de no trabajar. Varias de las investigaciones respecto al empleo y desempleo hacen referencia a las consecuencias de estar desempleado, y con mayor énfasis en aspectos psicológicos.

Los estudios de Jahoda [15], menciona que las personas al no contar con una actividad en la cual ocupen el tiempo y puedan consolidar sus relaciones, proyecten metas y logren identificarse con dicha actividad, deterioran su salud mental, autoestima y su estatus social empieza a disminuir.

El significado del trabajo fue cambiando de forma importante desde la década de 1930 hasta 1990. Durante la década de 1930 la finalidad principal del trabajo se reducía a: identidad, noción del tiempo, metas, relaciones sociales, hábito; para los años 50's el significado se había trasladado a: relaciones sociales, mantenerse ocupado, justifica la existencia, respeto por sí mismo, mantener buena salud; para la década de 1990 se refiere a: importancia absoluta o relativa del trabajo, derechos y deberes en el trabajo, representaciones cognitivas con el fin del trabajo, lo que se espera del trabajo, identidad con la tarea/la organización.

A continuación, se hace un desglose de diferentes estudios sobre el significado del trabajo entre 1991-2016.

En el proceso de construcción del significado del trabajo intervienen diversos aspectos o elementos de índole psicosocial que con el avance tecnológico se van haciendo cada vez más palpables. Como observamos en el cuadro de arriba cada vez los trabajadores buscan experiencias significativas y ligadas a un propósito mayor. La optimización de tareas rutinarias permite que los individuos decidan ocupar su tiempo en aquellas actividades que les brinde un "sentido" a su existencia.

Autor/es año publicación	Significado del trabajo	Variables estudiadas
-Ruiz Quintanilla, 1991	El significado del trabajo se comprende a través de los contextos culturales, por considerarse un proceso subjetivo de interpretación.	Factores culturales, sociales, grupales e individuales.
-Claes y Ruiz-Quintanilla, 1993	El significado varía por el ambiente laboral, trabajos atípicos, desajuste en el bienestar, carrera, cambios en la centralidad y aumento en la instrumentalidad (dinero)	Las variables fueron las consideradas en el MOW, se tiene en cuenta el tiempo en que dura el empleo. Patrones de trabajo
-Salanova et al., 1996	El significado del trabajo se configura por la relación con el trabajo y las once funciones psicológicas de la actividad.	Once funciones del trabajo, valores,
-Crespo et al., 1998	La diferenciación social del significado del trabajo. Entendimiento del desarrollo de un contexto plural y fragmentado	Análisis del discurso de las dimensiones del significado del trabajo. Nivel de estudios.
-Harpaz, 1999	Los valores colectivos han sido reemplazados por la centralidad del trabajo.	Valores colectivos. Centralidad del trabajo. Estudio entre 1981 y 1993 en Israel.
-Gracia et al., 2001	El significado del trabajo se configura a lo largo de la vida, va cambiando según los empleos que se tenga y el contexto en el que se presenta	Índices como Deber, Instrumental, Tiempo, Expresivo, Derecho, Población estudiada Jóvenes
-Kuchinke et al., 2009	Configuración del significado del trabajo según la cultura y la relación que se gesta con la labor, que se refleja en términos de satisfacción	Contexto, Concepto de carrera.
-Rosso et al., 2010	Evolución del significado del trabajo, donde se proponen nuevas miradas de la forma en la que los individuos significan la actividad.	Se contemplan las diferentes variables de estudios empíricos, donde se esbozan diferentes abordajes del constructo Significado del trabajo

Figura 1.1: Estudios sobre el significado del trabajo (1991-2016)

Fuente: Figura tomada <http://www.scielo.org.co/pdf/psdc/v34n2/2011-7485-psdc-34-02-00120.pdf>

Autor/es año publicación	Significado del trabajo	Variables estudiadas
-Ochoa, 2012	El significado del trabajo como construcción social plural, que integra variables grupales e individuales, para su configuración.	Análisis factorial, análisis textual de las categorías. Centralidad del trabajo, familia y relaciones interpersonales.
-Dakduk y Torres, 2013	Las condiciones laborales como proveedoras de contextos propiciadores de satisfacción, que hacen que el significado se reinvente para brindar equilibrio.	Retoma las once funciones psicosociales del trabajo
-Exioto y Borges, 2015	Significado que se permea por los cambios en el contexto. Relevancia de la carrera para los trabajadores.	Motivación hacia el trabajo en el sector de trabajo metalúrgico
-Silva, Carvalho-Freitas y Brigenti, 2015	Se configura como el reconocimiento por las actividades desarrolladas y el prestigio recibido al ejecutarlas	Trabajadores voluntarios. Altruismo y expectativas
Romero, 2016	Configuración del significado del trabajo bajo una óptica bipolar, por las condiciones laborales.	Condiciones laborales, Burnout, engagement, bienestar laboral general, contexto transformador del trabajo.

Figura 1.2: Estudios sobre el significado del trabajo (1991-2016)

Fuente: Figura tomada <http://www.scielo.org.co/pdf/psdc/v34n2/2011-7485-psdc-34-02-00120.pdf>



# Capítulo 2

## Megatendencias Tecnológicas

¿Qué cambios definen esta revolución industrial?

Existen innumerables listados de las distintas tecnologías que representa este cambio en el paradigma industrial. Estos descubrimientos científicos parecen infinitos y tocan varias áreas del conocimiento. Es por tal que nos hemos basado en la selección del Fondo Económico Mundial.

La característica principal que define a todos estos desarrollos tecnológicos es que: “aprovechan el poder de penetración que tienen la digitalización y las tecnologías de la información. Todas las innovaciones descritas en este capítulo son posibles y se mejoran a través del poder digital. Todos los avances científicos y tecnológicos en este punto son inteligibles por ejemplo, la secuenciación genética no podría ser posible sin los avances en la potencia de cómputo y el análisis de datos. Del mismo modo, los robots avanzados no existirían sin la inteligencia artificial, que en sí misma depende, en gran medida, de la potencia de cómputo.” [20].

La cuarta revolución industrial también llamada industria 4.0 se guía por los siguientes principios:

**Interoperabilidad:** La capacidad de los dispositivos, vehículos, edificios y personas para comunicarse y procesar información entre sí a través de Internet de las cosas (IoT).

**Transparencia informativa:** La creación de una copia virtual o "gemelo digital" del mundo físico utilizando datos de sensores para representar un sistema completo, por ejemplo, una planta de fabricación o centro de contacto.

**Asistencia técnica:** El uso de herramientas de información para apoyar la toma de decisiones a través de la rápida agregación y visualización de datos de proceso, así como herramientas físicas que ayudan o reemplazan el esfuerzo humano para tareas exigentes o peligrosas.

**Decisiones descentralizadas:** La capacidad de los sistemas basados en computadora de tomar sus propias decisiones para eventos regulares en un sistema, solo buscando la supervisión humana cuando ocurre un evento excepcional o confuso.

Según la clasificación de Schwab hay tres grandes grupos que componen todo el espectro de dichos avances: físicos, digitales y biológicos. Como recién se mencionó, los avances en estos tres rubros están íntimamente relacionados ya que a través de

una innovación en uno otro se beneficia.

Debido a los objetivos esta tesis tomaremos en cuenta la clasificación basada en los nueve pilares tecnológicos.

## 2.1. Big Data

Big data son los datos que contienen una mayor variedad y que se presentan en volúmenes crecientes y a una velocidad superior. A esto se le conoce como "las tres V".

El big data está formado por conjuntos de datos de mayor tamaño y más complejos, especialmente procedentes de nuevas fuentes de datos. Estos conjuntos de datos son tan voluminosos que el software de procesamiento de datos convencional sencillamente no puede gestionarlos. Sin embargo, estos volúmenes masivos de datos pueden utilizarse para abordar problemas empresariales que antes no hubiera sido posible solucionar.

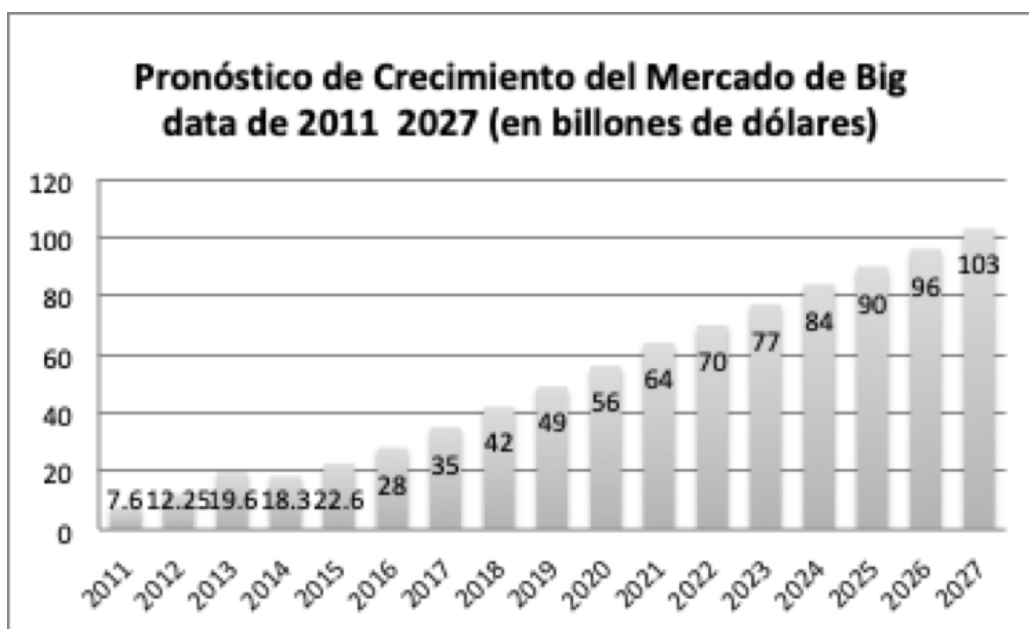


Figura 2.1: Principales Balanza comercial (1995-2017)

Fuente: Figura tomada Wikibon, SiliconAgile, 2018

/img/10/7.pdf el día 20/octubre/2019.

Como se muestra en la gráfica anterior las perspectiva para el crecimiento del mercado del Big data es hacia arriba y a una escala bastante importante. Sin embargo, todavía hay escépticos en la industria. Algunas mujeres y hombres de negocios se preguntan si no es otra forma de decir análisis de datos. Es verdad que están relacionados, el movimiento del big data, como el de análisis de datos antes, busca recolectar inteligencia de los datos y transformarlos a un ventaja de negocio. De cualquier manera existen tres diferencias clave.

### **Volumen**

En 2012 creábamos alrededor de 2.5 exabytes de datos por día, ese número ha crecido al doble cada 40 meses. Cada vez hay mayor cantidad de datos cruzando el océano del internet. Esto da a las compañías una oportunidad de trabajar con pentabytes de datos en un sólo dataset. Por ejemplo, se estima que Walmart colecta más de 2.5 pentabytes de datos cada hora sólo de las transacciones de sus clientes.

### **Velocidad**

Para muchas aplicaciones, la rapidez de la generación de datos es incluso más importante que el volumen. Información a tiempo real o casi tiempo real hace posible para una compañía ser mucho más ágil que su competencia.

### **Variedad**

Big data toma la forma de mensajes, actualizaciones, imágenes publicadas en redes sociales; lecturas de sensores; señales de GPS de celulares y más. Muchas de las más importantes fuentes de datos son relativamente nuevas. La gran cantidad de información de redes sociales, por ejemplo, son tan antiguas como lo son las redes; Facebook fue lanzado a la red en 2004, Twitter en 2006. Lo mismo sucede con los smartphones y dispositivos móviles que ahora proveen de enormes redes de datos ligados a las actividades rutinarias de las personas. Al mismo tiempo, la disminución constante de los costos de todos los elementos de computación (almacenamiento, memoria, procesamiento, ancho de banda, etc.) significa que los enfoques intensivos en datos que antes eran costosos se están volviendo rápidamente económicos.

A medida que se digitaliza más y más actividad comercial, nuevas fuentes de información y equipos cada vez más baratos se combinan para llevarnos a una nueva era: qué grandes cantidades de información digital existen sobre prácticamente cualquier tema de interés para una empresa. Los teléfonos móviles, las compras en línea, las redes sociales, la comunicación electrónica, el GPS y la maquinaria instrumentada producen torrentes de datos como un subproducto de sus operaciones ordinarias. Cada uno de nosotros es ahora un generador de datos para caminar. Los datos disponibles a menudo no están estructurados, no están organizados en una base de datos, y son difíciles de manejar, pero hay una gran cantidad de señal en el ruido, simplemente esperando a ser liberados. La analítica aportó técnicas rigurosas a la toma de decisiones; Big Data es a la vez más simple y más poderoso. Como dice el director de investigación de Google, Peter Norvig: "No tenemos mejores algoritmos. Sólo tenemos más datos".

### **Blockchain**

El Blockchain o su traducción al español: cadena de bloques. Surge al permitir que la información digital sea distribuida mas no copiada, la tecnología blockchain creo la columna vertebral del nuevo internet. Originalmente fue utilizada para las

llamadas criptomonedas o criptomonedas, pero ahora la comunidad tech ha visto su verdadero potencial.

Blockchain es, en los términos más simples, una serie de registro de datos inmutable con marca de tiempo que es administrada por un grupo de computadoras que no son propiedad de una sola entidad. Cada uno de estos bloques de datos están asegurados y unidos entre sí mediante principios criptográficos (es decir, cadena).

Entonces, ¿qué tiene de especial y por qué decimos que tiene capacidades disruptivas en la industria? La red blockchain no tiene autoridad central: es la definición misma de un sistema democratizado. Dado que es un libro mayor compartido e inmutable, la información en él está abierta para que cualquiera y todos la vean. Por lo tanto, todo lo que se construye en la cadena de bloques es transparente por naturaleza y todos los involucrados son responsables de sus acciones.

Una cadena de bloques no tiene costo de transacción. (Un costo de infraestructura sí, pero sin costo de transacción). La cadena de bloques es una forma simple pero ingeniosa de pasar información de A a B de una manera totalmente automatizada y segura. Una de las partes en una transacción inicia el proceso creando un bloque. Este bloque es verificado por miles, quizás millones de computadoras distribuidas por la red. El bloque verificado se agrega a una cadena, que se almacena en la red, creando no solo un registro único, sino un registro único con un historial único. Falsificar un solo registro significaría falsificar toda la cadena en millones de instancias. Eso es virtualmente imposible. Bitcoin utiliza este modelo para transacciones monetarias, pero se puede implementar de muchas otras maneras.

¿Cómo funciona? Digamos que tenemos una hoja de cálculo que se duplica miles de veces en una red de computadoras. Luego imagine que esta red está diseñada para actualizar regularmente esta hoja de cálculo y usted tiene una comprensión básica de la cadena de bloques.

La información contenida en una cadena de bloques existe como una base de datos compartida, y continuamente reconciliada. Esta es una forma de usar la red que tiene beneficios obvios. La base de datos blockchain no se almacena en una sola ubicación, lo que significa que los registros que mantiene son verdaderamente públicos y fácilmente verificables. No existe una versión centralizada de esta información para que un hacker la corrompa. Alojado por millones de computadoras simultáneamente, sus datos son accesibles para cualquier persona en Internet.

Existen tres principales propiedades de la Teconlogia Blockchain: descentralización, transparencia e inmutabilidad.

En el caso del primer pilar, toda el flujo de información que corre en la red es centralizado. Por ejemplo, cuando se realiza una búsqueda en google se envía una consulta al servidor, que luego responde con la información relevante. Eso es simple cliente-servidor.

Los sistemas centralizados tienen varias vulnerabilidades; en primer lugar, debido a que están centralizados, todos los datos se almacenan en un solo lugar. Esto los convierte en objetivos fáciles para posibles piratas informáticos. Si el sistema centralizado pasara por una actualización de software, detendría todo el sistema ¿Qué pasa si la entidad centralizada de alguna manera se apaga por cualquier razón? De esa forma nadie podrá acceder a la información que posee En el peor de los casos, ¿qué

pasa si esta entidad se corrompe y es maliciosa? Si eso sucede, todos los datos que están dentro de la cadena de bloques se verán comprometidos. Entonces, ¿qué sucede si simplemente eliminamos esta entidad centralizada? En un sistema descentralizado, la información no es almacenada por una sola entidad. De hecho, todos en la red poseen la información.

En una red descentralizada, si desea interactuar con alguien, se puede hacer sin tener que recurrir a un tercero. Esa fue la ideología principal detrás de Bitcoins. Usted y solo usted está a cargo de su dinero. Puede enviar su dinero a quien quiera sin tener que pasar por un banco.

En cuanto a la transparencia es bastante interesante como sucede dentro de una cadena blockchain. La identidad de una persona se oculta a través de una criptografía compleja y se representa solo por su dirección pública. Por lo tanto, si busca el historial de transacciones de una persona, no verá "Juan envió 1 BTC" sino que verá: "1MF1bhsFLkBzzz9vpFYEmvwT2TbyCt7NZJ envió 1 BTC".

Entonces, si bien la identidad real de la persona es segura, aún verá todas las transacciones realizadas por su dirección pública. Este nivel de transparencia nunca antes había existido dentro de un sistema financiero. Agrega ese nivel adicional, y muy necesario, de responsabilidad que requieren algunas de estas instituciones más grandes.

La inmutabilidad, en el contexto de la cadena de bloques, significa que una vez que se ha ingresado algo en la cadena de bloques, no se puede alterar. Existen incontables casos de malversación de fondos que se pueden cortar de raíz si las personas saben que no pueden "trabajar los libros" y jugar con las cuentas de la empresa.

La razón por la cual blockchain obtiene esta propiedad es la de la función hash criptográfica. En términos simples, el hash significa tomar una cadena de entrada de cualquier longitud y dar una salida de una longitud fija. En el contexto de las criptomonedas como bitcoin, las transacciones se toman como una entrada y se ejecutan a través de un algoritmo de hash (bitcoin usa SHA-256) que proporciona una salida de una longitud fija.

La cadena de bloques es mantenida por una red de igual a igual. La red es una colección de nodos que están interconectados entre sí. Los nodos son computadoras individuales que toman la entrada y realizan una función en ellas y dan una salida. La cadena de bloques utiliza un tipo especial de red llamada red de igual a igual" que divide toda su carga de trabajo entre los participantes, que son todos igualmente privilegiados, llamados "pares". Ya no hay un servidor central, ahora hay varios pares distribuidos y descentralizados.

Uno de los principales usos de la red peer-to-peer es el intercambio de archivos, también llamado torrenting. Si va a utilizar un modelo cliente-servidor para la descarga, generalmente es extremadamente lento y depende completamente de la salud del servidor. Además, como dijimos, es propenso a la censura.

Sin embargo, en un sistema de igual a igual (peer to peer), no hay una autoridad central y, por lo tanto, incluso si uno de los pares de la red se sale de la carrera, todavía tiene más pares para descargar. Además, no está sujeto a los estándares idealistas de un sistema central, por lo tanto, no es propenso a la censura.

La estructura de red entre pares en las criptomonedas está estructurada de acuerdo

con el mecanismo de consenso que están utilizando. Para criptos como Bitcoin y Ethereum que utilizan un mecanismo de consenso de prueba de trabajo normal, todos los nodos tienen el mismo privilegio. La idea es crear una red igualitaria. Los nodos no tienen privilegios especiales, sin embargo, sus funciones y grado de participación pueden diferir. No hay un servidor/entidad centralizada, ni hay una jerarquía. Es una topología plana.

## 2.2. Simulación

La simulación no es algo que nació con la cuarta revolución industrial. Sin embargo, si representa uno de los pilares más importantes de ésta. La simulación computacional es vital para garantizar que el resultado de un producto/proyecto sea lo que se espera. El modelado de simulación es el método de usar modelos de un sistema real o imaginado o un proceso para comprender mejor o predecir el comportamiento del sistema o proceso modelado. Como representación analógica, se construye un modelo físico, matemático u otro tipo de modelo. Como tal, la simulación y el modelado son al menos tan antiguos como el primer uso de piezas de madera o piedra para representar unidades militares en un juego de ajedrez. Sin embargo, cuando se refiere a la historia de la simulación, generalmente nos referimos a la era moderna de la simulación basada en las matemáticas. El primer modelo matemático moderno y el primer uso documentado del método Monte Carlo, como se conoce hoy en día, generalmente se considera que fue originado con el experimento de agujas de Buffon-Laplace en 1777. El experimento es "tirar" agujas sobre un plano con líneas paralelas igualmente espaciadas para estimar el valor de  $\pi$ .

Sin embargo, la "era dorada" del modelado de simulación llegó a mediados de la década de 1940, cuando dos desarrollos importantes sientan las bases para el rápido crecimiento del campo de la simulación: con la construcción de la primera electrónica de uso general de computadoras como ENIAC y el trabajo de Stanislaw Ulam, John von Neumann y otros para usar el Método Monte Carlo en computadoras electrónicas para resolver ciertos problemas en la difusión de neutrones que surgieron en el diseño de la bomba de hidrógeno [1] Auflage].

Hoy en día, el uso de modelos de simulación en ciencias e ingeniería está bien establecida. En ingeniería, el modelado de simulación ayuda a reducir costos y acortar los ciclos de desarrollo, aumentar la calidad de los productos y facilitar enormemente la gestión del conocimiento. A través de diversos softwares y datos varios los profesionales pueden realizar distintos análisis de como: análisis de fluidos, térmicos, dinámicos, estáticos, electromagnéticos, entre otros. Estos análisis son necesarios para disminuir tiempos de diseño y desarrollo, así como disminución significativa del error.

En las últimas décadas, la simulación por computadora se ha convertido en una herramienta indispensable para comprender la dinámica de sistemas de negocios. Muchas empresas exitosas utilizan intensivamente la simulación como instrumento para la planificación operativa y estratégica. En el paradigma de simulación moderno, la conectividad de una simulación generalmente implica un modelo que integra una base de datos estática de variables de negocios, un frontend fácil de usar y herramientas

adicionales de soporte de decisiones, como sistemas expertos (ES) o sistemas de apoyo a la decisión grupal (GDSS).

La simulación ha sido utilizada principalmente para desarrollar soluciones independientes con un alcance y una vida útil limitados. Sin embargo, la penetración de la simulación por computadora en varias áreas de los procesos de negocios ha resultado en la necesidad de conectar los modelos de simulación utilizados en diferentes partes de una organización. Por ejemplo, integrando modelos de varias partes de una organización, un sistema de simulación distribuida conjunta puede construirse para conducir simulaciones de sistemas de negocios a gran escala, que ofrecen una visión general de la organización modelada. Este desarrollo trajo cambios en los requisitos para el modelo de diseño simulación. Modelos independientes, accesibles solo para expertos en simulación están siendo reemplazados por modelos que puedan conectarse a varias fuentes de datos y destinos, controlados o incluso modificados a través de interfaces fáciles de usar u otras aplicaciones.

Con la llegada de la industria 4.0 ha llegado también un cambio de paradigma en el ámbito de la simulación. El paradigma de la Industria 4.0 requiere modelado de fabricación y otros sistemas a través del concepto de fábrica virtual y el uso de inteligencia artificial avanzada (cognitiva) para el control de procesos, que incluye ajuste autónomo a los sistemas operativos (autoorganización). El nuevo paradigma de simulación está bien resumido en el concepto de "Gemelo Digital". El concepto de digital Twin extiende el uso del modelado de simulación a todas las fases del ciclo de vida del producto, donde los productos se desarrollan y prueban por primera vez con todo detalle en un entorno virtual, y las fases posteriores utilizan la información generada y recogido por las fases anteriores del ciclo de vida del producto. Combinando los datos de la vida real con los modelos de simulación de el diseño permite predicciones precisas de productividad y mantenimiento basadas en datos realistas.

Debido al acortamiento de los ciclos de desarrollo de productos, los fabricantes han tenido que pasar de los procesos de diseño tradicionales y prácticas, que utilizaban un enfoque de compilarlo y modificarlo, y en su lugar se debe adoptar un enfoque de diseño de sistemas que ha demostrado ser una parte esencial del proceso de diseño dentro de las industrias aeroespacial y automotriz para muchos años. A través de la gestión de requisitos formales, y el desarrollo de modelos dinámicos de alta fidelidad utilizados en simulaciones del sistema, los fabricantes pueden validar el diseño contra los requisitos en las primeras etapas del proceso. El modelo de alta fidelidad resultante de este proceso generalmente se denomina Digital Twin, un concepto prestado de programas espaciales. En misiones espaciales, cualquier cambio pueden ser fatal, por lo tanto, todas las modificaciones de un vehículo, sonda o *rover* en una misión, se prueban de forma detallada al modelo de simulación del sistema para garantizar que el cambio produzca el efecto deseado. [)Auflage]

Hoy en día, la economía requiere una reacción rápida y flexible al mercado. Las demandas de los clientes se vuelven cada vez más dinámicas e impredecibles. Es difícil saber cómo reacciona su sistema logístico a los cambios futuros. Es posible que desee saber cuál es la mejor solución por ahora, pero también para el futuro. Esto es difícil de predecir con cálculos estáticos, porque los sistemas tienen muchas dependencias, que no son estáticas. La única herramienta que puede analizar y mejorar estos sistemas

complejos y dinámicos es la simulación.

## 2.3. Sistemas de integración horizontal y vertical

Con el surgimiento del internet de las cosas, big data y demás tecnologías derivadas de la creciente digitalización. Nace también la necesidad de una integración de sistemas. La consigna de la industria 4.0 podría ser la automatización y con esto hablamos justamente de integrar lo mayor posible los sistemas con los que se trabaja a diario.

La centralización o integración reduce riesgos, errores y simplifica las tareas que se realizan de manera rutinaria en cualquier organización. Haciendo más es eficiente en términos humanos y económicos los procesos.

Cuando se trata de integración horizontal, la industria 4.0 visualiza redes conectadas de sistemas ciberfísicos y empresariales que introducen niveles sin precedentes de automatización, flexibilidad y eficiencia operativa en los procesos de producción. Esta integración horizontal tiene lugar en varios niveles:

En la planta de producción: las máquinas y unidades de producción siempre conectadas se convierten en un objeto con propiedades bien definidas dentro de la red de producción. Comunican constantemente su estado de rendimiento y, juntos, responden de manera autónoma a los requisitos dinámicos de producción. El objetivo final es que los pisos de producción inteligentes puedan producir de manera rentable lotes de uno, así como reducir el tiempo de inactividad costoso a través del mantenimiento predictivo.

En múltiples instalaciones de producción: si una empresa ha distribuido instalaciones de producción, la industria 4.0 promueve la integración horizontal en los Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES) a nivel de planta. En este escenario, los datos de las instalaciones de producción (niveles de inventario, retrasos inesperados, etc.) se comparten sin problemas en toda la empresa y, cuando sea posible, las tareas de producción se trasladan automáticamente entre las instalaciones para responder rápida y eficientemente a las variables de producción. En toda la cadena de suministro: la industria 4.0 propone transparencia de datos y altos niveles de colaboración automatizada en toda la cadena de suministro y logística que abastece los procesos de producción en sí mismos, así como la cadena de flujo descendente que lleva los productos terminados al mercado. Los proveedores externos y los proveedores de servicios deben estar incorporados de forma segura pero estricta horizontalmente en los sistemas de control de producción y logística de la empresa. La integración vertical en la industria 4.0 tiene como objetivo unir todas las capas lógicas dentro de la organización desde la capa de campo (es decir, el piso de producción) hasta I + D, garantía de calidad, gestión de productos, TI, ventas y marketing, etc. Los datos fluyen libremente y de forma transparente hacia arriba y hacia abajo en estas capas para que las decisiones estratégicas y tácticas puedan estar basadas en datos. La empresa de la industria 4.0 integrada verticalmente gana una ventaja competitiva crucial al poder responder de manera adecuada y con agilidad a las señales cambiantes del mercado y las nuevas oportunidades.



### 2.3.1. Integración vertical

Una empresa que se somete a integración vertical adquiere una empresa que opera en el proceso de producción de la misma industria. Algunas de las razones por las cuales las empresas optan por integrarse verticalmente incluyen el fortalecimiento de su cadena de suministro, la reducción de los costos de producción, la captura de ganancias ascendentes o descendentes, o el acceso a nuevos canales de distribución. Para hacer esto, una compañía adquiere otra que está antes o después en el proceso de la cadena de suministro.

Esta estrategia es importante para muchas empresas por varias razones. No sólo aumenta las ganancias de las operaciones recién adquiridas al vender sus productos directamente a los consumidores, sino que también garantiza la eficiencia en el proceso de producción y reduce los retrasos en la entrega y el transporte.

Las empresas pueden integrarse verticalmente de dos maneras: hacia atrás o hacia adelante. La integración hacia atrás ocurre cuando una compañía decide comprar otra compañía que hace un producto de entrada para el producto de la compañía adquirente. Por ejemplo, un fabricante de automóviles está experimentando una integración hacia atrás si adquiere un fabricante de neumáticos. Esto asegura al fabricante que tiene un suministro constante de neumáticos para seguir fabricando sus automóviles.

La integración directa se produce cuando una empresa decide tomar el control del proceso de postproducción. De modo que el fabricante de automóviles del ejemplo anterior puede adquirir un concesionario automotriz a través de la integración hacia adelante, el proceso de adquirir un negocio por delante de su propia cadena de suministro. Esto no sólo acerca al fabricante al consumidor, sino que también le da a la empresa más ingresos.

Algunos ejemplos de integración vertical incluyen:

- Adquisición de Google en 2011 del productor de teléfonos inteligentes Motorola.
- La compra de bosques de Ikea en 2015 en Rumania para suministrar sus propias materias primas.
- La integración de Amazon en hardware produciendo tabletas Kindle Fire

### 2.3.2. Integración horizontal

A diferencia de la integración vertical, la estrategia de integración horizontal ocurre cuando una empresa adquiere, se fusiona o crea otra u otras compañías que realizan una misma actividad; es decir, que producen bienes del mismo tipo o que incluso pueden ser sustitutos, generalmente con el fin de lograr cubrir otros segmentos del mercado y aumentar su participación y poder dentro del mismo.

Cuando una empresa desea crecer a través de la integración horizontal, su objetivo es adquirir una empresa similar en la misma industria.

Las empresas pueden optar por una integración horizontal para aumentar su tamaño, diversificar las ofertas de productos o servicios, lograr economías de escala o reducir la competencia. También pueden desear obtener acceso a nuevos clientes

o mercados, incluso en el extranjero. Por ejemplo, una tienda departamental puede optar por fusionarse con otra similar en otro país para iniciar operaciones en el extranjero.

El resultado de la integración horizontal, cuando tiene éxito, es la capacidad de producir más ingresos juntos en comparación con si compitieran independientemente. Además de esto, una empresa recién fusionada puede reducir los costos al compartir tecnología, marketing, investigación y desarrollo (I + D), producción y distribución.

Algunos ejemplos de integración horizontal incluyen: adquisición por parte de Marriott de Starwood Hotels Resorts Worldwide en 2016 en la industria hotelera; la compañía cervecera Anheuser-Busch InBev adquirió en 2016 al competidor SABMiller; adquisición de AstraZeneca en 2015 de ZS Pharma; adquisición de Instagram en 2012 por Facebook; adquisición de Pixar por parte de Disney en 2006.

Aunque una integración horizontal puede tener sentido desde el punto de vista comercial, la integración horizontal tiene desventajas para el mercado, especialmente cuando tienen éxito. Al fusionar dos compañías que operan juntas en la misma cadena de suministro, puede reducir la competencia, reduciendo así las opciones disponibles para los consumidores. Y si eso sucede, puede conducir a un monopolio, donde una compañía juega un papel dominante, controlando la disponibilidad, los precios y el suministro de productos y servicios.

La integración horizontal en la Industria 4.0 requiere el intercambio de datos fuera de la organización con proveedores, subcontratistas, socios y, en muchos casos, también con clientes. Este nivel de transparencia es altamente potenciador en términos de agilidad y flexibilidad de producción, pero plantea el desafío de garantizar que los datos de todas las partes interesadas se mantengan seguros y accesibles únicamente en función de la necesidad de saber.

## 2.4. Robots Autónomos

Un robot autónomo es un robot que pueden operar con un alto grado de autonomía, lo que es particularmente deseable en campos como la exploración espacial, tratamiento de aguas residuales y tareas que puedan resultar pesadas o tediosas para las personas, como limpieza de suelos, cortar el césped, etc.

Algunos modernos robots industriales son “autónomos” dentro de los límites estrictos de su entorno directo. Puede que no existan todos los grados de libertad en su entorno, pero el lugar de trabajo del robot industrial es difícil y, a menudo puede contener variables caóticas, impredecibles. Deberá determinarse la orientación exacta y la posición del siguiente objeto de trabajo y (en las fábricas más avanzadas) incluso el tipo de objeto y la tarea requerida. Esto puede variar impredecible (por lo menos desde el punto de vista del robot).

Un robot completamente autónomo tiene la capacidad de:

*Regla 1* Obtener información sobre el medio ambiente. *Regla 2* El trabajo durante un período prolongado sin intervención humana. *Regla 3* Moverse todo o parte de sí mismo a través de su entorno operativo, sin ayuda humana. *Regla 4* Evitar situaciones que son perjudiciales para las personas, los bienes o sí mismos, a menos que sean parte

de las especificaciones de diseño.

Poder aprender o adquirir nuevos conocimientos, como el ajuste de nuevos métodos para el cumplimiento de su tarea(s) o la adaptación a los cambios de entorno.

El clima que rodea la adopción de la robótica y la automatización también está cambiando. Los fabricantes estadounidenses están lidiando con desafíos que probablemente incentiven mayores inversión en tecnologías, incluidas aquellas tecnologías en la frontera de datos como inteligencia artificial. Estos desafíos incluyen el aumento de la competitividad global como aumentan las incertidumbres de la política comercial; y aquellos en casa, dado un trabajo de ajuste mercado. Para muchos fabricantes, estas tendencias han cambiado efectivamente el valor ecuación de automatización robótica. Estamos lejos de la era de la "fábrica de luces apagadas", donde los robots trabajan solos 24/7 en fábricas autónomas Y, integrando con éxito la tecnología de automatización en operaciones de fabricación en una escala significativa, mientras se cumple con la fuerza laboral necesita hacer que eso suceda, probablemente será mucho más fácil decirlo que hacerlo. Sin embargo, no debe haber ninguna duda de que estamos en camino hacia una mayor automatización.

Se espera que los robots tengan un gran impacto en la fuerza laboral de todo el mundo en los próximos años, con trabajos que involucran actividades manuales de rutina que corren mayor riesgo por la automatización. A fin de evaluar cómo la adopción de la robótica avanzada afectará el mercado laboral, el Boston Consulting Group realizó una encuesta a ejecutivos y gerentes de 1.314 empresas globales a principios de 2019.

La investigación encontró que el 67 por ciento de las empresas chinas esperan una reducción en el número de empleados debido a la automatización, junto con el 60 por ciento en Polonia y el 57 por ciento en Japón. Algunas compañías están en mayor riesgo que otras, ya que solo el 34 por ciento de las organizaciones en Italia esperan reducciones en comparación.

## 2.5. Internet de las cosas

Es un término del que escuchamos hablar constantemente. Internet de las cosas, Internet of Things o IoT por sus siglas en inglés, es un concepto un poco abstracto pero que ha estado ganando bastante popularidad en los últimos meses. La idea que intenta representar queda bastante bien ilustrada por su nombre, cosas cotidianas que se conectan al Internet, pero en realidad se trata de mucho más que eso.

Para entender de qué va el Internet de las cosas debemos también comprender que sus fundamentos no son en lo absoluto nuevos. Desde hace unos 30 años que se viene trabajando con la idea de hacer un poco más interactivos todos los objetos de uso cotidiano. Ideas como el hogar inteligente, también conocido como la casa del mañana, han evolucionado antes de que nos demos cuenta en el hogar conectado para entrar al Internet de las cosas.

El Internet de las cosas potencia objetos que antiguamente se conectaban mediante circuito cerrado, como comunicadores, cámaras, sensores, y demás, y les permite comunicarse globalmente mediante el uso de la red de redes.

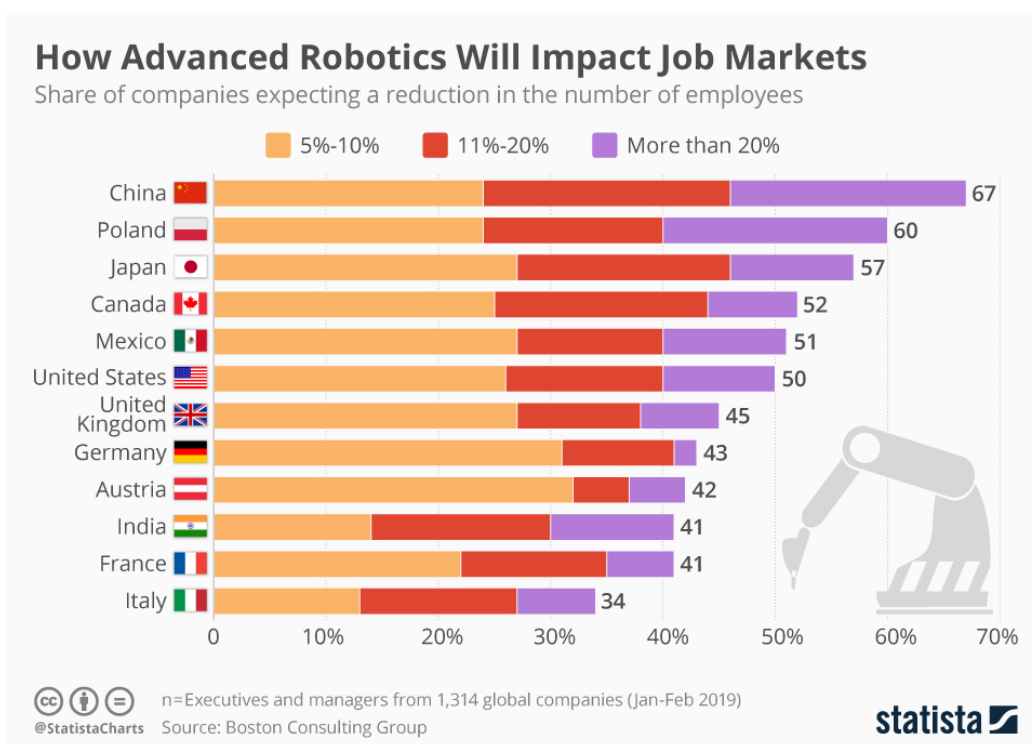


Figura 2.2: Cómo la robotización impactará los mercados

Fuente: Figura tomada <http://statista.com/img/10/7.pdf> el día 20/octubre/2019.

Si tuviéramos que dar una definición del Internet de las cosas probablemente lo mejor sería decir que se trata de una red que interconecta objetos físicos valiéndose del Internet. Los objetos se valen de sistemas embebidos, o lo que es lo mismo, hardware especializado que le permite no solo la conectividad al Internet, sino que además programa eventos específicos en función de las tareas que le sean dictadas remotamente.

No hay un tipo específico de objetos conectados al Internet de las cosas. En lugar de eso se les puede clasificar como objetos que funcionan como sensores y objetos que realizan acciones activas. Claro, los hay que cumplen ambas funciones de manera simultánea.

En cualquier caso, el principio es el mismo y la clave es la operación remota. Cada uno de los objetos conectados al Internet tiene una IP específica y mediante esa IP puede ser accedido para recibir instrucciones. Así mismo, puede contactar con un servidor externo y enviar los datos que recoja.

El sector privado donde el Internet de las Cosas se está haciendo cada vez más popular:

La industria de producción en masa: la maquinaria que se encarga de controlar los procesos de fabricación, robots ensambladores, sensores de temperatura, control de producción, todo está conectado al Internet en cada vez más empresas lo que permite centralizar el control de la infraestructura.

Control de infraestructura urbana: control de semáforos, puentes, vías de tren, cámaras urbanas. Cada vez más ciudades implementan este tipo de infraestructuras basadas en el Internet de las Cosas que permiten monitorear el correcto funcionamiento de sus estructuras además de adaptar más flexiblemente su funcionamiento ante nuevos eventos.

Control ambiental: una de las áreas en las que está teniendo más éxito el Internet de las cosas, pues permite acceder desde prácticamente cualquier parte a información de sensores atmosféricos, meteorológicos, y sísmicos.

Sector salud: cada vez más clínicas y hospitales alrededor del mundo confían en sistemas que le permiten al personal de salud monitorear activamente a los pacientes de manera ambulatoria y no invasiva.

También hay aplicaciones del Internet de las Cosas para el transporte, la industria energética, y prácticamente todos los sectores comerciales. Como hemos dicho, el gran pendiente es el mercado de consumo, o lo que es lo mismo, los hogares, un lugar al que probablemente es cuestión de tiempo para que veamos la gran explosión del IoT.

La empresa Big Blue está poniendo en práctica esa tecnología diminuta, desarrollando un sensor de gas de múltiples aplicaciones que podría ayudar a los aeropuertos a detectar y rastrear las amenazas bioquímicas, determinar si el filete en su refrigerador se ha estropeado o incluso diagnosticar el cáncer de seno y otras enfermedades simplemente analizando su aliento. Sensores como estos están impulsando una tendencia tecnológica relativamente nueva: el Internet de las cosas. En esencia, las cosas a las que se hace referencia en esta incómoda frase son máquinas integradas con sensores que recopilan, almacenan y analizan datos. Y como todos están vinculados a Internet, pueden cargar esos datos para su posterior procesamiento, descargar software actualizado y, a menudo, ser controlados desde lejos. La firma internacional de investigación Gartner estima que para fines del 2018, había 3.800 millones de cosas conectadas: automóviles inteligentes, detectores de humo, cerraduras de puertas, robots industriales, farolas, monitores cardíacos, trenes, turbinas eólicas, incluso raquetas de tenis y tostadoras. Para 2020, Gartner estima que habrá 25 mil millones de estos dispositivos inteligentes, transmitiéndonos pequeñas cantidades de datos a nosotros, a la nube y entre nosotros. El CEO saliente de Cisco, John Chambers, ha proclamado audazmente que habrá 50 mil millones de dispositivos en línea dentro de cinco años, con un mercado total de \$ 19 billones (todas las monedas en dólares estadounidenses). Otro líder en esta esfera, Siemens, ha dicho que estas cosas inteligentes están comenzando a impulsar una cuarta Revolución Industrial (después del vapor, la electricidad y las computadoras con cable).

Aunque también hay grandes retos tecnológicos para lograr tal conectividad, uno de ellos es la barrera del lenguaje. Los dispositivos domésticos inteligentes, uno de los reinos más desarrollados dentro de Internet de las cosas, actualmente hablan un idioma Babel de idiomas inalámbricos, según el fabricante. El termostato y el sistema HVAC de pueden comunicarse en Bluetooth, la nevera y la cafetera en ZigBee, las cerraduras y persianas en Z-Wave y el detector de humo en WiFi. Además, dar sentido a los datos producidos por estas máquinas, sin mencionar encontrar espacio para almacenar giga, tera, exa e incluso zettabytes, plantea un gran desafío. La seguridad es otra preocupación constante. Recientemente, un experto en TI demostró con

qué facilidad podía piratear una bomba de insulina controlada por radiofrecuencia y administrar remotamente dosis letales a un diabético. Otros expertos han afirmado que los hackers podrían, si están motivados, acceder al software en los automóviles inteligentes para tomar el control de su velocidad, frenos y dirección.

Pero los desafíos tecnológicos, por desalentadores que sean, preocupan menos a los expertos que los legales, sociales y regulatorios. Debido a que estas máquinas integradas en el sensor aumentarán drásticamente lo que podemos descubrir el uno del otro, podrían dar lugar a los llamados problemas Big Brother.

En primer lugar, ¿quién posee todos estos datos, de todos modos? ¿La información profundamente personal recopilada por un rastreador de ejercicios le pertenece al usuario o al fabricante? ¿Debería la policía poder acceder a los datos del vehículo en una investigación criminal? ¿Querrán los propietarios de automóviles que sus automóviles alerten a las autoridades y aseguradoras automáticamente después de cada defensa? Los nuevos sensores fabricados por Cisco pueden, cuando son usados por mineros, detectar la presencia de gases que amenazan la vida. Otros pueden sentir si los trabajadores (por ejemplo, en los campos petroleros o en los sitios de mega-construcción) se están moviendo o siguen quietos, tal vez lesionados. Pero también pueden ayudar a los empleadores a determinar con precisión cómo y dónde pasan sus empleados cada momento de trabajo.

Incluso con problemas peliagudos que se avecinan, estas máquinas inteligentes ya están alterando esferas tan diversas como el cuidado de la salud y la fabricación, la planificación de la ciudad, el transporte y la generación de energía, la agricultura y la gestión del hogar. Los dispositivos en sí pueden ser micro, pero están causando cambios macro en la forma en que vivimos y trabajamos.

## 2.6. Ciberseguridad

La seguridad informática, también conocida como ciberseguridad o seguridad de tecnología de la información, es el área relacionada con la informática y la telemática que se enfoca en la protección de la infraestructura computacional y todo lo relacionado con esta y, especialmente, la información contenida en una computadora o circulante a través de las redes de computadoras. Para ello existen una serie de estándares, protocolos, métodos, reglas, herramientas y leyes concebidas para minimizar los posibles riesgos a la infraestructura o a la información.

La ciberseguridad comprende software (bases de datos, metadatos, archivos), hardware, redes de computadoras y todo lo que la organización valore y signifique un riesgo si esta información confidencial llega a manos de otras personas, convirtiéndose, por ejemplo, en información privilegiada.

La definición de seguridad de la información no debe ser confundida con la de «seguridad informática», ya que esta última solo se encarga de la seguridad en el medio informático, pero la información puede encontrarse en diferentes medios o formas, y no solo en medios informáticos.

La seguridad informática también se refiere a la práctica de defender las computadoras y los servidores, los dispositivos móviles, los sistemas electrónicos, las redes

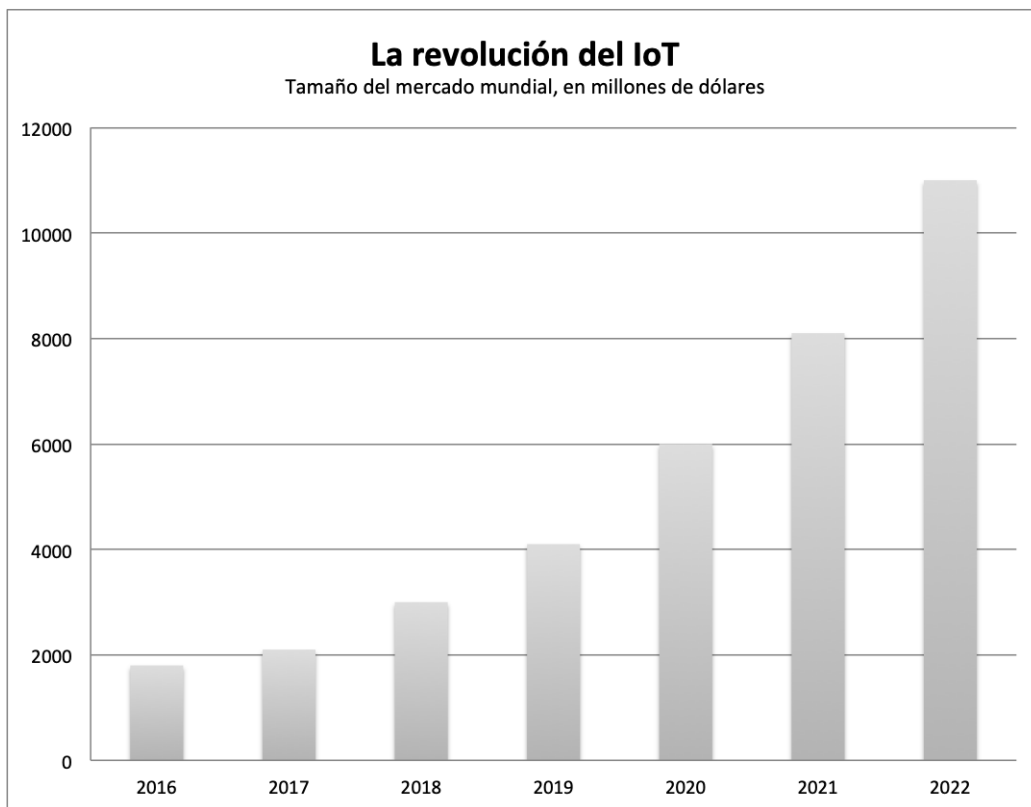


Figura 2.3: Predicción del crecimiento de la industria IoT

Fuente: Figura tomada de Expansión /img/10/7.pdf el día 20/octubre/2019.

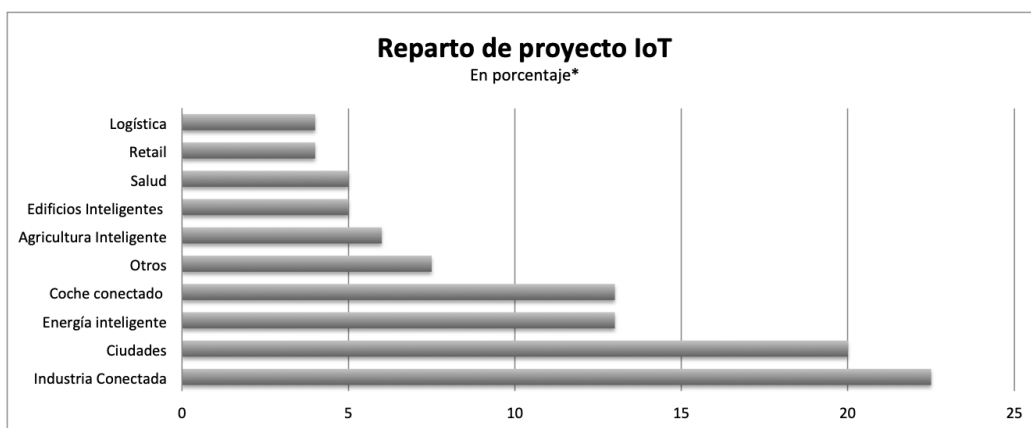


Figura 2.4: Industria IoT: Diversificación por tipos de proyectos

Fuente: Figura tomada de Expansión /img/10/7.pdf el día 20/octubre/2019.

y los datos de ataques maliciosos.

En resumen, la seguridad en un ambiente de red es la habilidad de identificar y

eliminar vulnerabilidades. Una definición general de seguridad debe también poner atención a la necesidad de salvaguardar la ventaja organizacional, incluyendo información y equipos físicos, tales como los mismos computadores. Nadie a cargo de seguridad debe determinar quién y cuándo puede tomar acciones apropiadas sobre un ítem en específico. Cuando se trata de la seguridad de una compañía, lo que es apropiado varía de organización en organización. Independientemente, cualquier compañía con una red debe tener una política de seguridad que se dirija a la conveniencia y la coordinación.

## 2.7. Fabricación aditiva

La Fabricación Aditiva consiste en la sucesiva superposición de capas micrométricas de material, normalmente en forma de polvo, hasta conseguir el objeto deseado. Esta modalidad de fabricación supone una nueva revolución industrial, íntimamente vinculada con el desarrollo de las TIC, y será la pieza angular de la fábrica de la era digital y del futuro industrial de los países desarrollados al permitir, entre otras ventajas, prescindir de herramientas y utillajes de fabricación, reproducir cualquier geometría que el ser humano pueda imaginar, ofrecer una respuesta inmediata a las cambiantes necesidades del mercado, y atender a la creciente demanda de diferenciación y personalización de los productos por parte de los consumidores.

La consolidación del material en cada una de las capas se consigue de manera distinta según la tecnología. Esta modalidad de fabricación supone una nueva revolución industrial, íntimamente vinculada con el desarrollo de las TIC, y es la pieza angular de la fábrica de la era digital y del futuro industrial de los países desarrollados al permitir, entre otras ventajas, prescindir de herramientas y utillajes de fabricación, reproducir cualquier geometría que el ser humano pueda imaginar, ofrecer una respuesta inmediata a las cambiantes necesidades del mercado, y atender a la creciente demanda de diferenciación y personalización de los productos por parte de los consumidores.

En las tres últimas décadas, se ha producido una transición hacia lo digital en todos los ámbitos y las fábricas no han sido ajenas a este fenómeno. Éstas han ido incorporando sistemas de Diseño Asistido por Computación (CAD) o softwares de Fabricación Asistida por Computador (CAM), así como autómatas y robots, la inspección de calidad mediante visión artificial, el control del avance de la producción en tiempo real (MES) o la modelización y recreación virtual de procesos y fábricas enteras con software de simulación (CAPE).

Todos estos avances han permitido procesar a gran velocidad ingentes cantidades de datos y manejar sistemas mecánicos, superando los límites conocidos de fiabilidad y precisión. Sin embargo, los procesos de fabricación, aunque asistidos por controles más avanzados siguen siendo mayormente tradicionales por arranque de material, por fundición o por inyección.

Estos métodos se enfrentan a limitaciones, ya no de control sino físicas, como la imposibilidad de realizar taladros curvos, las colisiones de herramientas con la pieza de geometría compleja, o las restricciones de ángulos de desmoldeo, etc., que bloquean



la creatividad y constituyen una barrera, muchas veces infranqueable, al desarrollo de nuevos productos de alto valor añadido o con nuevas funcionalidades.

#### Características de la Fabricación Aditiva

Según se recoge en el documento de Cotec, las tecnologías de Fabricación Aditiva, aprovechando el conocimiento de la era digital, permiten superar esas limitaciones y suponen una auténtica revolución respecto a los procesos tradicionales de fabricación al permitir fabricar por deposición controlada de material, capa a capa, aportando exclusivamente allí donde es necesario, hasta conseguir la geometría deseada, en lugar de arrancar material (mecanizado, troquelado, . . .), o conformar con ayuda de utillajes y moldes (fundición, inyección, plegado, . . .).

Son muy diversas las técnicas de Fabricación Aditiva, como la estereolitografía o el sinterizado selectivo láser, que permiten obtener piezas desde un archivo CAD 3D, “imprimiéndolas” de forma totalmente controlada sobre una superficie. Por eso, también se han empleado otros términos para referirse a ellas, como e-manufacturing (fabricación electrónica), Direct Manufacturing (fabricación directa) o Additive Layer Manufacturing-ALM (fabricación aditiva por capas).

### 2.7.1. Ejemplos de fabricación aditiva

SLA: tecnología de muy alta gama que utiliza tecnología láser para curar capa a capa de resina de fotopolímero (polímero que cambia las propiedades cuando se expone a la luz).

La construcción se produce en un grupo de resina. Un rayo láser, dirigido al conjunto de resina, traza el patrón de sección transversal del modelo para esa capa en particular y lo cura. Durante el ciclo de construcción, la plataforma sobre la cual se reposiciona la construcción, bajando en un solo espesor de capa. El proceso se repite hasta que se completa la construcción o el modelo y es fascinante de ver. Es posible que se necesite material especializado para agregar soporte a algunas características del modelo. Los modelos pueden mecanizarse y usarse como patrones para moldeo por inyección, termoformado u otros procesos de fundición.

FDM: orientado a procesos que implican el uso de materiales termoplásticos (polímeros que cambian a líquido tras la aplicación de calor y se solidifican a sólidos al enfriarse) materiales inyectados a través de boquillas de indexación en una plataforma. Las boquillas trazan el patrón de sección transversal para cada capa particular con el endurecimiento del material termoplástico antes de la aplicación de la siguiente capa. El proceso se repite hasta que se completa la construcción o el modelo y es fascinante de ver. Es posible que se necesite material especializado para agregar soporte a algunas características del modelo. Similar al SLA, los modelos se pueden mecanizar o usar como patrones. Muy fácil de usar y genial.

MJM: Multi-Jet Modeling es similar a una impresora de inyección de tinta en que un cabezal, capaz de desplazarse hacia adelante y hacia atrás (3 dimensiones- x, y, z) incorpora cientos de chorros pequeños para aplicar una capa de material termopolímero, capa por capa.

3DP: Esto implica construir un modelo en un recipiente lleno de polvo de material a base de almidón o yeso. Un cabezal de impresora de inyección de tinta aplica

una pequeña cantidad de aglutinante para formar una capa. Tras la aplicación del aglutinante, se aplica una nueva capa de polvo sobre la capa anterior con la aplicación de más aglutinante. El proceso se repite hasta que se completa el modelo. Como el modelo está soportado por polvo suelto, no hay necesidad de soporte. Además, este es el único proceso que se construye en colores.

SLS: Algo parecido a la tecnología SLA La sinterización selectiva por láser (SLS) utiliza un láser de alta potencia para fusionar pequeñas partículas de plástico, metal, cerámica o vidrio. Durante el ciclo de construcción, la plataforma sobre la cual se reposiciona la construcción, bajando en un solo espesor de capa. El proceso se repite hasta que se completa la compilación o el modelo. A diferencia de la tecnología SLA, el material de soporte no es necesario ya que la construcción está respaldada por material no sinterizado.

## 2.8. Realidad aumentada

La realidad aumentada (RA) es el término que se usa para describir al conjunto de tecnologías que permiten que un usuario visualice parte del mundo real a través de un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida por este dispositivo. Este dispositivo o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente; es decir, una parte sintética virtual a la real. De esta manera los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales creando así una realidad aumentada en tiempo real.

Además, Paul Milgram y Fumio Kishino (1994) definen la realidad de Milgram-Virtuality Continuum como un continuo que abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro. En el medio hay realidad aumentada (está más cerca del entorno real) y virtualidad aumentada (está más cerca del entorno virtual).

La realidad aumentada también supone la incorporación de datos e información digital en un entorno real, por medio del reconocimiento de patrones que se realiza mediante un software. En otras palabras, es una herramienta interactiva que está dando sus primeros pasos alrededor del mundo y que en unos años se verá en todas partes, corriendo y avanzando, sorprendiendo y alcanzando todas las disciplinas: videojuegos, medios de comunicación masiva, arquitectura, educación e incluso en la medicina. Llevará un mundo digital inimaginable al entorno real.

Hay varias diferencias destacables entre la realidad aumentada, la realidad virtual y la realidad mixta. Entre las que se pueden destacar las siguientes:

- La RV construye un mundo nuevo en el que nos sumergimos, mientras que, en la RA, nuestro propio mundo se convierte en el soporte, todo se produce en un entorno real, y gracias a la cámara y la pantalla de un dispositivo, podremos ver elementos que no están presentes en el mundo real y, también, interactuar con los mismos. Por su parte la realidad Mixta, (RM) es un híbrido entre la RV y la RA, que permite crear nuevos espacios en los que interactúan tanto objetos y/o personas reales como virtuales.

- La otra gran diferencia entre las tres, se encuentra en los dispositivos necesarios para su uso. Mientras la realidad virtual y la realidad mixta, necesitan de un elemento

aportado por el individuo como unas gafas o un dispositivo específico, en el caso de la realidad aumentada, bastaría una aplicación en el móvil o tablet.

## 2.9. Cloud Computing

El cloud computing es un conjunto de principios y enfoques que permite proporcionar infraestructura informática, servicios, plataformas y aplicaciones (que provienen de la nube) a los usuarios, según las soliciten y a través de una red. Las nubes son grupos de recursos virtuales (por ejemplo, el potencial de procesamiento en bruto, el almacenamiento o las aplicaciones basadas en la nube) que se coordinan mediante un software de gestión y automatización, para que los usuarios puedan acceder a ellos según lo soliciten, a través de los portales de autoservicio a los que dan soporte el escalado automático y la asignación dinámica de recursos. El cloud computing permite que los departamentos de TI no pierdan tiempo ampliando las implementaciones personalizadas al darle a las unidades empresariales el poder para solicitar e implementar sus propios recursos. Las nubes y el cloud computing no son tecnologías en sí mismas. Para utilizarlos se necesitan sistemas operativos, software de virtualización y herramientas de automatización y gestión. Los sistemas operativos configuran las redes e interfaces de usuario host; la virtualización extrae los recursos y los agrupa en las nubes; el software de automatización asigna esos recursos, y las herramientas de gestión suministran nuevos entornos. Algunos proyectos, como OpenStack R (la base para Red Hat R OpenStack Platform), integran la mayoría de esas tecnologías en sistemas fáciles de implementar, y funcionan como una sola solución para desarrollar y coordinar las nubes.

La computación en la nube puede significar muchas cosas diferentes en estos días, pero hay tres categorías principales de servicios de computación en la nube. Es posible que haya escuchado acerca de estos o los use ya; Software como servicio (SaaS), por ejemplo - Microsoft 365, Plataforma como servicio (PaaS), ejemplo - salesforce.com e Infraestructura como servicio (IaaS), ejemplo - Rackspace.

Ha habido una evolución significativa en la forma en que guardamos, almacenamos y accedemos a los datos. Ya no necesita guardar documentos en un dispositivo en particular. Puede acceder a archivos y datos personales desde cualquier lugar con una conexión de servicio de Internet sólida, en cualquier momento. Eso es todo por la tecnología en la nube. El mercado de almacenamiento en la nube también le da a elegir.

Hay disponible una variedad de proveedores de almacenamiento en la nube, muchos de los cuales ofrecen espacio de almacenamiento gratuito. Fuera con el almacenamiento de archivos en disquetes, CD e incluso unidades flash USB, con proveedores de almacenamiento en la nube como Dropbox, Box.com y Backblaze. (Sitios como Cloudwards le permiten comparar una variedad de diferentes proveedores de almacenamiento en la nube en un solo lugar).

A través de una conexión de servicio de Internet, el almacenamiento en la nube funciona permitiendo a los usuarios acceder y descargar datos en cualquier dispositivo elegido, como una computadora portátil, tableta o teléfono inteligente. Los usuarios

de almacenamiento en la nube también pueden editar documentos simultáneamente con otros usuarios, lo que facilita el trabajo fuera de la oficina.

Dependiendo de las necesidades específicas, los precios varían para el almacenamiento en la nube. Como usuario individual, generalmente puede obtener cantidades iniciales de almacenamiento en la nube de forma gratuita, como 5 GB con Apple iCloud, que no hace mucho tiempo se ocupó de algunos problemas de seguridad en la nube muy publicitados. Tienes que pagar una tarifa por almacenamiento adicional. Los modelos de precios comunes incluyen tarifas mensuales o anuales, según los servicios que esté utilizando.

Para comprender el funcionamiento de un sistema en la nube, es más fácil dividirlo en dos secciones: el extremo frontal y el extremo posterior. Están conectados entre sí a través de una red, generalmente Internet. El front end es el lado del usuario o cliente de la computadora. El back-end es la sección "la nube" del sistema.

El front-end consiste en la computadora o red informática del cliente. También la aplicación esencial para acceder al sistema de computación en la nube. No es necesario que todos los sistemas de computación en la nube tengan la misma interfaz de usuario.

En el extremo posterior del sistema de tecnología en la nube, hay varias computadoras, servidores y sistemas de almacenamiento de datos que forman la nube. Un sistema de computación en la nube podría incluir cualquier programa de computadora, desde el procesamiento de datos hasta los videojuegos. En general, cada aplicación tendrá su propio servidor dedicado.

Las grandes empresas a menudo requieren cientos de dispositivos de almacenamiento digital. Los sistemas de computación en la nube necesitan al menos el doble de dispositivos de almacenamiento para mantener almacenada la información del cliente. Esto se debe a que estos dispositivos ocasionalmente se rompen. Un sistema en la nube hace copias de la información de los clientes para almacenarla en otros dispositivos. Este método de hacer copias de datos como copia de seguridad se llama redundancia.

Un servidor central gestiona el sistema en la nube. Su propósito es administrar el tráfico y las demandas de los clientes para garantizar que todo funcione sin problemas. Persigue un conjunto de reglas llamadas protocolos y utiliza un tipo especial de software conocido como middleware. Middleware permite que las computadoras en red se comuniquen entre sí.

Si el proveedor de servicios en la nube o la empresa de tecnología en la nube tiene varios clientes, es probable que haya una gran demanda de espacio de almacenamiento. Es posible engañar a un servidor físico para que piense que en realidad se trata de varios servidores, cada uno de los cuales ejecuta su propio sistema operativo independiente. Esta técnica se conoce como virtualización del servidor, que reduce la necesidad de máquinas físicas. Este método maximiza la salida de servidores individuales.

## Capítulo 3

# México y su papel en la Cuarta Revolución Industrial

México como economía emergente tiene un volumen importante de empleos generados a partir de la inversión extranjera directa. Es claro que los países en desarrollo son atractivos para las transnacionales por su mano de obra barata y los beneficios fiscales que éstos ofrecen; sin embargo con el crecimiento exponencial de tecnologías que facilitan la automatización de aquellos trabajos manuales o de nivel medio de preparación (repetitivos), ya no será tan conveniente mudar operaciones a países como India, Colombia o México.

Resulta obvio que el esquema ha cambiado y ahora la mano de obra barata no figura dentro de la directriz de las empresas, siendo la innovación la que está al mando y no la reducción de costos.

Si bien no es posible demostrar una causalidad directa entre las tasas de inversión en investigación y desarrollo y los resultados en términos de aumento del PIB, es cierto que un nivel creciente de inversión en investigación y desarrollo generalmente se correlaciona con mejores resultados de crecimiento del PIB. Pero ¿cuánto deberían invertir los países en investigación y desarrollo, y de qué tipo, para garantizar a sus ciudadanos los beneficios materiales que la ciencia y la tecnología pueden aportar? Alternativamente, dados los muchos reclamos competitivos sobre los escasos recursos públicos, ¿cuál sería un nivel de inversión “apropiado” para los países con diferentes niveles de desarrollo económico?

Cuando las actividades nacionales en investigación y desarrollo se toman en su conjunto, se ve que las naciones industrializadas ricas (Australia, Canadá, Japón, Corea del Sur, Estados Unidos y el norte y oeste de Europa) gastan entre el 1.5 y el 3.8 por ciento de su PIB en investigación y desarrollo, mientras que los países de Europa oriental y meridional tienden a tener índices de  $I + D / PIB$  inferiores al 1,5 por ciento. Está claro que los países que realizan grandes inversiones en investigación y desarrollo también tienen una industria y servicios industriales de alta tecnología. sectores. Y es de destacar que el sector privado financia la mayor parte de la investigación en estos países.

Por el contrario, cuanto menor sea el ingreso per cápita de un país, mayor será el papel del gobierno en la financiación de la investigación y el desarrollo. Con severas

presiones competitivas para presupuestos gubernamentales limitados, el resultado es un gasto general modesto para investigación y desarrollo y relaciones relativamente bajas de  $I + D / \text{PIB}$ . Si bien las naciones en desarrollo con grandes economías se han acercado a las relaciones de  $I + D / \text{PIB}$  de los países de la OCDE (por ejemplo, India asigna 1.2 por ciento; Brasil, 0.91 por ciento; y China, 0.69 por ciento), la mayoría de las naciones en desarrollo dedican menos del 0.5 por ciento de sus países. PIB a investigación y desarrollo.

Esta situación hace que sea esencial que los esfuerzos para mejorar la capacidad general en ciencia y tecnología se acompañen de un mayor gasto público en investigación y desarrollo, con inversiones iniciales que normalmente se producen en el extremo de desarrollo del espectro y que apoyen una investigación más fundamental a medida que la economía crece. Los gobiernos nacionales en las naciones en desarrollo deberían aumentar su gasto considerablemente, ciertamente por encima del 1 por ciento del PIB y preferiblemente más cerca del 1,5 por ciento, si hay alguna esperanza de no quedarse más atrás de los estados industrializados.

Existen precedentes. Las economías exitosas, como las de los "Tigres de Asia Oriental", han logrado mucho al centrarse en la educación e invertir en investigación y desarrollo. Las cifras de Corea del Sur (2.55 por ciento), Taiwán-China (1.97 por ciento) y Singapur (1.47 por ciento), y los considerables beneficios materiales que se acumulan para la gente de esos países, son historias de éxito reconocidas

Una fuerte capacidad de innovación puede traducirse en un desarrollo industrial y económico acelerado en lo que se puede denominar una espiral positiva de refuerzo mutuo. Sin embargo, el Panel de Estudio también está convencido de que limitar las acciones en ciencia y tecnología a las necesidades utilitarias del 'sector productivo' limitará la efectividad del esfuerzo en este entorno que cambia rápidamente, especialmente en áreas donde el conocimiento científico y tecnológico es probable para jugar un papel exponencialmente creciente.

### 3.1. Inversión en ciencia y tecnología

La inversión en ciencia, tecnología e innovación es un indicador bastante confiable en cuanto a desarrollo y crecimiento de un país. Es en las últimas décadas que esto se ha afianzado más por el desarrollo tecnológico global.

El GIDE (Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental) en México tiene fuentes diversas que van más allá de organismo meramente académicos. Dichas fuentes incluyen al gobierno, sectores empresariales, instituciones sin fines de lucro y fuentes del exterior. Cabe destacar que según datos del foto consultivo la contribución del sector empresarial al GIDE siempre ha sido baja lo cual es se contrapone a las tendencias en economías líderes.

Los países desarrollados dedican entre 1.5 % y 4.2 % de su PIB al GIDE. En México el valor de este indicador ha quedado estático durante décadas sin rebasar el 0.55 % (2015).

En términos claros, los países emergentes se quedan en ese estado "en desarrollo" perpetuo pues no pueden continuar con el capital necesario para ir sobrellevando el

gasto corriente y pagos de deuda sin embargo, no pueden saltar de ese bucle sin el apoyo al sector científico y tecnológico. La investigación en innovación es clave para poder hablar realmente en términos de desarrollo.

### **3.1.1. Inversión en Ciencia tecnología e innovación en otros países**

En Estados Unidos la innovación ha sido el eje central de su economía desde la finalización de la Segunda Guerra Mundial. Desde la Segunda Guerra Mundial, casi la mitad de crecimiento del PIB (Producto Interno Bruto) ha sido el resultado de las inversiones en I+D (innovación y desarrollo). El apoyo federal a la I+D han generado nuevos caminos y ha definido el rumbo de la economía estadounidense. La investigación de alto riesgo ha producido muchos descubrimientos fundamentales y comúnmente se realiza en universidades y centros de investigación especializados.

Por otro lado, Corea del Sur cuenta con un sistema de innovación que se estableció hace 40 años y que ha permitido tener una planeación estratégica en cuanto a desarrollo científico e innovación se refiere. En el proceso de desarrollo, dos factores jugaron un papel fundamental: la industrialización por el lado del estímulo de la demanda y el desarrollo de la ciencia y tecnología en el lado del empuje de la ciencia. La experiencia muestra que la intensidad en I+D es insuficiente para generar éxito, es necesario establecer una visión nacional de crecimiento y desarrollo y promover además y otros seis elementos: industrias estratégicas, economías de escala, principales capacidades locales, vinculación entre los agentes de la innovación, educación y gobernanza corporativa.

En un contexto de crisis algunas naciones responden de manera procíclica, disminuyendo el gasto en CTI de acuerdo con la reducción del crecimiento económico. Sin embargo, la clave para sobrevivir en una crisis económica yace en la habilidad para encontrar nuevas formas hacer cosas innovar. Finlandia enfrentó una crisis económica severa a inicios de la década de los 90. Aumentando el gasto en apoyo a actividades de innovación, esto generó una reestructuración de su economía.

### **3.1.2. Actividades Científicas y Tecnológicas**

Son actividades sistemáticas que están relacionadas con la generación, avance, promoción, difusión y aplicación del conocimiento en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Se pueden clasificar en:

- Investigación Científica y Desarrollo Experimental.
- Educación y Enseñanza Científica y Técnica.
- Servicios Científicos y Tecnológicos.
- Actividades de innovación.

### 3.1.3. Investigación Científica y Desarrollo Experimental (I+D)

Comprenden los estudios para incrementar nuestro conocimiento del universo, la humanidad, la cultura y la sociedad, incluyendo la aplicación de esos conocimientos para crear nuevas tecnologías o productos y procesos. El término I+D engloba tres actividades: la investigación básica, la aplicada y el desarrollo experimental. La investigación básica consiste en estudios rigurosos, experimentales o teóricos, para obtener nuevos conocimientos. Se lleva a cabo por científicos de todas las áreas del conocimiento, quienes tienen libertad para fijar sus propios objetivos. La investigación aplicada consiste en trabajos originales para adquirir conocimientos, pero está dirigida hacia objetivos prácticos y específicos. Sus resultados se suelen enfocar hacia productos, operaciones, métodos o sistemas. El desarrollo experimental, por otro lado, representa la experiencia práctica de la I+D y consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos obtenidos de la investigación; está encaminado a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, así como a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios o a la mejora sustancial de los ya existentes. [Foro Consultivo)Foro Consultivo].

### 3.1.4. Educación y Enseñanza Científica y Técnica

Se refiere a las actividades de educación y enseñanza de nivel superior que comprenden varios niveles:

- No universitario especializado (estudios técnicos terminales que se imparten después del bachillerato o enseñanza media superior).
- Educación y enseñanza de nivel superior que conducen a la obtención de un título universitario (estudios a nivel licenciatura).
- Estudios de posgrado, capacitación y actualización posteriores y de formación permanente y organizada de científicos e ingenieros (en México sólo se considera al posgrado en la contabilidad de las actividades científicas y tecnológicas).

### 3.1.5. Servicios Científicos y Tecnológicos

Son las actividades que apoyan y contribuyen a la generación, difusión y aplicación de los resultados de la investigación científica y el desarrollo experimental. Estos apoyos comprenden desde la infraestructura institucional para uso amplio, como son los laboratorios, las redes de cómputo y las bibliotecas, hasta la atención de necesidades específicas como la importación de insumos para investigación, las encuestas, las bases de datos y los servicios técnicos especializados. La lista es muy larga ya que cada área de desarrollo tiene un abanico amplio de necesidades. [Foro Consultivo)Foro Consultivo]



### 3.1.6. Actividades de Innovación

Se distinguen cuatro tipos:

- Innovación de producto. Es la introducción de un bien o servicio que es nuevo o significativamente mejorado con respecto a sus características o usos deseados. Esto incluye mejoras significativas en especificaciones técnicas, componentes y materiales, software incorporado, uso amigable y cualquier otra característica funcional.
- Innovación de proceso. Es la implementación de un método de reparto o producción nuevo o significativamente mejorado. Esto incluye cambios significativos en técnicas, equipo y/o software.
- Innovación de proceso. Es la implementación de un método de reparto o producción nuevo o significativamente mejorado. Esto incluye cambios significativos en técnicas, equipo y/o software
- Innovación organizacional. Es la implementación de un nuevo método organizacional en las prácticas de las empresas de negocios, organización del área de trabajo o relaciones públicas.

### 3.1.7. Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE)

El Gasto Federal en Ciencia Tecnología e Investigación (GFC- TI) es el gasto realizado por el Gobierno Federal y aplicado en cualquiera de los rubros de las Actividades Científicas y Tecnológicas y Actividades de Innovación.<sup>11</sup> El GIDE, por su lado, es el gasto realizado en una de las tres Actividades Científicas y Tecnológicas, independientemente de quien lo financie. Es decir, el GIDE es la inversión pública y privada, destinada a la realización de proyectos de investigación científica y desarrollo experimental. La importancia de la I+D en la economía del conocimiento radica en que su propósito es la creación de conocimiento aunado a sus posibles aplicaciones en la generación de productos y procesos. Por ello, las fuentes de financiamiento del GIDE son diversas e incluyen al gobierno, sectores empresariales, instituciones de educación superior, instituciones privadas sin fines de lucro y fuentes del exterior. La proporción GIDE/PIB es un indicador internacional utilizado para medir el gasto corriente y de inversión dedicado a estas actividades; su importancia radica en que da a conocer el grado de desarrollo de un país sustentado en investigación científica y tecnológica. Los países desarrollados dedican entre 1.5 % y 4.2 % de su PIB al GIDE. Para México el valor de este indicador se ha quedado rezagado durante décadas sin rebasar el 0.55 %, valor alcanzado en el año 2015. [Foro Consultivo)Foro Consultivo]

Una característica importante de la inversión en I+D es la proporción aportada por los sectores gubernamental y empresarial al total del GIDE. En México, la contribución del sector empresarial al GIDE siempre ha sido baja (por ejemplo, en 2015 fue de 21 %, mientras que la gubernamental fue del 71 %) lo cual es opuesto a las tendencias internacionales e impide el crecimiento económico del país.

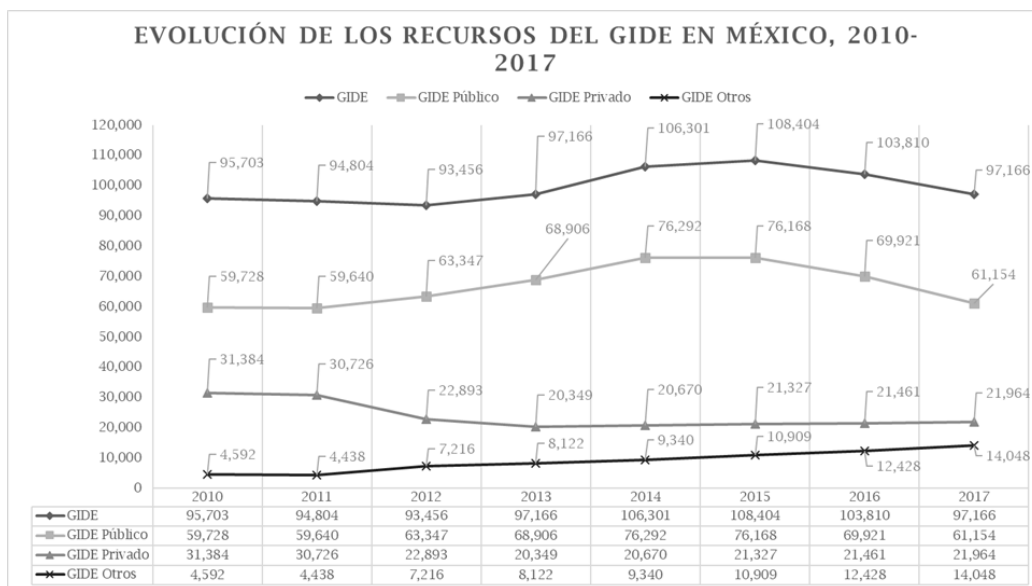


Figura 3.1: GIDE por sector de financiamiento

### 3.1.8. ¿Cómo se contabiliza el Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación (GFCTI)?

El GFCTI se integra con los recursos financieros que las dependencias y entidades del Gobierno Federal destinan a la realización de actividades en CTI. La estructura programática para contabilizarlas se compone con los elementos contenidos en la clasificación Funcional del Gasto y el Clasificador por Objeto del Gasto, diseñados por el Consejo Nacional de Armonización Contable (CONAC). El CONAC emitió la Clasificación Funcional del Gasto dividida en tres niveles: finalidad, función y subfunción. Esta clasificación agrupa los gastos de acuerdo con los objetivos socioeconómicos que persiguen los diferentes entes públicos.

Presenta el gasto público según la naturaleza de los servicios gubernamentales brindados a la población, identifica el presupuesto que se destina a acciones de gobierno en desarrollo social y desarrollo económico, permitiendo determinar los objetivos generales de las políticas públicas y los recursos financieros que se asignan para alcanzarlos.[Foro Consultivo)Foro Consultivo]

### 3.1.9. Sistema CTI en México

El Sistema Nacional de CTI (SNCTI) en México está compuesto por un considerable número de actores, entre los que destacan las universidades y los centros de investigación, los sectores productivos, las instituciones gubernamentales e instituciones intermedias. Sin embargo, estos actores no se encuentran tan bien articulados, sus vínculos son débiles o inestables y es notoria la falta del sector financiero. Uno de los principales actores del sistema es el CONACyT, el cual juega un papel central ya que coordina el diseño y la implementación de las políticas nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, CTI, y es el intermediario entre el gobierno, los científicos y

las empresas, por ello existe un ramo presupuestal específico llamado Ramo.

El entorno institucional alrededor de las actividades de CTI ha mejorado desde los inicios de este siglo. La Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica de 1999, la Ley de Ciencia y Tecnología de 2002 y las reformas de 2009, junto a reformas adicionales (por ejemplo, un presupuesto de CTI integrado, una mayor autonomía y las posibilidades de autofinanciamiento de los centros de investigación) han producido cambios institucionales favorables para la articulación del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. El primer Programa Especial de Ciencia y Tecnología se hizo para los años 2001-2006 y el segundo fue un Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2007- 2012. Posteriormente, el PECITI 2014-2018 fue el instrumento principal para el establecimiento de metas y para el diseño e implementación de política pública entre 2014 y 2018. Está orientado a fortalecer la capacidad del país para dar respuesta a problemas sociales y sectoriales prioritarios, con el fin de mejorar la calidad de vida de la sociedad; además de contribuir al incremento de la competitividad del sector productivo. [Foro Consultivo)Foro Consultivo]

### 3.1.10. La inversión que fortalece al SNCTI

La escena tecnológica ha crecido dramáticamente en los principales mercados latinoamericanos en los últimos años. Lugares como Sao Paulo, Santiago de Chile y Ciudad de México se han convertido en centros importantes para el emprendimiento tecnológico. Y a medida que los latinoamericanos se vuelven más digitales (el 55 % de la población tenía acceso a Internet en 2017, y los usuarios de Internet crecen constantemente en número), están presionando a las empresas de todos los sectores para que se transformen. Las startups, las empresas y los gobiernos necesitan personas que tengan la capacidad de aprender nuevas habilidades de manera consistente, que puedan aportar diversas experiencias y prosperar en organizaciones donde el cambio es la única constante. La falta de capacidades puede ser considerada una falla del mercado. Esto junto al hecho que los países en desarrollo tienen recursos financieros limitados, apunta a la necesidad de una intervención gubernamental estratégica, ya que hace más importante utilizarlos estratégicamente, en áreas con mayor impacto económico. En varios países en desarrollo la fuente principal de inversión en CTI proviene del sector gobierno. Sin embargo, en una visión más integradora, la inversión debería proceder de una estructura interactiva, sistémica y conciliadora entre instituciones, agentes y políticas gubernamentales. Su intención es que las capacidades del gobierno, la iniciativa privada, las universidades y los centros de investigación se conjunten para fortalecer el SNCTI.[Foro Consultivo)Foro Consultivo]

En general, el sistema educativo latinoamericano está rezagado. Con la excepción de Chile, todos los países latinoamericanos que participan en el Programa de Evaluación de Estudiantes Internacionales (PISA) de la OCDE, que evalúa a estudiantes de 15 años de todo el mundo en lectura, matemáticas y ciencias, obtienen puntajes en el cuartil inferior. Y a pesar del gran progreso que se ha logrado en el acceso a la educación superior, las regulaciones laxas, el surgimiento de instituciones educativas deficientes y la desconexión de las necesidades reales del mercado laboral significa que esto no se ha traducido en mejores oportunidades para la juventud latinoamericana.

El ingreso adicional que representa un título universitario ha disminuido durante la última década, y menos de la mitad de los que comienzan un título universitario terminan a los 29 años. Está claro que los enfoques tradicionales de educación no se están adaptando lo suficientemente rápido como para preparar a los profesionales para el crecimiento de la región. La economía digital exige. [Foro Consultivo)Foro Consultivo]

De manera general, la inversión se clasifica de la siguiente forma:

- inversión para la generación de nuevo conocimiento.
- inversión para la generación de nuevos productos y servicios de alto valor agregado.
- inversión para la formación y desarrollo de recursos humanos.
- inversión para el desarrollo de áreas tecnológicas estratégicas para el país.
- inversión para la generación de redes de articulación que estimulen el funcionamiento del sistema nacional de CTI.

#### **Inversión para la generación de nuevo conocimiento científico**

En México existen dos tipos principales de incentivos para alentar la I+D; los fondos de promoción de la investigación y los incentivos a la investigación. Ambos tipos de incentivos tienen un enfoque horizontal y apoyan el desarrollo de I+D, además de grupos y redes de investigación. En el primer caso los principales sujetos de apoyo son las Instituciones de Educación Superior (IES) y los Centros Públicos de Investigación (CPI) y en el segundo son los individuos que se dedican a labores de investigación y desarrollo tecnológico, a través de Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

#### **Incentivos para la formación y desarrollo de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación**

Los recursos humanos constituyen la piedra angular del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.<sup>14</sup> Cuando se conjugan los programas de becas para la formación de recursos humanos en centros de alto nivel académico, con las políticas públicas del país claramente definidas en su papel de propulsor de la CTI, es posible desplazar individuos o colectivos a los que les interesa producir ciencia y tecnología de alta calidad, especializada y competitiva. Los estudiantes que se integran a estos programas, además de adquirir conocimientos, asimilan los valores, formas de trabajo en equipos transdisciplinarios y sobre todo, adquieren nuevas formas de hacer ciencia en distintos campos del conocimiento que más tarde dotaran al país de un recurso humano calificado y moldeado a las necesidades de los tiempos presentes y futuros.

#### **Incentivos para la generación de nuevos productos y servicios de alto valor agregado**

La innovación es un motor importante del desarrollo y la transformación económica, que requiere de inversiones considerables de capital. La falta de financiamiento es claramente un obstáculo importante a la innovación en las empresas. Aunque la innovación se concreta en especial como una actividad empresarial, existen fallas en los mercados (que afectan la generación de conocimientos y tecnología) que justifican el financiamiento público de la innovación. En estas condiciones, nuestro sistema de libre empresa tiene una inversión en actividades de invención e investigación muy por debajo del nivel considerado ideal. Las razones son varias; es arriesgada, solo les es posible apropiarse de una parte de sus resultados y existen problemas de coordinación e información asimétrica. El programa del CONACyT destinado a subsanar este rubro es el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), el cual fue recientemente complementado con un Programa de Estímulos Fiscales.

### **Incentivos para el desarrollo de áreas tecnológicas estratégicas para el país**

Para desarrollar y cumplir con los objetivos económicos y sociales de una región o país, es imprescindible definir áreas estratégicas. Los sectores son considerados estratégicos si disponen de un tejido empresarial relevante, participan activamente en el desarrollo y avance tecnológico de una región, contribuyen de forma significativa al crecimiento económico, inciden de un modo notable sobre la evolución del mercado de trabajo en términos de generación de empleo, tienen importancia en la región y cuentan con capacidad de arrastre del sector sobre otras actividades relacionadas.

Incentivos para la generación de redes de articulación que estimulen el funcionamiento de un SNCTI.

Los esfuerzos en CTI difícilmente pueden entenderse si se desconocen los vínculos y entramados entre los agentes que los producen. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación se distingue por tener agentes de distinto tamaño, actividad y subsector económico que actúan en un estado de intercambios de información, conocimientos y experiencias. Su fortaleza radica más en su capacidad de relación que en su tamaño; ya que esta habla de su capacidad de inserción en los mercados, la formación de redes intra e interempresariales, las colaboraciones entre sistemas públicos y privados de investigación y la inserción en las cadenas globales de valor. A nivel entidad federativa existe una relación directa entre el grado de inversión en CTI y desarrollo económico y social; estados como Nuevo León y Jalisco invierten más y Guerrero y Campeche son de los que menos invierten.

## **3.2. Necesidades en Recursos Humanos especializados**

A medida que nos adentramos en esta nueva revolución, el empleo de alta calificación puede recibir un mayor impacto.

En los países desarrollados, la introducción de la computación favoreció a los trabajadores de mayor calificación y salario. En estos países, las personas trabajaron de la

mano con la tecnología, y se potenciaron con la misma, ganando en productividad y remuneración.

Esto no ocurrió, o lo hizo en menor medida, en América Latina y el Caribe por razones que todavía no están claras. En la cuarta revolución industrial, la inteligencia artificial aumenta el potencial de sustituir tareas tanto para trabajadores de menor calificación como para trabajadores altamente calificados en un creciente conjunto de ocupaciones. Así, hoy en día, existen algoritmos de inteligencia artificial que pueden generar diagnósticos, tomar decisiones de inversión o examinar antecedentes legales con mayor precisión y rapidez que los humanos. Todo ello contribuye a aumentar la incertidumbre y la ansiedad acerca de si las personas se volverán irrelevantes en el mercado laboral del futuro.

Si la historia sirve como ejemplo, la destrucción de empleos producto de la tecnología vendrá acompañada de la creación de otros nuevos, tanto en ocupaciones existentes como en otras difíciles de imaginar. A lo largo de la historia, la introducción de nuevas tecnologías ha creado riqueza, que a su vez ha generado una mayor demanda de bienes y servicios. Esto se ha traducido en un crecimiento del trabajo, particularmente en aquellas ocupaciones difíciles de automatizar, como es el caso de muchos servicios. La tecnología también ha sido una fuente de nuevos empleos. Hace apenas 15 años no existían ocupaciones como pilotos de drones, gestores de redes sociales o expertos en datos masivos, profesiones que están creciendo rápidamente.

Ahora bien, aun cuando no contamos con una bola de cristal para proyectar los trabajos del futuro, las nuevas tecnologías facilitan nuevas fuentes de información, tales como las que surgen de redes profesionales o de portales de empleo, que permiten comprender qué habilidades requiere una ocupación, cómo estos requerimientos están cambiando, y cómo las personas pueden “transferirse” de una ocupación a otra, basándose en ese catálogo de habilidades; una suerte de GPS del empleo. Esta información es clave para ayudar a las personas a reubicarse en el mercado laboral. Pongamos, por ejemplo, el caso de un contador en Argentina que quiere saber a qué ocupaciones podría transferirse, dadas sus habilidades, porque ha perdido su empleo y tiene pocas perspectivas de encontrar uno nuevo en esta misma ocupación, debido a que está en declive. ¿Qué tan difícil le será transferirse a una nueva ocupación? Esta información también permite construir herramientas que proporcionen información precisa para orientar mejor la toma de decisiones de las empresas, instituciones de formación y estados acerca del empleo y las posibles transiciones.

### 3.3. Prospectiva Laboral y Económica

Apenas existe evidencia en la región acerca de cómo está cambiando la demanda de habilidades. Pese a la publicación de nuevos estudios sobre habilidades emergentes en el mercado laboral en otros países, en América Latina y el Caribe existe muy poca evidencia acerca de cómo están sucediendo estos cambios. A partir del análisis de estas nuevas fuentes alternativas de información es posible determinar qué habilidades están asociadas con cada perfil ocupacional y como los cambios en las tendencias de ocupaciones afectan a la demanda de ciertas habilidades. A partir de los datos anoni-

mizados de los perfiles de LinkedIn, identificamos algunas tendencias importantes en la demanda de habilidades en cuatro países de la región: Argentina, Brasil, Chile y México. Sin embargo, estos datos no representan a todo el universo de trabajadores, sino al subconjunto de personas que generan perfiles en esta red social. Por ello, ofrece una mejor representación de los segmentos más calificados del mercado laboral.

La demanda de habilidades digitales avanzadas creció, producto de la expansión de las ocupaciones relacionadas con la economía digital. Entre las 20 habilidades que más aumentan en el promedio de los cuatro países, 10 están directamente relacionadas con el desarrollo de tecnologías. En orden de importancia, están el manejo de herramientas de desarrollo web y de software, conocimientos de tecnologías de almacenamiento de datos, desarrollo de aplicaciones para móvil, ciclo vital del desarrollo de sistemas, interacción persona-computadora, prueba de software, inteligencia artificial, computación en la nube y computación científica. Cabe mencionar que el crecimiento en la demanda por habilidades digitales en Brasil parece ser menor a la de los otros tres países.

En ese sentido, se observa un crecimiento importante en la demanda de habilidades digitales creativas, como el desarrollo de juegos y animación, mercadeo digital y la creación y edición de gráficos por computadora. Este crecimiento es menor en Brasil que en los otros tres países. Por último, también aumento la demanda para algunas ramas del derecho, como derecho de familia o derecho criminal, impulsado en mayor medida por Brasil y Chile, y de algunas habilidades relacionadas con las ocupaciones médicas, como odontología, radiología, kinesiología, cirugía ortopédica y oftalmología, de nuevo con la excepción de Brasil.

Estas mismas fuentes de datos permiten conocer qué habilidades están en declive producto del cambio ocupacional. Este es el caso de las habilidades digitales básicas. Esta caída se debe al bajo dinamismo en muchas ocupaciones en el ámbito administrativo como personal de soporte administrativo o contador, las cuales requerían habilidades digitales básicas, tradicionalmente. El cambio ocupacional y, en particular, la baja en la demanda de directivos, personal de gestión y administración, también trae asociada una caída importante en las habilidades gerenciales y otras como el liderazgo, la negociación y la gestión de personal.

Un tercer grupo de habilidades en declive dentro de LinkedIn para estos cuatro países son las asociadas a ocupaciones administrativas. De mayor a menor declive, se encuentran habilidades asociadas al apoyo administrativo, gestión de proyectos, manejo de compras, manejo de pagos y contabilidad financiera.

Por último, cabe destacar la caída de habilidades vinculadas con la producción de bienes y servicios, como gestión de operaciones, mantenimiento y reparación de maquinaria, y manejo de inventarios.

Los datos obtenidos de otros portales web que ofrecen vacantes de empleo (como CompuTrabajo o Bumerán), también pueden ofrecer información muy relevante sobre las habilidades que se están pidiendo, y como está evolucionando el mercado laboral. Existe un creciente número de estudios en el mundo que usan estos datos para medir la demanda de distintas ocupaciones y habilidades. En la región, un estudio reciente en Recife, Brasil, utilizó este tipo de información para determinar los requerimientos de habilidades en la industria 4.0. Los resultados permitieron a la Asociación Brasileña

de Empresas de Tecnología y Comunicación (Brasscom) identificar las habilidades técnicas que están pidiendo las industrias 4.0 en Recife en este momento, entre las que destacan el mantenimiento y soporte de sistemas, desarrollo de hardware y software, y seguridad de la tecnología de información.

Lo interesante es que no sólo requieren habilidades puramente relacionadas con la tecnología. El análisis determinó que aún en este tipo de ocupaciones se buscan un cúmulo de habilidades blandas, como la capacidad de resolución de problemas y habilidades para trabajar en equipo.

### 3.4. Políticas Públicas necesarias para la adopción de la Cuarta Revolución Industrial en México

El número de complejidades y oportunidades que nos presenta el futuro parecen ilimitadas, lo que deriva en que surjan múltiples realidades a diversos grupos de interés. Ante esta amplia gama de cambios es importante considerar una visión holística de dichas transformaciones.

En aras de establecer un marco de referencia oportuno para México es necesario entender cómo se está moviendo el mercado laboral de manera global. De acuerdo con lo anterior consideramos 5 nuevas realidades que se consideraron altamente probables y se presumía tendrán un gran impacto en los responsables de generar políticas públicas globales, en los líderes organizacionales y trabajadores. [)Auflage]

Deloitte consultó analistas de tendencias de mercado y expertos en leyes, negocios, sociedad, salud y economía, que representaban 14 países. Se le solicitó a este grupo de expertos que identificaran no sólo las que ellos pensaban eran las fuerzas más relevantes para impulsar el futuro del trabajo, sino que revelaran qué tan probable era que estas realidades se materializaran en los próximos cinco a diez años.

Cada una de estas realidades tiene un potencial aún no explorado para la mejora del desarrollo de la fuerza laboral, desarrollo y crecimiento económico y social en nuevas formas.

Durante la segunda fase del estudio (llevada a cabo en 2017) se validó las cinco realidades originales y se identificaron dos realidades emergentes adicionales en el horizonte.

Es importante recalcar que el método utilizado por Deloitte Consulting LLP y Wikistrat es la creación de escenarios futuro utilizando el método Delphi. El método Delphi es un método de predicción estructurado, sistemático e interactivo sustentado en un panel de expertos. El método Delphi es una técnica de comunicación estructurada, desarrollada como un método sistemático e interactivo de predicción, que se basa en una panel de expertos. Es una técnica prospectiva utilizada para obtener información esencialmente cualitativa pero relativamente, acerca del futuro.

El funcionamiento del método Delphi está basado en tres principios básicos:

- El anonimato de los participantes.
- La repetitividad y la retroalimentación controlada;



- La respuesta del grupo en forma estadística.

La investigación se realizó en tres rondas. En la primera el panel de expertos identificó fuerzas que probablemente afectarán en nuestra comprensión del trabajo desde una perspectiva individual, organizacional y social. Durante el transcurso de un año, se identificaron alrededor de 75 fuerzas. Se clasificaron estas fuerzas en cinco categorías: económicas, geopolíticas, social/demográficas, tecnológicas y legales.

En la segunda ronda el panel evaluó y votó sobre la probabilidad e impacto de las fuerzas identificadas. A la par se analizó la situación geopolítica, las implicancias económicas, los cambios legales, las tendencias sociales y demográficas y las tecnologías disruptivas en el contexto de estas fuerzas.

En la tercera ronda se construyeron escenarios futuros alrededor de las fuerzas que se habían identificado como las más probables e influyentes, posteriormente éstas fueron estudiadas para ver las implicaciones que tendrían en los negocios.

A partir del inicio de dicha investigación se realizaron rondas de exploración cada seis meses, estas rondas permitieron actualizar con regularidad las predicciones y probabilidad proyectada de los escenarios futuros.

### 3.4.1. Realidad n° 1: Organizaciones exponenciales

Los motores del crecimiento exponencial de las organizaciones son: "Big Data", Internet of Things". La nueva dirección de las empresas son los datos. Se espera que puedan potenciar el valor proporcionado por la tecnología y la disponibilidad sin precedente de datos, podrán superar a sus competidores. Estas organizaciones se definen como una organización de alto impacto, desproporcionadamente superior en comparación con sus competidores y que goza de un retorno sobre los activos también exponencial. La clave de estas ExOs (su acrónimo en inglés) es tener el balance entre tecnología y capital humano.

La agilidad de estas organizaciones permite que redefinir sus mercados y utilizar datos para crear nuevas industrias. Ejemplo de esto son los pasos que están tomando una gran organización inversora en el uso de la inteligencia artificial para mejorar el proceso de toma de decisiones de la toma de sus líderes. Esto permite a sus gerentes de inversión pasar mucho más tiempo comprometidos en tareas que agregan valor.

Uno de los desafíos de operar una organización exponencial es la dificultad de abarcar el inmenso volumen de datos e información que se genera. El volumen no va a ningún otro lado que, hacia arriba, el 90% de los datos del mundo se ha creado apenas en los últimos años. ¿Cómo es posible que los líderes organizacionales se preparen para potenciar los datos e información en la búsqueda de rendimiento exponencial?

Un buen punto de partida es crear un modelo de negocios impulsado por datos que se enfoque en la creación de valor para el cliente basándose en nuevos flujos de datos, tecnologías y talento humano para orientar la toma de decisiones y redefinir el mercado. Aprovechar una combinación de datos, tecnología y personas, permite a las organizaciones exponenciales crear oportunidades en mercados sin explotar. Si bien son importantes en estas organizaciones las habilidades como el razonamiento estadístico, la manipulación y visualización de datos también son de gran importancia

aquellos trabajadores que cuentan con habilidades blandas tales como la interacción social, el pensamiento creativo y la capacidad de resolver problemas complejos.

### 3.4.2. Realidad N°2: Fuerza Laboral sin ataduras

Con el crecimiento de nuevas figuras laborales como el trabajo independiente o "freelance", la disponibilidad 24 horas, la movilidad y el crowdsourcing se ha generado uno de los segmentos de mayor crecimiento dentro de la fuerza laboral, el llamado "trabajador contingente", esta figura corresponde a aquel trabajador que trabaja fuera de la oficina y fuera del registro oficial.

Con la adición de tecnologías de la información como son la inteligencia artificial, la realidad aumentada y la robotización de los procesos abre el camino a que se tercerice a través de robots cada vez más el trabajo.

Este nuevo marco laboral permite a los empleadores tener una estrategia mucho más amplia en cuanto a la contratación de talento se refiere.

La diversificación de la estrategia de contratación de talento permite a las organizaciones utilizar modelos basados en equipos y protocolos de toma de decisiones en lugar de desarrollar modelos de negocios jerárquicos tradicionales. Las organizaciones ágiles pueden potenciar todos los puntos del espectro del talento para rápidamente dar forma a nuevos modelos de negocios, mejorar la calidad del producto, generación de ideas y administración de costos.

La última actualización de la plataforma de WikiStrat vio emerger una importante tendencia dentro del espectro de talento: que la fuerza actual tiene más diversidad que nunca en términos de género, edad, origen, experiencia, puntos de vista y composición en general. La evolución de la fuerza laboral no es otro que la inclusión. Con cada vez más mujeres y minorías en puestos de liderazgo.

### 3.4.3. Realidad N° 3: Reinención permanente

Cada vez las vidas más largas desafían nuestras ideas tradicionales sobre carreras, jubilación, equilibrio vida-trabajo, y estos cambios de mentalidad están comenzando a afectar la forma en que trabajan las personas. Alargar las carreras podría complicar la gestión operacional y recursos.

Las organizaciones deben gestionar una fuerza laboral multigeneracional que puede afectar la eficiencia y, por ende, la productividad de los negocios, decisiones de inversión y la retención de recursos humanos. La extensión de carreras laborales podría redefinir las actitudes de los trabajadores y de la gerencia respecto del envejecimiento, además de alterar el ritmo con el cual las organizaciones generalmente se renuevan con jóvenes talentos y nuevas ideas, así como aumentar la competencia intergeneracional por los trabajos.

Es claro que la reinención permanente puede ser potencialmente potenciada si se aprovechan las fortalezas de cada generación. Por ejemplo, los programas de Mentoring están en crescendo, en este esquema los trabajadores de mayor edad enseñan a los empleados más jóvenes habilidades interpersonales y liderazgo, que por lo general son las que se desarrollan con la experiencia.

### 3.4.4. Realidad N°4: Teconología, talento y transformación

Actualmente el impacto de la automatización permanece concentrado especialmente en unas pocas industrias y países, el mismo se está expandiendo, incluyendo las industrias de Servicios y el Sector Público. En los países en desarrollo también está ganando terreno la automatización, sin embargo, la adopción de estas nuevas tecnologías que abaratan los costos no corresponde con la creación de nuevos empleos y oportunidades académicas.

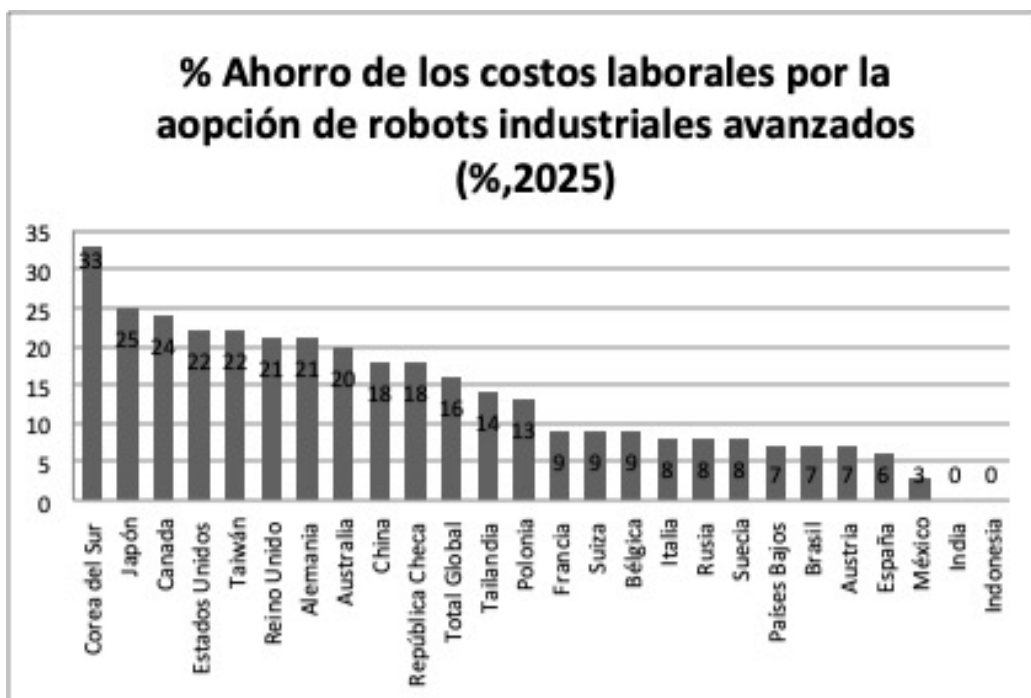


Figura 3.2: Ahorro de los costos laborales.

### 3.4.5. Realidad N°5: La ética del trabajo y la sociedad

Detrás de esta realidad se encuentran fuerzas impulsoras como "la economía de las buenas acciones y el crecimiento de la discusión sobre un ingreso básico universal. La colisión entre la concepción tradicional del trabajo y los valores sociales y políticas públicas son capaces de redefinir las fronteras y condiciones para la organización del futuro. Es claro que el trabajo tiene un papel central en la vida de las personas más allá del salario. Esta percepción, aunque moderna, ha marcado profundamente a la sociedad. Tanto la fragmentación del mercado como la inteligencia artificial pueden producir grandes transformaciones, cambiando nuestra forma de pensar sobre el trabajo y con ello los valores base de la sociedad.

Este punto está alineado con la búsqueda de trabajadores con perfiles más complejos al poseer no solo habilidades técnicas sino también habilidades blandas como la inteligencia emocional, creatividad y empatía y pensamiento crítico. Es importante que

estos generadores de tecnologías y analistas de datos tengan claro los objetivos de su organización y el impacto social que esta tiene.

Además de los diversos cambios tecnológicos es claro también que las condiciones ambientales están dando la pauta hacia un desarrollo sustentable en la que la forma habitual de hacer negocios ya no encaja tampoco dentro del marco ambiental. Los valores van cambiando de acuerdo con las necesidades de cada tiempo y sociedad, ahora es el momento en el que palabras como sustentable, sostenible, verde o amigable con el ambiente cada vez hacen más sentido en todas las industrias y países. La alerta de los científicos cada vez se hace más rotunda respecto al cambio de dirección que deben tener los gobiernos y empresas con respecto al nivel de emisiones de gases carbónicos para evitar un catástrofe ambiental, es de esta forma que el cuidar del ambiente se ha forjado como valor fundamental al momento de hacer negocios.

### 3.5. Comparativo con los países líderes en tecnología

La economía está constituida por factores de producción, distribución y consumo de bienes y servicios, principales componentes utilizados para evaluar el grado de desarrollo de un país. En este subtema, se recopiló la información de algunos de los países con las economías más fuertes e innovadoras del mundo también llamadas **economías desarrolladas**, debido a que cuentan con un nivel alto de crecimiento económico, seguridad e infraestructura de telecomunicaciones (con respecto a las demás economías), con el fin de compararlas con la economía mexicana, que se caracteriza por pertenecer al grupo de países en desarrollo o **economías en desarrollo** por sus características en seguridad económica, industrialización y crecimiento.

Para esta parte se seleccionaron economías desarrolladas que se han mantenido en este estatus durante años gracias a su red de actividades económicas, industriales y sociales. El método principal de selección estuvo en función del ranking que publica anualmente la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) y la Universidad Cornell Tech además, y con el fin de poder delimitar el panorama de estudio a pocas economías, se optó por sólo tomar a los países que tienen el primer lugar como economías en materia de innovación, por región y por grupo de ingresos en su respectivo continente (América, Europa y Asia) y a otro país (por cada continente mencionado) que haya reducido la brecha económica que existía entre él y las economías desarrolladas, quedando como las seleccionadas:

- Suiza
- Alemania
- Estados Unidos
- Chile
- China
- India

- México

Además, para obtener un correcto estudio comparativo se tomaron varios indicadores que se adecuaban al tema central de la tesis, tales son: IGG, crecimiento del PIB, GCI, IMD y el porcentaje de exportaciones de productos de alta tecnología, con el fin de captar la verdadera magnitud económica de cada país seleccionado. Figura 3.3

País Seleccionado	GII Índice de Innovación Global 2019	WCY Índice Global de Competitividad del IMD 2019	GCI Índice de Competitividad Global 2019	Crecimiento del PIB 2018 (% anual)	Exportaciones de productos de alta tecnología 2018 (% de las exportaciones de productos manufacturados)
Suiza	1	4	5	2.54	13.375
E.U.A	4	3	2	2.857	18.896
Alemania	9	17	7	1.082	15.763
China	16	14	28	6.6	30.887
Chile	51	42	33	4.025	6.383
India	52	43	68	6.982	9.008
México	56	50	48	1.994	21.042

Figura 3.3: Realización propia con base en: imco.org.mx, datos.bancomundial.org y www.imd.org

Aunque pueda parecer una tabla simple, de ella se pueden deducir las brechas entre las distintas economías, debido a que cada indicador presentado cuenta con sus respectivas metodologías de medición, maneja diferentes variables y pretende llegar a distintos objetivos. Además, todos buscan demostrar la situación actual de las economías, partiendo de múltiples dimensiones sociales, políticas, educacionales y económicas, de tal forma que al realizar un análisis de cada indicador es posible obtener una amplia gama de fortalezas, deficiencias y oportunidades de desarrollo de cada país.

### Índice Mundial de Innovación

El índice mundial de innovación GII (Global Innovation Index) del 2019, está compuesto por 80 indicadores (Figura 3.4), de los cuales menos de 60 son datos duros y los restantes son indicadores compuestos que han sido elaborados por agencias internacionales u obtenidos mediante encuestas. El GII se tomó como una de las pautas para este estudio debido a que se ha convertido en una herramienta de evaluación comparativa importante que hoy permite evaluar el progreso de la innovación de forma anual, desde hace 12 años, ya que analiza el desempeño de 129 países. Cabe mencionar que con el fin de representar adecuadamente las diferencias entre los distintos países, algunos de los indicadores que lo definen requirieron escalamiento para poder ser comparables internacionalmente, los indicadores que se toman en cuenta dentro de este ranking son los de la Figura 3.4.

De este indicador podemos conocer las economías con mayor capacidad de innovación, siendo Suiza la economía que destaca en innovación y que presenta más éxito al transformar la inversión en innovación que destina anualmente en resultados concretos, mientras que México presenta el caso contrario al situarse en el puesto 56.

Para este año (2019), el GII se enfocó en mostrar la innovación en el ámbito de la salud: “Una vida sana para todos: el futuro de la innovación médica”, tema que representa a la Cuarta Revolución Industrial ya que en este ámbito se presenta cada vez más el uso de datos (Internet de las cosas), la inteligencia artificial, la genómica y las aplicaciones para teléfonos móviles destinadas al cuidado de la salud, tanto en la determinación del diagnóstico como del pronóstico.



Figura 3.4: GII (Índice Global de Innovación).

Fuente: Figura tomada de [foroconsultivo.org.mx/proyectos\\_estrategicos/img/10/7.pdf](http://foroconsultivo.org.mx/proyectos_estrategicos/img/10/7.pdf) el día 20/octubre/2019

### Anuario de Competitividad Global

El siguiente indicador considerando para la comparación con los países líderes en tecnología es el WCY (World Competitiveness Yearbook) del Instituto Internacional para la Gestión del Desarrollo IMD (acrónimo con el que también se le conoce a este indicador), es un reporte anual importante en el mercado y su uso se da anualmente desde 1989, con “el objetivo principal de analizar el desempeño de las naciones y las empresas en la gestión de la totalidad de sus recursos y competencias para lograr su desarrollo y su prosperidad o, de otra manera, analizar lo que entiende por competitividad” (Reporte IMD, 2016).

En general el WCY divide el ámbito nacional en cuatro factores principales:

- Desempeño Económico
- Eficiencia del Gobierno

- Eficiencia de las Empresas
- Infraestructura

Los Factores principales a su vez se dividen en subfactores; cada uno de ellos con diferentes criterios. Los principales dentro de este ranking son los de la Figura 3.5

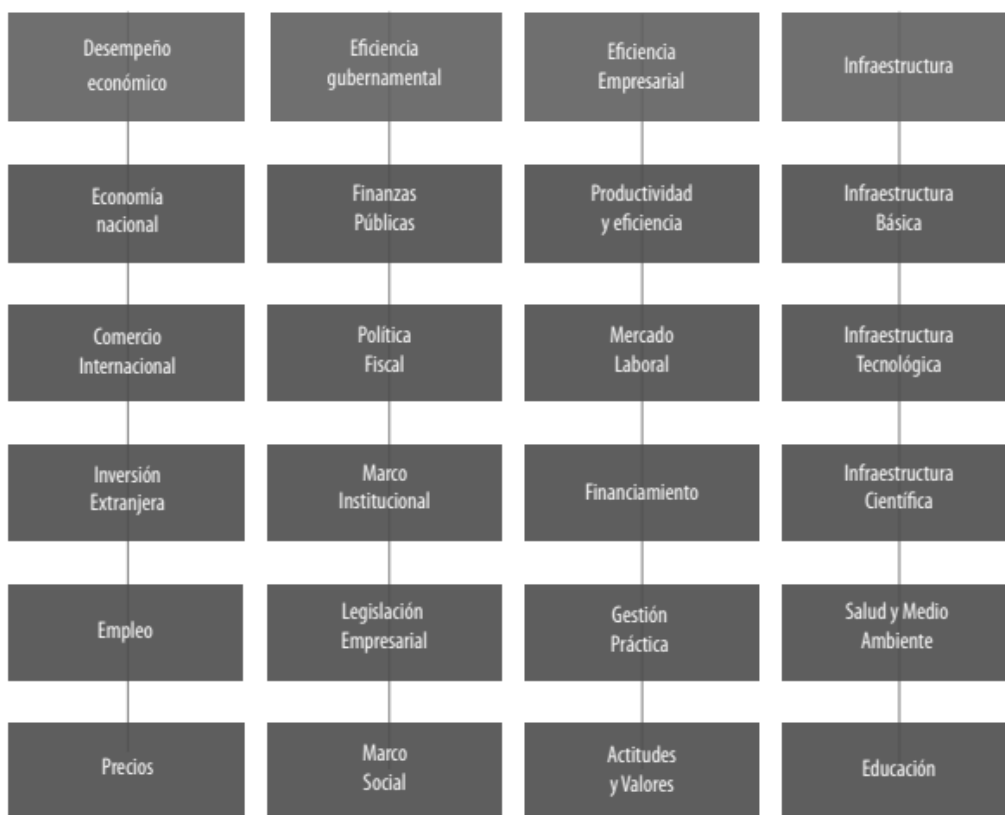


Figura 3.5: Indicadores del WCY

Fuente: Figura tomada de [https://foroconsultivo.org.mx/proyectos\\_estrategicos/img/10/7.pdf](https://foroconsultivo.org.mx/proyectos_estrategicos/img/10/7.pdf) el da 20/octubre/2019.

Por lo que del Ranking y lo seleccionado en la Figura 3.3, se deduce que E.U.A. se encuentra a la cabeza como resultado de su sólida eficiencia en los negocios y su sector financiero, su impulso de innovación y la efectividad de su infraestructura. Mientras que México presenta una gran brecha al encontrarse en el puesto 50, lo que se asocia con una mínima capacidad de competir en mercados nacionales o de enfrentar a la competencia internacional.

### Índice de Competitividad Global

El Índice de Competitividad Global GCI (Global Competitiveness Index), producido anualmente por el Foro Económico Mundial desde 1979, es un estudio que pretende “servir como una herramienta neutral y objetiva para que los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil trabajen juntos para impulsar la prosperidad de las economías” (WEF, 2016) al medir la competitividad como “un conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país”. El GCI es un promedio ponderado de 114 indicadores, para 138 economías, cada uno de los cuales mide un aspecto diferente de la competitividad (Figura 3.6).

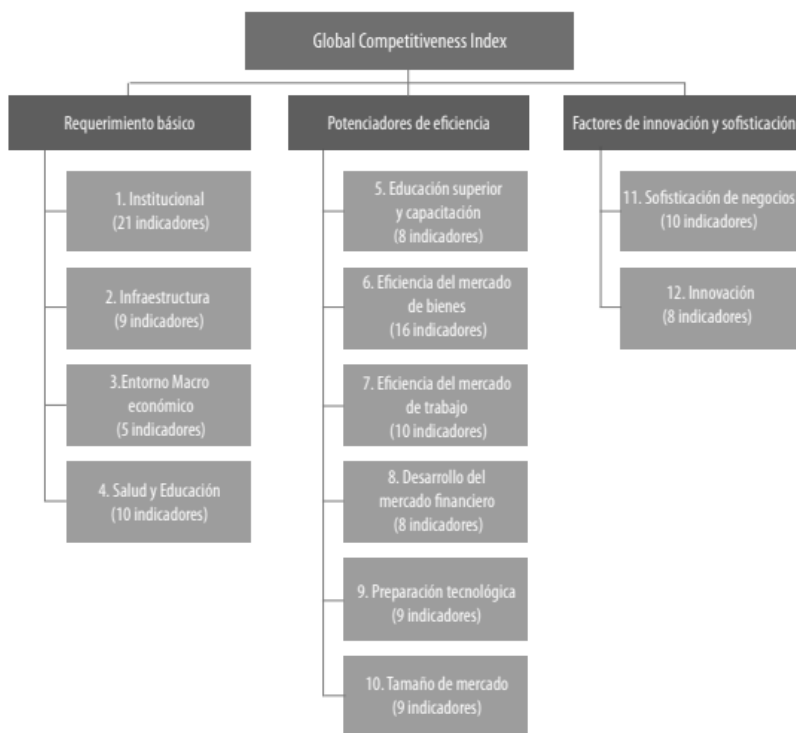


Figura 3.6: Indicadores del GCI/GCR

Fuente: Figura tomada de [https://foroconsultivo.org.mx/proyectos\\_estrategicos/img/10/7.pdf](https://foroconsultivo.org.mx/proyectos_estrategicos/img/10/7.pdf) el da 20/octubre/2019.

Por lo que este índice considera diversos aspectos de la competitividad y toma en cuenta el grado de desarrollo de las economías, y en función de la Figura 3.3

### Tasa de Crecimiento Económico

La tasa de crecimiento económico se define como la variación porcentual del PIB, por lo que también es conocida como crecimiento del PIB, en la tabla de la Figura 3.3 sólo se representan los datos del 2018, por lo que se realizó el siguiente gráfico (Figura 3.8), en el que se puede observar el porcentaje de crecimiento mundial, junto con el de los siete países seleccionados, durante los últimos 10 años. Este dato resulta



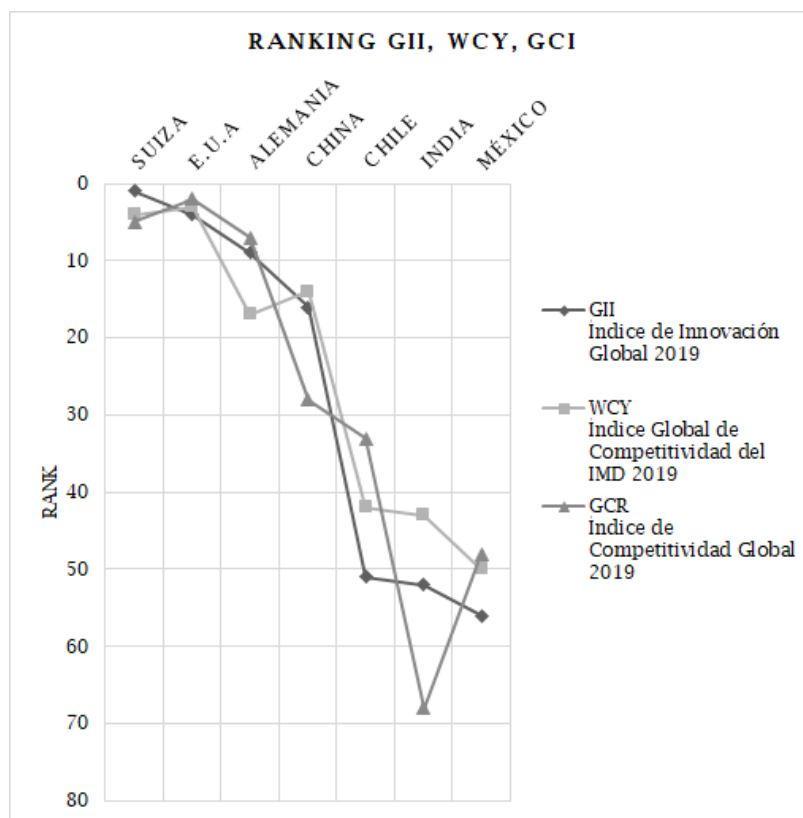


Figura 3.7: Comparación entre Rankings de Innovación.

de utilidad porque nos permite medir la evolución económica en función del aumento de la cantidad de bienes y servicios que producen las economías, así como conocer el grado de desarrollo económico y sus posibles tendencias, debido a que es un indicador en función del producto interno bruto que elimina los efectos de la inflación y se calcula a partir de estimar el valor de todo lo que se produjo en un año y compararlo con el valor de todo lo que se produjo durante el mismo periodo del año pasado. Se seleccionó el crecimiento económico porque es una medida muy observada por los economistas, dado que lo relacionan directamente con el bienestar de la población al representar los bienes y servicios de los que dispone un país para consumir o invertir y al ser la medida más utilizada para evaluar la política económica durante los periodos de gobierno establecidos por cada nación.

Los datos representados en el gráfico, en primera instancia muestran un crecimiento económico mundial estable, en el que las economías desarrolladas como Estados Unidos se expandieron a un ritmo constante, y las economías en desarrollo muestran una trayectoria de crecimiento relativamente constante. Sin embargo, esta tasa encubre riesgos e inestabilidad económica, debido a que no tiene en cuenta la desigualdad económica, la distribución del ingreso, el endeudamiento y el consumo de recursos naturales no renovables.

Por lo que, en general, del gráfico se deduce que el crecimiento económico tiene fundamentos históricos para mantenerse, aún cuando la acumulación de incertidumbres

geopolíticas siga incrementando.

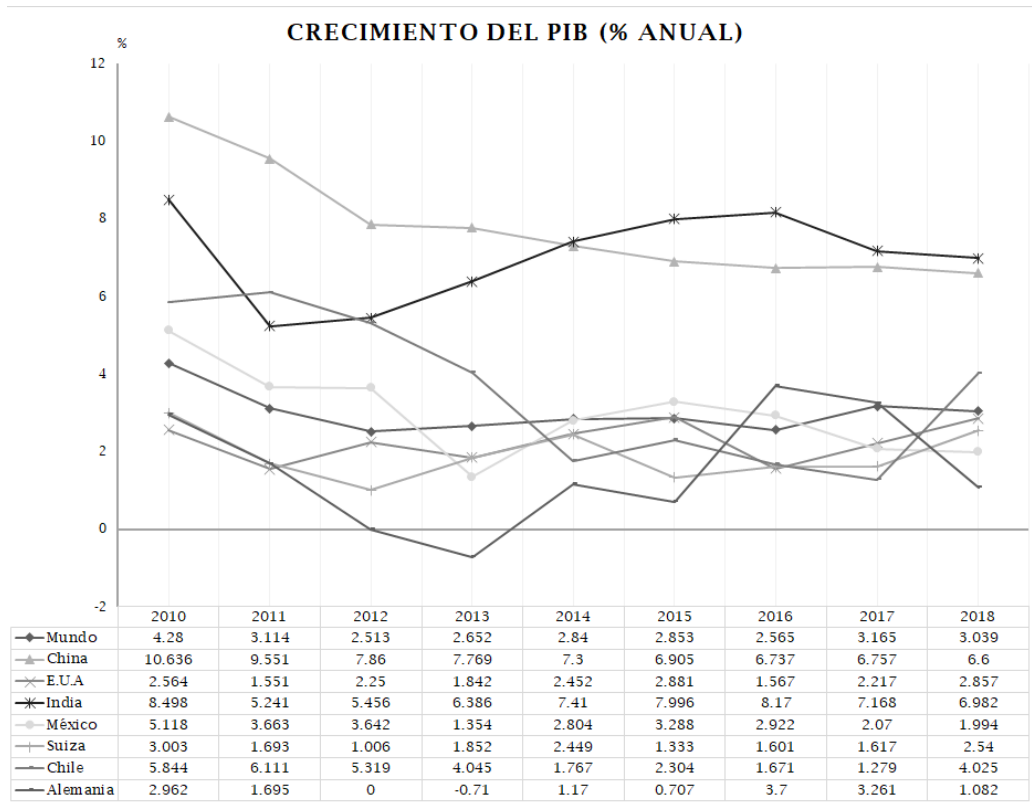


Figura 3.8: Crecimiento del PIB de los últimos 10 años.

### Exportaciones de productos de alta tecnología

Las exportaciones de productos de alta tecnología se refiere a los productos que clasifican dentro de las industrias aeroespacial, informática, farmacéutica, de instrumentos científicos y de maquinaria eléctrica, por nombrar algunos.

En la Figura 3.9 se puede observar el porcentaje de exportaciones de productos manufacturados la última década, siendo México uno de los países con más exportaciones a nivel mundial. Punto que será retomado y analizado afondo en los resultados con ayuda de un indicador especializado, debido a que representa una oportunidad de crecimiento para el país.

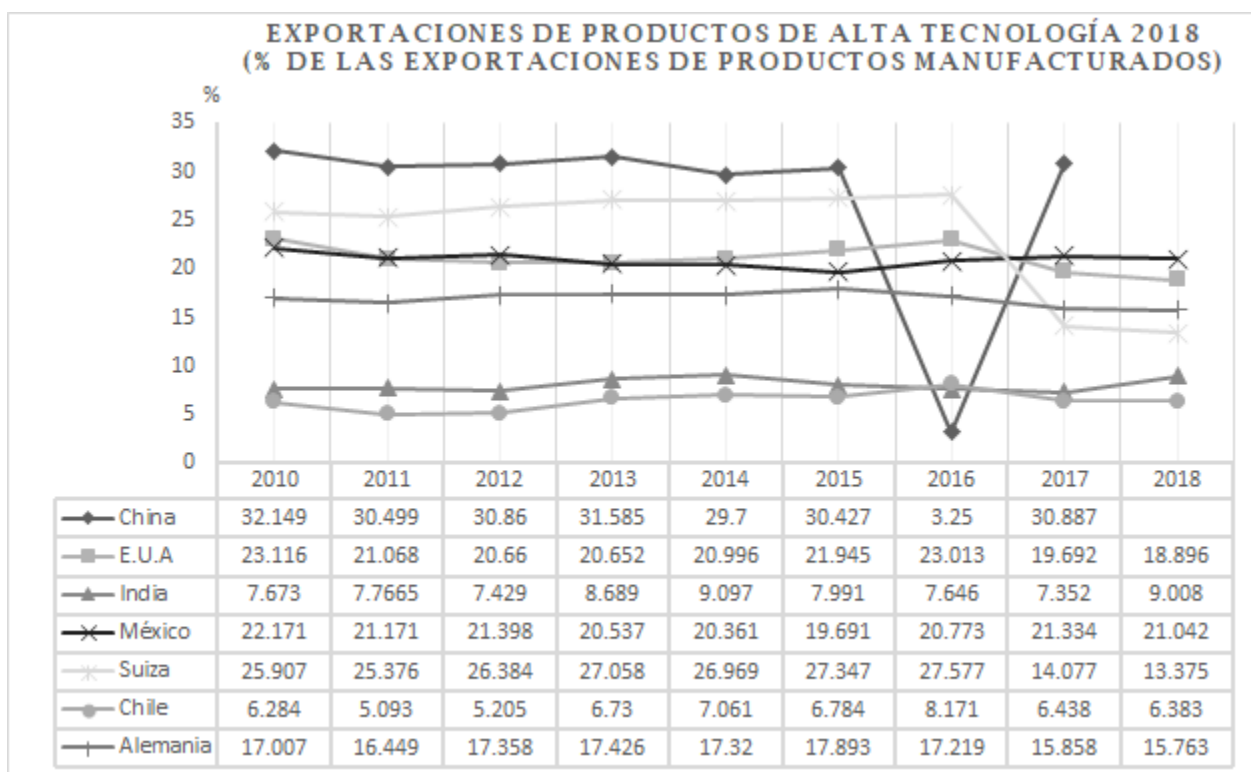


Figura 3.9: Exportaciones de productos de alta tecnología 2018.

En el mapa de la Figura 3.10 se puede observar en tonos verdes a las economías que representan una mayor cantidad de exportaciones de manufactura de alta tecnología, siendo las más oscuras las economías con una mayor tasa de exportación.

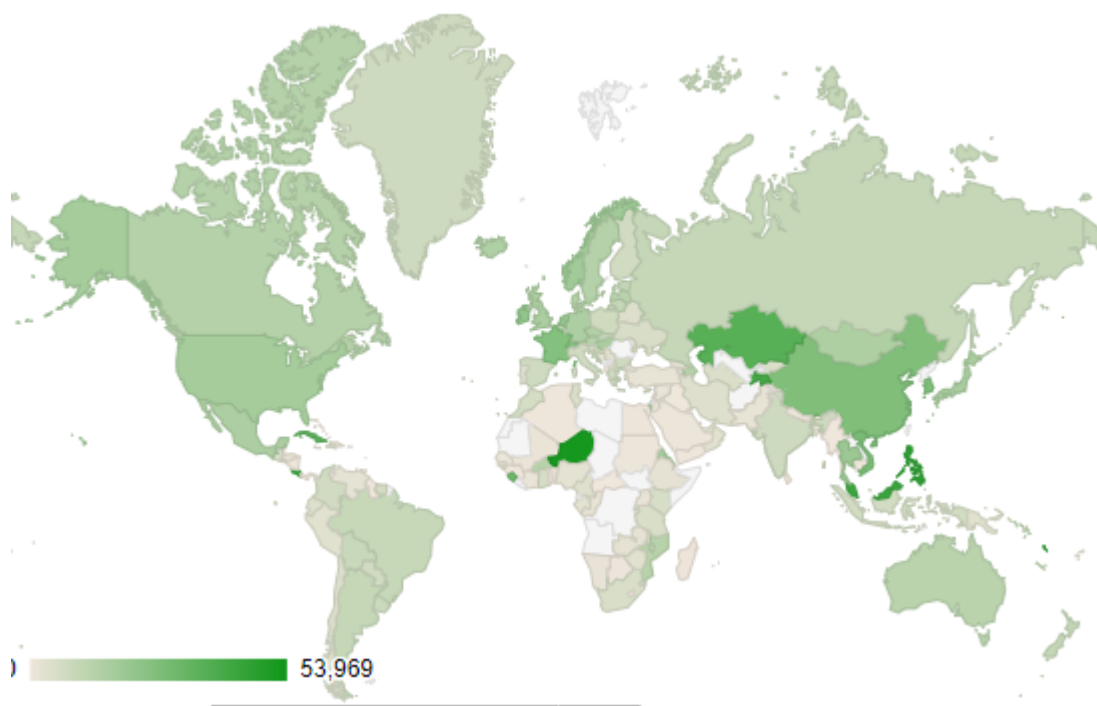


Figura 3.10: El tono de color del país corresponde al valor del % de las exportaciones de productos de alta tecnología

Imagen tomada de <https://www.indexmundi.com/es/datos/indicadores/TX.VAL.TECH.MF.ZS> el 01/11/2019.

# Capítulo 4

## Comparativo y Resultados

### 4.0.1. Índice de Complejidad Económica

Para efectos de esta tesis se utilizó el índice de complejidad económica (ECI por sus siglas en inglés). Las medidas que contempla en ECI son las siguientes: RCA, EPI, ECI, ECI y PCI+).

#### Ventaja Comparativa Revelada (RCA)

¿Qué países hacen qué productos? Cuando se realiza la asociación de países con productos es importante tomar en cuenta el tamaño del volumen de exportación de los países y el estado del comercio mundial. Esto es porque, incluso para el mismo producto, podemos esperar que el volumen de exportación de un país tan grande como China, sea menor que el volumen de exportación del mismo producto para un país como Uruguay.

Para hacer que países y productos sean comparables utilizamos la definición de Balassa de Ventaja Comparativa Revelada (RCA por sus siglas en inglés). La definición de Balassa sostiene que un país tiene una ventaja competitiva revelada en un producto si exporta más de su fracción "justa", esto es, una parte que es igual al total del intercambio comercial mundial que ese producto representa. Por ejemplo, en 2008, con exportaciones de 42 billones de dólares, los granos de soya representan el 0.35 % del comercio mundial. De este total, Brasil exportó cerca de 11 billones de dólares, y desde que el total de las exportaciones de Brasil para ese año fueron de 140 billones, los granos de soya representaron el 7.8 % del total de las exportaciones de Brasil. Esto representa alrededor de 22 veces la "fracción justa" de exportaciones de granos de soya (7.8 % dividido por 0.35 %), así que podemos decir que Brasil tiene una ventaja comparativa revelada en granos de soya.

#### ¿Cómo podemos representar eso matemáticamente?

$X_{cp}$  = cantidad (en USD) de un producto p que un país c exporta

$C$  = número de países considerados

$P$  = número de productos considerados

Se define  $RCA_{cp}$  como :

$$RCA_{cp} = \frac{X_{cp}}{\sum cX_{cp}} \setminus \frac{\sum pX_{cp}}{\sum cpX_{cp}} \quad (4.1)$$

Usamos esta medida para construir una matriz  $M \in \mathbb{R}^{C \times P}$  que conecta cada país con los productos que manufactura

Con entradas:

$$M_{cp} = \begin{cases} 1 & \text{si } RCA_{cp} \geq 1 \\ 0 & \text{cualquier otro} \end{cases} \quad (4.2)$$

### ¿Qué es Complejidad Económica

Le debemos a Adam Smith la idea de que la división (especialización) del trabajo es el secreto de la riqueza de las naciones. En una interpretación moderna, la división del trabajo en mercados y organizaciones es lo que permite que el conocimiento llevado por algunos llegue a tantos, haciéndonos más sabios colectivamente.

La complejidad de una economía está relacionada con la multiplicidad de conocimiento útil dentro de ella. Porque los individuos son limitados en lo que saben, la única forma en que las sociedades pueden expandir su conocimiento base es a través de facilitar la interacción de individuos en redes cada vez más complejas en aras de producir más productos. Podemos medir la complejidad económica por la mezcla de estos productos que los países son capaces de producir.

Algunos productos, como dispositivos médicos magnéticos o motores para aeronaves, conllevan grandes cantidades de conocimiento y son el resultado de una gran cantidad de redes de personas y organizaciones. Estos productos no pueden realizarse en economías simples que no tienen la capacidad para producir todas las redes que el producto final requiere. La complejidad económica se expresa como la composición de las salidas productivas de un país y refleja las estructuras que emergen para mantener y combinar conocimiento.

### ¿Cómo se calcula la Complejidad Económica?

Podemos medir la diversidad y ubicuidad simplemente sumando sobre las columnas y filas de la matriz  $M_{cp}$ . Formalmente se define de la siguiente forma:

$$Diversidad = k_{co} = \sum_p M_{cp} \quad (4.3)$$

$$Ubicuidad = k_{po} = \sum_c M_{cp} \quad (4.4)$$

Para generar una medida más exacta del número de capacidades disponibles en un país, o requerido por un producto, se requiere corregir la información que la diversidad y ubicuidad cargan a través de usar la información de una sobre la otra. Para países se requiere calcular el promedio de la ubicuidad de los productos que el país exporta, la diversidad promedio de los países que producen esos productos. Para productos, es necesario calcular el promedio de la diversidad de los países que los producen y el promedio de ubicuidad de los otros productos que los países hacen. Esto puede ser expresado por las siguientes expresiones:

$$k_{cN} = \frac{1}{k_{c0}} \sum p M_{cp} \times k_{pN-1} \quad (4.5)$$

$$k_{pN} = \frac{1}{k_{p0}} \sum c M_{cp} \times k_{cN-1} \quad (4.6)$$

Si insertamos la ecuación 4.6 en 4.5 se obtiene:

$$k_{cN} = \frac{1}{k_{c0}} \sum p M_{c'p} \frac{1}{k_{c0}} \sum c M_{c'p} \cdot N_2 \quad (4.7)$$

$$k_{cN} = \sum c M_{c'p} \cdot k_{c'N_2} \sum \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c0} k_{p0}} \quad (4.8)$$

reescribiendo:

$$k_{cN} = \sum c M_{cc'} k_{c'N_2} \quad (4.9)$$

donde,

$$M_{cc'} = \sum p \frac{M_{cp} \cdot M_{c'p}}{k_{c0} k_{p0}} \quad (4.10)$$

Podemos notar que la ecuación 4.7 es satisfecha cuando

$$[k_{cN} = k_{cN-2} = 1$$

Este el vector propio de  $M_{cc'}$  donde es asociado con el mayor valor propio. Desde que este vector propio es un vector de alguno, no es informativo. Se busca por el vector propio asociado con el segundo mayor valor propio. Este es el vector propio que captura la mayor cantidad de varianza en el sistema y es nuestro índice de complejidad económica. De manera que podemos expresar el Índice de Complejidad Económica (ECI) de la siguiente manera:

$$ECI = \frac{\vec{K} - \langle \vec{K} \rangle}{stdev \vec{K}}$$

(4.11)

donde  $\langle \rangle$  representa el promedio, stdev significa desviación estándar y :

$$\vec{K} = \text{Vector propio de } \tilde{M}_{cc} \text{ asociado con el segundo mayor valor propio} \quad (4.12)$$

Análogamente, definimos Índice de Complejidad del Producto (PCI por sus siglas en inglés). Por la simetría del problema, esto puede ser simplemente a través de intercambiar el índice de los países por el de los productos en las definiciones de arriba. Por lo tanto, el PCI se define como:

$$PCI = \frac{\vec{Q} - \langle \vec{Q} \rangle}{stdev \vec{Q}}$$

(4.13)

$$\vec{Q} = \text{Vector propio de } \tilde{M}_{pp} \text{ asociado con el segundo mayor valor propio} \quad (4.14)$$

### Complejidad Económica de México

México es de la novena economía exportadora más grande del mundo y la vigésimo primera más compleja de acuerdo con el Índice de Complejidad Económica (ECI). En 2017, México exportó 418 billones de dólares e importó 356 billones. En 2017 el PIB per cápita de México era de 18.3K dólares.

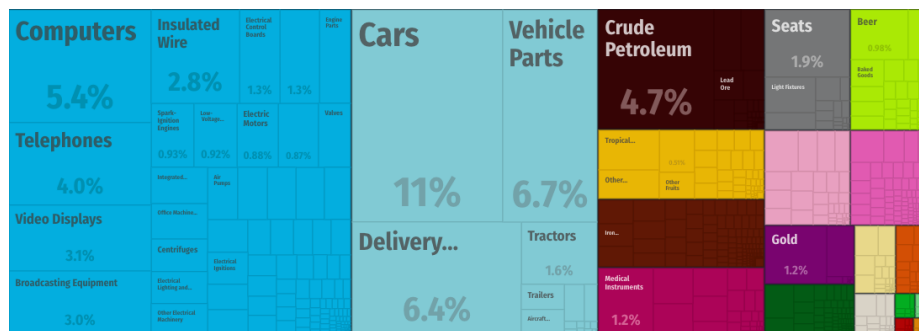


Figura 4.1: Principales exportaciones de México  
 Fuente: Figura tomada de <http://atlas.cid.harvard.edu/img/10/7.pdf> el día 20/octubre/2019.

Las mayores exportaciones de México con carros (45.1 billones d de dólares), partes de vehículos (28 billones de dólares), camiones de carga (26.7 billones de dólares),



computadoras (22.5 billones de dólares) y petróleo crudo (19.5 billones de dólares), utilizando la revisión de la clasificación de sistema armonizado de 1992 (HS por sus siglas en inglés); sus principales exportaciones son: Autopartes (25.2 billones de dólares, Petróleo refinado (23.4 billones de dólares), autos (11.6 billones de dólares, computadoras (9.8 billones de dólares) y petróleo gas (7.46 billones de dólares).

En 2017 México exporto 418 billones de dólares, durante el periodo (2012-2017) las exportaciones de México tuvieron un incremento de 2

Los principales destinos de las exportaciones de México son Estados Unidos (307 billones de dólares), Canadá (22 billones de dólares), China (8.98 billones de dólares), Alemania (8.98 billones de dólares) y Japón (5.57 billones de dólares). Los principales proveedores de México son Estados Unidos (181 billones de dólares), China (52.1 billones de dólares), Alemania (14.9 billones de dólares), Japón (14.8 billones de dólares) y Cora del Sur (10.9 billones de dólares).

En 2017 México importó 356 billones de dólares, posicionándolo como el treceavo mayor importador del mundo. Durante el periodo (2012-2017) tuvo un incremento en sus importaciones de 337 billones USD a 356 billones de USD. El producto que mayormente importa son las autopartes que representa el 7.08 % de total de sus importaciones, seguido por petróleo refinado, que representa el 6.56 %.

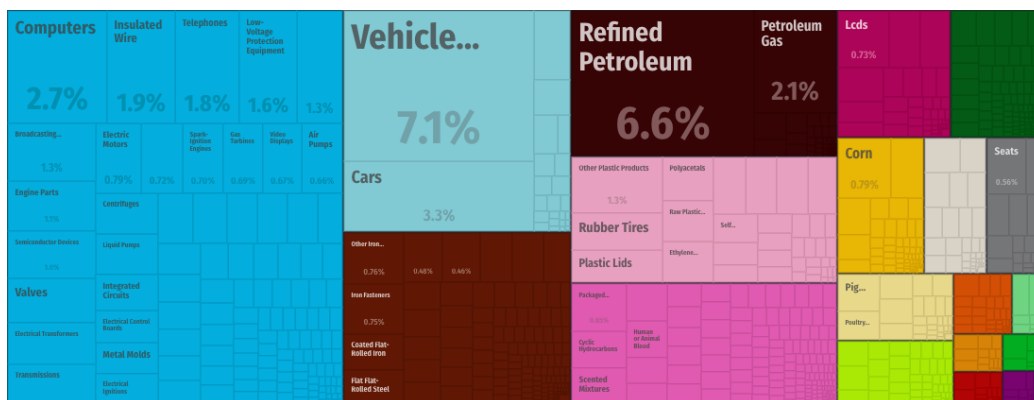


Figura 4.2: Principales importaciones de México  
 Figura tomada de [http://atlas.cid.harvard.edu  
 /img/10/7.pdf](http://atlas.cid.harvard.edu/img/10/7.pdf) el día 20/octubre/2019.

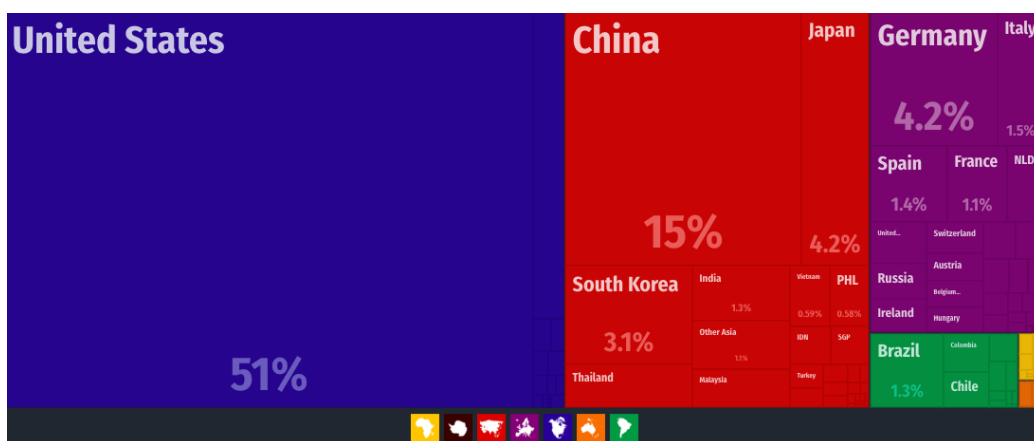


Figura 4.3: ¿A quién le compra México  
 Fuente: Figura tomada de <http://atlas.cid.harvard.edu/img/10/7.pdf> el día 20/octubre/2019.

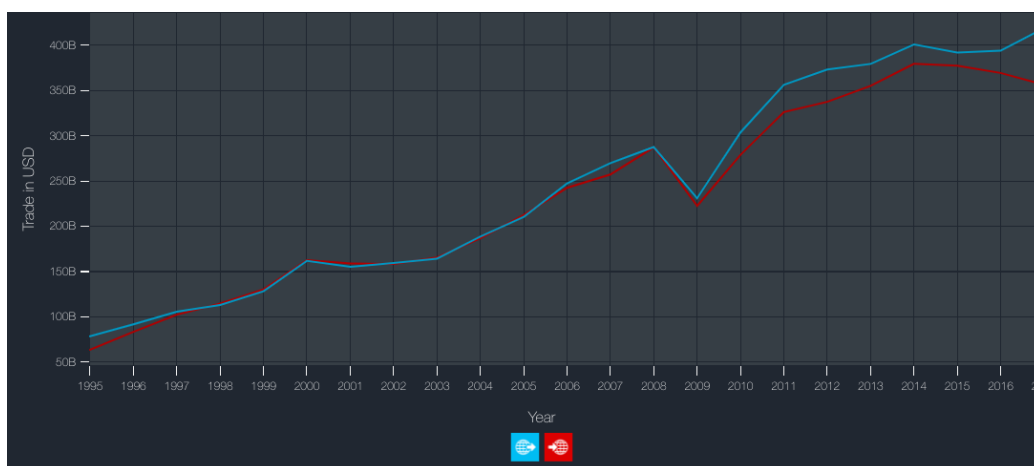


Figura 4.4: Principales Balanza comercial (1995-2017)  
 Fuente: Figura tomada de <http://atlas.cid.harvard.edu/img/10/7.pdf> el día 20/octubre/2019.

### Espacio del Producto y Mapa de Complejidad Económica

El espacio del producto es una red que conecta los bienes que tienen probabilidad de ser co-exportados y pueden ser usados para predecir la evolución de la estructura de exportación de un país.

La economía de México tiene un ECI de 1.1 haciéndolo la veintiún economía más compleja. México exporta 182 productos con ventaja comparativa revelada.

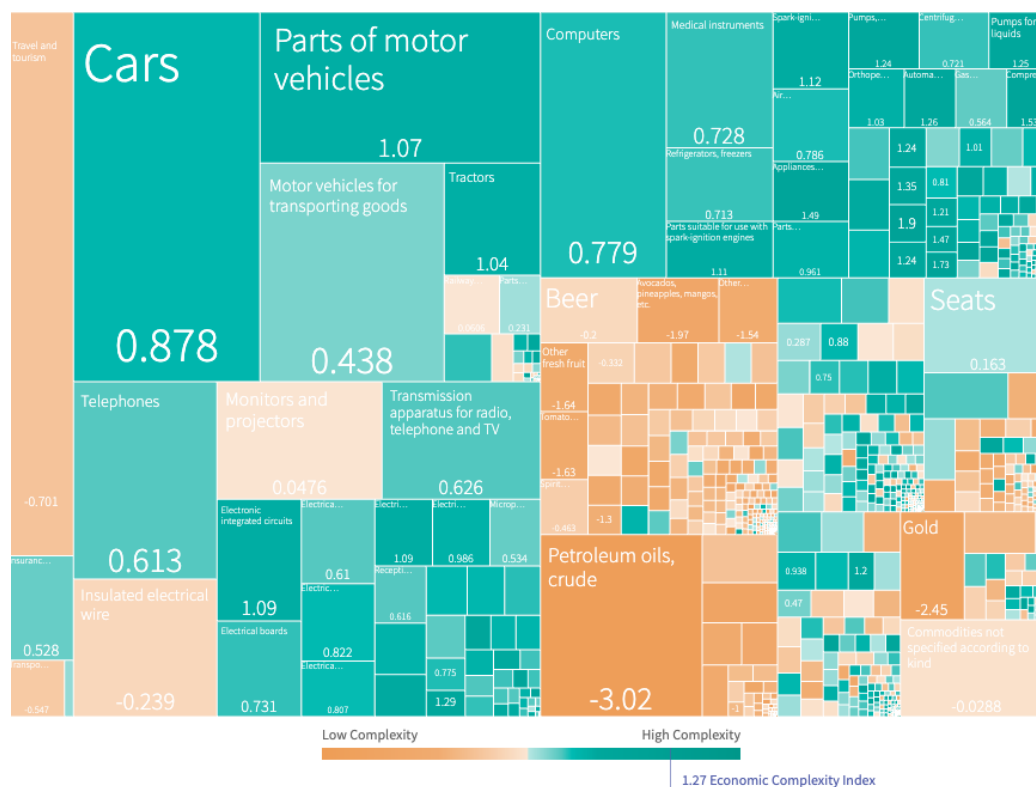


Figura 4.5: Mapa de complejidad Económica de México (1995-2017)

Fuente: Figura tomada de <http://atlas.cid.harvard.edu/img/10/7.pdf> el día 20/octubre/2019.

Aquellos países que basan su competitividad en la exportación de bienes de alta intensidad tecnológica requieren trabajadores con capacidades avanzadas y alta inversión en I+D. Una de las claves para el crecimiento económico es una estrecha relación entre el sistema productivo, el de ciencia y tecnología. Los sectores que exportan productos tecnológicamente avanzados tienen una fuerte dependencia de recursos humanos altamente especializados. De la misma manera, los trabajadores de una economía no tienen incentivos para especializarse e invertir en capital humano avanzado si no existe un mercado que demande esas habilidades. Es por esto por lo que es menos probable que los países que no exportan bienes basados en tecnología intensiva puedan hacerlo en el futuro. Se debe de hacer una transición estratégica a través de aquellos productos con alta y media complejidad económica que ya se producen.

En la gráfica de abajo se muestra el nivel de exportaciones e importaciones en dólares corrientes por habitante de productos de alta y media intensidad tecnológica en el 2014. Los países desarrollados exportan una media de 2000 dólares por habitante de este tipo de productos, en América Latina sólo México llega a esta cifra.

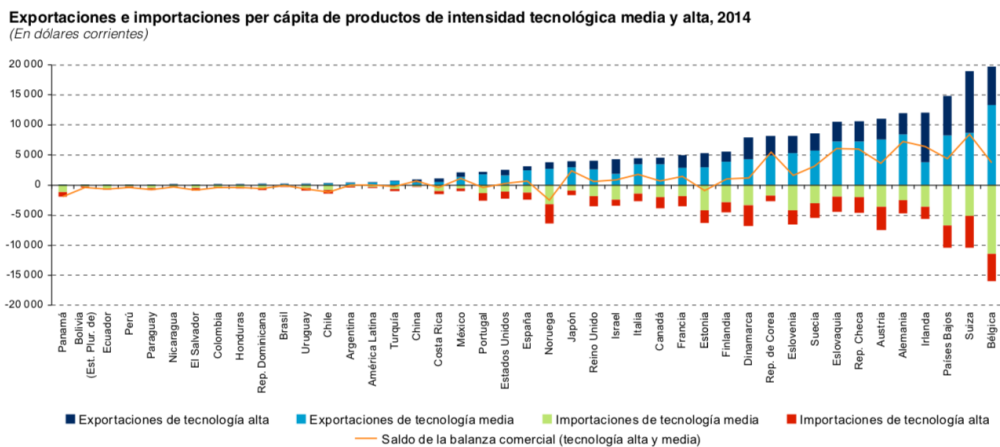


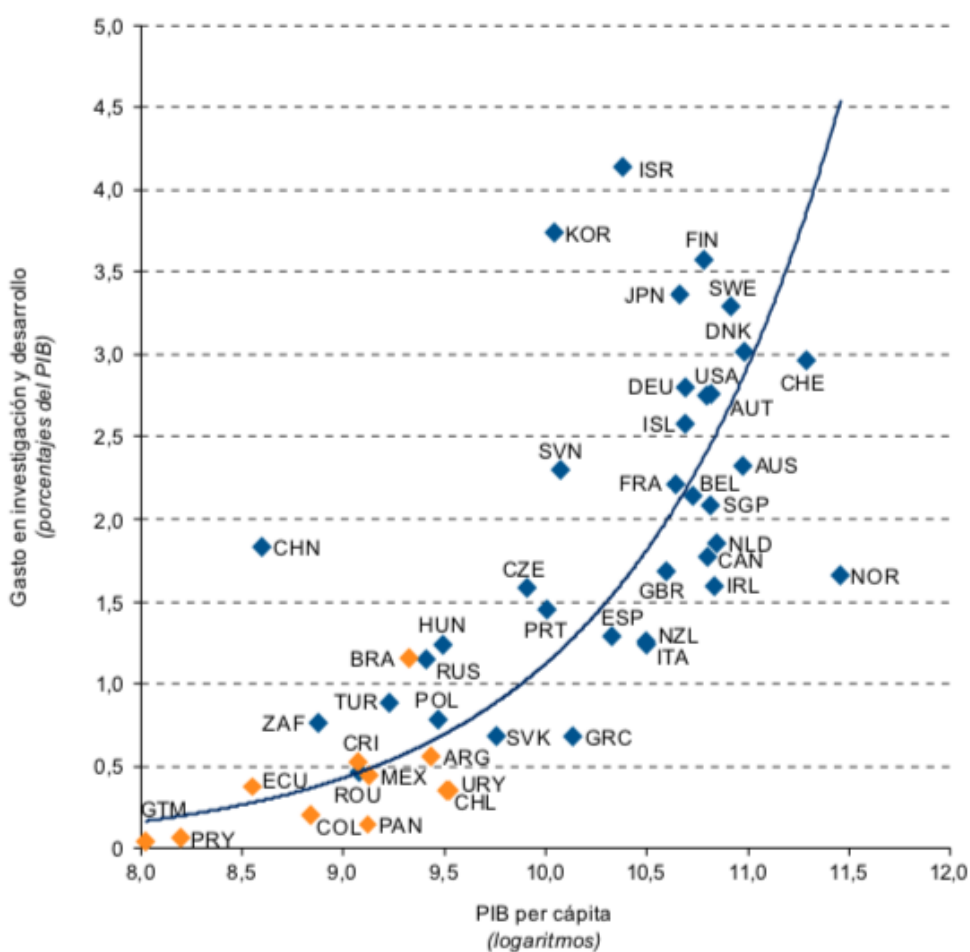
Figura 4.6: Importaciones y exportaciones per cápita de productos de intensidad tecnológica media y alta

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Sistema Interactivo Gráfico de Datos de Comercio Internacional (SIGCI), sobre la base de datos del Banco Mundial

**Relación entre ingreso por habitante e innovación**

Así como los países diversifican sus productos, procesos y organización de la producción también lo hacen sus estructuras económicas y sociales, estos cambios se realizan de formas: cualitativa y cuantitativamente. Esto se ve reflejado en cómo se mueve el ingreso por habitante y presupuesto para I+D. Existe una fuerte correlación a nivel global entre la inversión de I+D y el PIB per cápita. A pesar de esto cada país tiene condiciones distintas y deben establecerse los mecanismos adecuados para la inversión en la generación de tecnología e investigación.

**Países seleccionados: PIB per cápita y gasto en investigación y desarrollo, promedio de 2009-2013**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y del Banco Mundial.

Figura 4.7: Comparativo de inversión en I+D vs PIB per cápita : CEPAL.

En el comparativo de PIB per cápita y gasto a innovación y desarrollo se observa que los países en la frontera tecnológica se encuentran en el cuadrante superior derecho y los países lejanos a la frontera tecnológica se encuentran en el cuadrante inferior izquierdo. Los países de América Latina ocupan precisamente el cuadrante inferior izquierdo pues no dedican más de 0.4 % de su PIB a I+D. Con la única excepción de Brasil que le dedica el 1.2 % de su PIB a innovación y desarrollo.

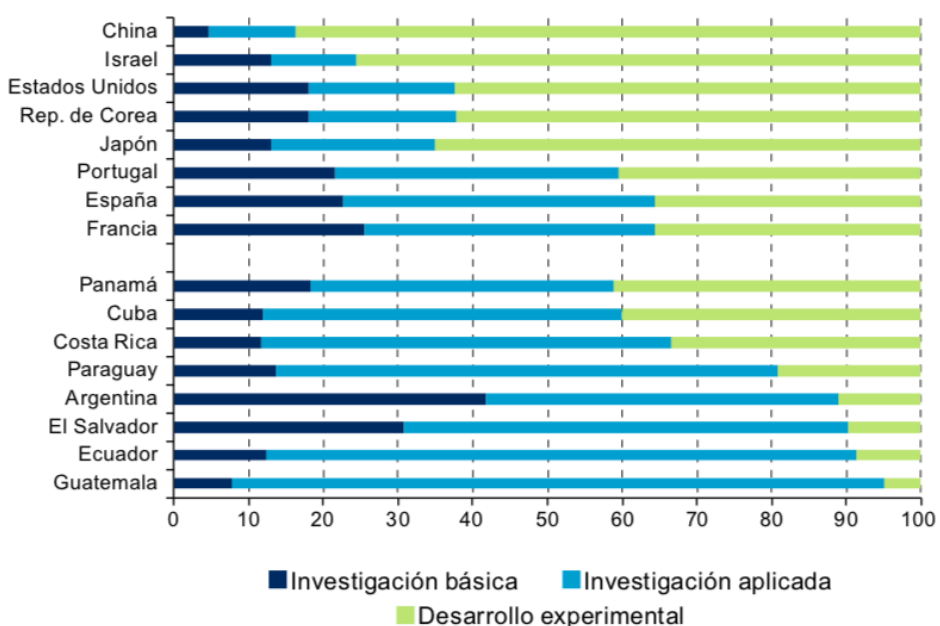
Otro rasgo importante de la inversión I+D es el alcance de lo que concentra. La investigación y desarrollo experimental comprenden todo trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el acervo de conocimiento, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad. De manera que con esta definición se involucran las siguientes actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental; mencionadas en el capítulo anterior.

- La investigación básica es el trabajo sistemático original, teórico o experimental destinado a incrementar el conocimiento de un fenómeno sin considerar una aplicación práctica o directa.
- La investigación aplicada también consiste en un trabajo sistemático original, pero, a diferencia de la anterior, tiene como fin resolver una necesidad o problema práctico específico.
- El desarrollo experimental está orientado a la producción nueva o mejorada de materiales, productos, dispositivos, procesos o sistemas.

Es importante remarcar en qué porcentaje del gasto de I+D se dedica a cada uno de estos rubros en los países desarrollados. En los países tecnológicamente avanzados, una proporción considerable de I+D se dedica al desarrollo experimental de productos innovadores. En cambio, en los países latinoamericanos ese desarrollo absorbe una proporción pequeña del gasto en I+D, y básicamente se reparte entre investigación básica y aplicada.

Como se puede observar en la figura, los países más avanzados como Israel, Estados Unidos, Japón y la República de Corea, muestran un patrón distinto de los países respecto a los países de América Latina, dedicando un entre 60 % y 80 % de su inversión en I+D al desarrollo experimental.

**Países seleccionados: gasto en investigación y desarrollo (I+D) dedicado al desarrollo experimental, promedio de 2010-2013**  
*(En porcentajes)*



de

Figura 4.8: Distribución de Gasto de I+D por país : Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT)

# Capítulo 5

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

Estamos en los albores de una cuarta revolución industrial, impulsada por los avances tecnológicos que hacen que la producción sea mejor y más barata, además de con una evolución más rápida que nunca, esta nueva revolución industrial ofrece enormes oportunidades de crecimiento económico y desarrollo sostenible con potenciales beneficios en una escala que es difícil de imaginar. La posibilidad de transporte más barato, una sociedad ultra conectada y una red logística más eficiente pueden ser el motor para que países en vías de desarrollo se vinculen mejor a las cadenas de valor mundiales.

Algunos de las economías emergentes avanzadas ya están a punto de convertirse en líderes globales tecnológicos en varias industrias. Sin embargo, la nueva era económica y el ritmo acelerado de la tecnología e innovación también podría dar lugar a graves perturbaciones económicas y a una mayor desigualdad. Los patrones de inversión existentes, por ejemplo, podrían pasar por profundos cambios con gran alcance, tanto en términos de flujos como de contenido. Existe un consenso creciente en cuanto a las políticas industriales de los últimos años referente a que la transformación estructural no ocurre por sí sola, sino que requiere una política proactiva que facilita una transición hacia nuevos sectores y actividades con mayor productividad y más valor agregado, al tiempo que fomenta la sostenibilidad e inclusión. Dado que el tema de trabajo y la irrupción tecnológica en México es multifactorial se decidió plantear una serie de recomendaciones por rubro de acuerdo con los resultados encontrados en la presente tesis.

### Integración a las cadenas de valor mundial

México tendría la posibilidad de tener una mayor integración a las cadenas de valor mundiales si aumentará sus niveles de competitividad y la productividad; sin embargo, las restricciones con las que cuenta son bastante importantes; por un lado está la estructura de la economía y con ello el mercado laboral, existe un nivel importante de informalidad (56.3 % según datos del INEGI), datos que muestran una tendencia a la alza, predominio de microempresas y las industrias tradicionales, una gran desigualdad de ingresos, bajos niveles de inversión en I+D, una débil infraestructura



nacional de investigación, y un ecosistema de “Start-up” basadas en un conocimiento que todavía está poco desarrollado. Se suma a lo anterior el bajo nivel de cualificaciones de su población, a la par de las ineficiencias a la hora de poner en práctica sus cualificaciones. Los niveles de logro educativo están entre los más bajos de los países miembros de la OCDE. La Estrategia Nacional de Competencias de la OCDE para México, identificó la mejora en el uso de la competencias en el trabajo como uno de los desafíos clave a los que se enfrenta México, entre los que también se encuentra el abordaje de cuestiones relativas a las sobre cualificación y la mejora de alineación entre las competencias y el mercado laboral.

### **Principales Sectores Industriales**

Como se revisó en la sección de Complejidad Económica, se observa que en el caso de México había una amplia gama de productos de exportación en los cuáles es propicio invertir en aras de abrir nuevos mercados. Se observa también que la economía mexicana es menos compleja que la década anterior, la razón por la cual su complejidad ha decrecido es por su falta de diversificación de exportación. Debido a que aún conserva un nivel de complejidad ventajoso (posición 20 en el ranking mundial) puede diversificar su exportación usando su infraestructura comercial y tecnológica actual. A pesar de su ingreso y tasas de crecimiento, México es más complejo de lo que se espera. Como resultado de lo anterior, se espera que su economía crezca moderadamente.

Con la firma del TLC y la apertura de ciertas industrias como telecomunicaciones, electricidad y petrolera México ha pasado de ser una economía basada en el petróleo a ser un centro de manufactura, inversión internacional y exportaciones. A pesar de esto, México sigue muy rezagado en términos de productividad con respecto a las potencias líderes y su PIB (Producto Interno Bruto) per cápita continúa tan alejado del de los Estados Unidos en la década de los 90. México también ha desarrollado planes para aumentar la productividad en los sectores del comercio, el turismo y a la alimentación, sectores que emplean a un porcentaje importante de trabajadores, a pesar de estos planes los niveles de productividad siguen siendo bajos.

### **Educación**

En México, sólo el 22 % de las personas entre 25 y 64 años había cursado la educación superior hasta 2016, la proporción más baja entre los países miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). Es importante señalar que México se encuentra arriba de países como China (10 %) e India (11 %), lo cual contrasta con el crecimiento económico y desarrollo que han tenido estos dos países en los últimos años.

Además, de lo anterior el sistema de educación superior en México se ha visto rebasado ya anteriormente respecto a la calidad y la garantía de que los estudiantes desarrollen las competencias relevantes para el mercado laboral. Los campos de estudio más frecuentes son derecho y administración de empresas con un 35.1 % de nuevos matriculados, seguidos de ingeniería, industria y construcción (24.4 %); los programas de

salud y bienestar también son relativamente comunes (10.1 %). Las ciencias naturales, matemáticas y estadística, junto con tecnologías de la información y la comunicación (TIC) muestran proporciones muy bajas de matriculados (3.1 % y 1.9 %).

### **Ambito económico global**

El capitalismo industrial es lo que ha liderado cada una de las revoluciones tecnológicas (aunque el internet que surge como tal en la tercer revolución nació con una idea utópica de código abierto), de manera que no se puede omitir la fuerte dependencia que la economía tiene de la tecnología y viceversa. Paul Mason en su libro Postcapitalismo enumera cinco ciclos largos de la economía mundial que son clave para entender cuál es el posible nuevo escenario ante una economía mundial menguante con niveles de crecimiento cada vez más bajo y las grandes potencias como Alemania en recesión. [17]

- 1790-1848. El primer ciclo largo es apreciable en los datos disponibles para Inglaterra, Francia y Estados Unidos. El sistema fabril, la maquinaria de vapor y los canales forman la base del nuevo paradigma. El punto de inflexión es la depresión de finales de la década de 1820. La crisis revolucionaria de 1848-1851 en Europa, que tiene su paralelo en Estados Unidos con la guerra con México y con el Compromiso de Missouri, constituye un momento clave claro.
- 1848-mediados de la década de 1890. El segundo ciclo largo es tangible en todo el mundo desarrollado y ,y hacia el final del período, en la economía global. Los ferrocarriles , el telégrafo, los vapores transoceánicos, las monedas estables y la maquinaria producida por máquinas sientan las bases del paradigma. La onda alcanza su máximo a mediados de la década de 1870, con la crisis financiera de Estados Unidos y en Europa que marcó el inicio de la Gran Depresión de 1873-1896. Durante las décadas de 1880 y 1890, se desarrollan nuevas tecnologías como respuestas a ciertas crisis económicas y sociales; tecnologías que cuajan en el comienzo del tercer ciclo.
- Década de 1890-1945. En el tercer ciclo , son la industria pesada, la ingeniería eléctrica, el teléfono, la gestión científica de los procesos productivos y la producción en masas que actúan como tecnologías clave. La ruptura de tendencia se observa al término de la Primera Guerra Mundial; la Gran Depresión de los años treinta, seguida de la destrucción de capital durante la Segunda Guerra Mundial, pone fin a la fase descendente.
- Finales de la década de 1940-2008. En el cuarto ciclo largo, los transistores, los materiales sintéticos, los bienes de consumo de masas, la automatización fabril, la energía nuclear y la computación automática crean un nuevo paradigma que da como resultado el período de expansión económica más prolongado de la historia. Su pico máximo no podría ser más claro: la crisis del petróleo de octubre de 1973, tras la cual se instala un largo período de inestabilidad, aunque sin ninguna gran depresión.

- A finales de la década de 1990, coincidiendo con el final de la onda previa, aparecen elementos básicos del quinto ciclo largo. Los motores impulsores son la tecnología de redes, las comunicaciones móviles, un mercado verdaderamente global y los bienes informacionales. Pero su despegue se ha atascado. Y la razón de esa pausa tiene algo que ver con el neoliberalismo y también con tecnología en sí.

La propuesta de Mason se basa no en las fuerzas de mercado sino en un esquema de mercado colaborativo, al igual Schwab. La tendencia es el mercado de plataformas como mencionamos más arriba lo que permitiría descentralizar los mercados sin llegar al ansiado *laissez faire* neoliberal. Dado que hace apenas 10 años el mundo enfrentó una crisis financiera basada en la especulación del mercado inmobiliario y el posible arribo de otra crisis mundial resulta importante señalar que el capitalismo anclado en sistema financiero puede estar en una transición hacia un nuevo sistema económico basado en el poder procesamiento de la información. Donde el Estado debe remodelar los mercados y los emprendedores y empresarios repensar sus modelos de negocios, esto para tener resultados sostenibles, colaborativos y socialmente justos.

Aquí es donde el trabajo juega un papel crucial, las cooperativas clásicas tendían a fracasar nada más les pegara una crisis ‘por el simple hecho de que no tenían un fácil acceso a capital. Las cooperativas modernas que funcionan son porque cuenta con una estructuras complejas capaces de reubicar a sus trabajadores de un sector a otro para poder amortiguar las situaciones de subempleo a corto plazo. En una transición basada en las redes, los modelos negocio colaborativos son los más importante que se debe promover y fomentar. En resumen, se requieren cooperativas cuya constitución legal esté apoyada en una forma real y colaborativa de producción o de consumo, con resultados sociales claros.

## **Recomendaciones**

### **Principales Sectores Industriales**

Es claro que se debe avanzar a hacia tener una economía más compleja, basada en la innovación. Como se observó en el comparativo, China incrementó de forma significativa su complejidad económica dado que sus políticas industriales se concentraron en sectores tecnológicos y áreas de mayor demanda de conocimiento, un ejemplo de esto es la economía digital (Alibaba es un ejemplo de esto), gracias a estas acciones ha podido reducir en gran medida la brecha de productividad con economías más desarrolladas.

De acuerdo con la distribución actual de exportación de productos algunos sectores con gran potencial para diversificar son: maquinaria industrial, así como equipo óptico y médico.

Los productos con mayor acercamiento estratégico hacia la diversificación son los siguientes:

- Cermets
- Tabletas Gráficas

- Microscopios y otros dispositivos ópticos
- Calandrado y maquina de rodamiento
- Máquinas para ensamblar lamparas eléctricas
- Máquinas para cepillado y cortado de metal

### **Políticas Públicas de Desarrollo e Inversión**

Las políticas públicas industriales modernas son lideradas por las tendencias industriales. Alineados con estos desarrollos, los países deben asegurarse de que su política de inversión los instrumentos están actualizados, incluso reorientando los incentivos a la inversión, reorganización la promoción y facilitación de inversiones, y creación mecanismos inteligentes para evaluar la inversión extranjera directa (un ejemplo de esto son las Zonas Económicas Especiales creadas en China).

La nueva revolución industrial, en particular, requiere un revisión estratégica de las políticas de inversión para el desarrollo industrial. Como menciona la publicación *Inversión en Ciencia y Tecnología en México* “por el Foro Consultivo que citamos en la presente tesis el descuido de la inversión en I+D condena una ciclo perpetuo de pobreza a los países en desarrollo pues al estar siempre con déficit no pueden permitir dedicar un porcentaje mayor de su PIB a este rubro, de manera que la recomendación para el caso de México es , incentivar aquellas industrias en las que México ya tiene una ventaja competitiva y que además tiene un nivel de complejidad mayor (maquinaria industrial y equipo óptico y médico) , esto para que emerjan nuevos mercado de manera rápida y más dinámica. Se han liberado varios mercados a nivel global, entre ellos industrias como transporte, energía y manufactura, se tendría que tomar en cuenta también este punto para dentro de la política pública incentivar industrias con alto nivel de complejidad que ya producimos como son autopartes y motores de aeronaves.

### **Educación**

Así como las formas de producción de mercancías están cambiando también lo hacen las formas de aprendizaje. Es claro que el clásico modelo este también llegando a la obsolescencia debido a la poca elasticidad ante cambios abruptos. Un ejemplo de lo anterior es el surgimiento de startups de enseñanza de programación. Ante la creciente demanda cada vez mayor de especialistas en tecnología y las limitaciones que implican terminar el nivel superior para un porcentaje importante de la población emergen estas startups que aseguran en un tiempo máximo de 6 meses (plan intensivo de aprendizaje) el estudiante puede aprender lo necesario para desempeñarse al nivel necesario en las empresas de tecnología. La universidad tanto pública como privada tiene retos sumamente importantes con la llegada de la industria 4.0 si no quiere verse desplazada por planes de 6 meses o planes de carrera cada vez más cortos para poder ingresar al campo laboral más pronto.

La tendencia de la industria 4.0 está basada en innovación y en el manejo de datos, prácticamente todas las industrias, desde el derecho hasta la medicina, pasado por el periodismo y banca necesitarán analistas de datos. (Oppenheimer), es necesario tomar acciones para promover el acercamiento de las generaciones más jóvenes a estos campos de estudio y que se implementen los cambios en el sistema de educación adecuados para ello.

### **Generación de nuevos modelos de negocio y trabajo**

Además del impulso de sectores con amplia complejidad económica es importante incentivar aquellos modelos de negocios con esquemas más flexibles. Un ejemplo es el modelo de plataforma, donde la digitalización va más allá del espacio digital permeando el mundo físico. Este modelo de negocio no debe ser visto como puramente esquema startup sino como un esquema que se puede implementar en sectores como la construcción o la medicina. Los modelos de negocios impulsados por datos crean fuentes de ingresos a partir de su acceso a información valiosa sobre los clientes en un contexto más amplio. Hay muchas empresas que ya están utilizando modelos de negocio que se centran en el empleo de nuevas tecnologías para obtener un uso más eficiente de su energía y sus materiales. Estos modelos de negocio que recopilan información valiosa vienen con la necesidad tener inversión en ciberseguridad. Al manejar información preciada de sus clientes es necesario colocar esfuerzos por parte de las organizaciones para evitar ciberataques, Las experiencias de compañías como Sony Pictures, Talk Talk y Barclays indican que perder el control de datos confidenciales de la empresa y del cliente tiene un efecto negativo sobre el precio de las acciones. Esto explica por qué el Bank of América Merrill Lynch estima que el mercado de seguridad cibernética crecerá más del doble, de cerca de 75, 000 millones de dólares en 2015 a 170, 000 millones de dólares en 2020, lo que implica una tasa de crecimiento del 15 % para la industria en tan sólo cinco años. [20].

México, son sus ya de por si retos en educación, ahora tiene un reto más grande de frente. Considerando que en el mundo el talento es la forma dominante de ventaja estratégica, la naturaleza de las estructuras organizativas tendrá que reconsiderarse. Jerarquías flexibles, nuevas formas de medir y recompensar el rendimiento, y nuevas estrategias para retener el talento cualificado e impedir la fuga de cerebros serán clave para el éxito organizativo.

La capacidad de ser ágil será crucial en la motivación de los empleados y la comunicación, así como las prioridades del negocio. Las organizaciones exitosas a últimas fechas tienen una marcada tendencia colaborativa, quedando atrás el viejo esquema de estructuras jerárquicas. La motivación del empleo es cada vez más intrínseca (buscando el propósito más que el incentivo económico), el impulso se basa más en el deseo de colaboración de los empleados y la gestión de la destreza, la independencia y el significado. De manera que las empresas que sobrevivirán esta disrupción serán aquellas que sean más organizadas en torno a equipos distribuidos, trabajadores remotos y colectivos dinámicos, con un continuo intercambio de información.

La educación continua también será una parte esencial de aquellas empresas que

deseen liderar, de constantes cursos de actualización, así como laboratorios creativos deben ser considerados para evitar el rezago.

### **Sector Empresarial**

Las empresas deben optar por una modificación de su sistemas producción a unos más colaborativos , menos jerarquicos y más flexibles. A su vez el sector empresarial debe tomar en cuenta que su activo máspreciado es el factor humano. Por eso la importancia de la implementación de capacitación interna y externa de forma general para todos sus empleados. De igual manera la tendencia verde y sustentable es global y México , que recientemente ha reafirmado su posición en el acuerdo de París, tiene una gran responsabilidad frente a ello. Se deben implementar cambios en las empresas que van desde lo administrativo hasta los modos de producción y administración de recursos humanos para llegar a el ideal mínimo de desperdicios y emisiones carbónicas. También es tarea de las empresas , compartida con el estado, incorporar cada vez más personas a la formalidad laboral, una opción puede ser acercarse a estos sectores de la población más desprotegidos ofreciendo un esquema de capacitación y trabajo. Esto a su vez ayudaría a que la recaudación fsical sea mayor, a lo cual es necesario señalar que la recaudación fiscal de México es la menor con respecto a su PIB (17 %) de la Organización para Cooperación y Desarrollo Económicos.

Tener una política de inclusión y diversidad es necesario para que este cambio colaborativo sea una realidad. La meta debe ser que cada círculo empresarial sea un reflejo vivo de la diversidad mexicana (entiéndase por diversidad: género, orientación sexual, grupo étnico, personas con discapacidad, etcétera). A pesar de los esfuerzos realizados tanto por gobierno como por el sector empresarial no se ha llegado a la meta de inclusión laboral en términos de género, siendo la brecha de género de 35 % en México. Es importante recalcar que la inclusión de las mujeres en la economía formal a nivel América Latina es lo más inteligente, ya que diversos estudios arrojan que el Producto Interno Bruto de América Latina podría crecer en 2.6 billones de dólares (34 %) si se cerrará por completo la brecha de género en la participación de la fuerza laboral. [[8]

# Bibliografía

- [1] Moreno Almendral, R(2013): *Los Imperios en la Historia Global: conceptos y reflexiones sobre su aplicabilidad en el discurso historiográfico*, 8: 139-179.
- [2] (2005): *La Condición Humana.* , Paidós.
- [3] Atkeson, A. / Kehoe, P. (2002): *The transition to a new economy after the Second Industrial Revolution.* Federal Reserve Bank of San Francisco, National Bureau of Economic Research.
- ]of Economic Research]
- [5] Buendía, J. (1990): *Psicopatología del desempleo.* .
- [6] Carmoy, M. (2000): *La educación como imperialismo cultural.* , Siglo XXI, 10a Auflage.
- ]Auflage]
- [8] México, Representate del Banco Interamericano de Desarrollo en (2019): *La mujer mexicana en el mercado laboral.* , El economista.
- [9] Feliu, G. / Sudrià, C. (2007): *Introducción a la historia económica mundial.* , Universidad de Valencia.
- [10] Figueiras, A. (2002): *Una panorámica de las telecomunicaciones.* , Pearson Education.
- [Foro Consultivo)Foro Consultivo] Foro Consultivo, address=México volume=011 *Inversión para Ciencia, Tecnología e Innovación en México.* .
- [12] García, J. (1999): *La industria química y el ingeniero químico. (pp. 33-69).* España, Universidad de Murcia.Servicio de Publicaciones, 1a Auflage.
- ]Auflage]
- [14] Hobsbawm, E. (1988): *En torno a los orígenes de la Revolución Industrial.* España, Siglo XXI Editores, 19a Auflage.
- [15] Jahoda, M (1987): *Empleo y Desempleo: un análisis sociopolítico.* , Morata.

- [16] Landes, D. (1979): *Progreso tecnológico y Revolución Industrial*. Madrid, Tecnos.
- [17] Mason, Paul (2015): *Postcapitalismo, hacia un nuevo futuro.* , GrupoPlaneta, 1a Auflage.
- [18] Auflage] *A brief history of simulation*, author=Goldsman, D,Nance, R.E, Wilson, J.R., year=2010, adress=, publisher=, . .
- [19] Rubio Mayoral, J. (2006): *Desarrollo económico y educación. Indicios históricos en las primeras Revoluciones Industriales.*. Facultad de Educación. UNED, Educación XX1: 35-55.
- [20] Schwab, K. (2016): *La cuarta Revolución Industrial*. España, Penguin Random House Grupo Editorial.
- [21] Varnagy, T. (2000): *La filosofía política moderna. De Hobbes a Marx*. Buenos Aires, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- [22] Wolfgang, J. (2002): *La época del Imperialismo. Europa 1885-1918.* , Siglo XXI, 11a Auflage.