



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ECONOMÍA**

---

---

**Economía del conocimiento e industria 4.0: Un nuevo esquema para la sociedad del futuro colaborativo. Caso de estudio: Aplicación de un algoritmo para la efectividad y eficiencia en la asignación de órganos formulado en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) UNAM.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Licenciado en Economía**

**PRESENTA:**

Diego David Torres Colin

**TUTOR:**

Dr. Javier García García



Ciudad Universitaria, CDMX. 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

## Índice General de Capítulos.

### Introducción.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Historia de la Industrialización.....	1
2. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
4. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1 Contexto de la Industria 4.0.....	4
4.2 Economía del Conocimiento (EC).....	4
4.3 Economía Colaborativa (Pentahélice).....	5
5. HIPÓTESIS.....	5
<b>Capítulo 1.-</b> Análisis de la trayectoria industrial y sus características tecnológicas.....	6
1.1 . Primera Revolución Industrial.....	7
1.2 . Segunda Revolución Industrial.....	13
1.3 . Tercera Revolución Industrial.....	20
1.4 .Hacia la Industria 4.0.....	31
<b>Capítulo 2.-</b> Evaluación de la Economía del Conocimiento (EC). Enfoque hacia una Nueva Perspectiva de Efectividad y Eficiencia en el Marco de la Economía Colaborativa.....	39
2.1. Economía Colaborativa y PENTAHÉLICE: Ciclo Dinámico entre Sociedad, Academia, Industria Gobierno y Medio Ambiente.....	48
2.2. Representación de la Innovación 4.0 en la PENTAHÉLICE.....	49
2.3 Beneficios en los Factores de la PENTAHÉLICE. Un Marco de Perspectiva Colaborativa.....	50
<b>Capítulo 3.-</b> Aprovechamiento Tecnológico: Presentación del Caso de Estudio “Aplicación de un Algoritmo para la Asignación de Órganos” Formulado en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) UNAM.....	53

---

3.1 ¿Cómo impacta la revolución 4.0 en la sociedad, en la ciencia, en el mundo y la evolución?.....	53
3.2 Definición de Algoritmo.....	54
3.3 “Aplicación de un Algoritmo para la Asignación de Órganos” Formulado en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) UNAM.....	57
3.3.1 Motivación del trabajo.....	57
3.3.2 Trayectoria del trabajo.....	58
3.3.3 Generalidad.....	59
3.4 Definiciones Operativas del sistema.....	62
3.4.1 Asignación Cruzada.....	62
3.4.2 Asignación por el Método Dominó.....	62
3.5 Descripción Operativa del algoritmo (CHAINSCYCLES).....	63
3.5.1 Intercambio renal Cruzado.....	64
3.5.2 Intercambio renal Dominó.....	64
3.5.3 Registro en Espera.....	64
3.6 Programación Lineal.....	67
3.7 Método SIMPLEX.....	67
3.7.1 Proceso completo.....	68
3.7.2 Proceso Cruzado.....	68
3.8 CHAINSCYCLES.....	68
3.9 SYMPHONY.....	69
3.10 SIATRE.....	69
3.11 Igualdades entre SIATRE Y CHAINSCYCLES.....	70

---

3.12 Integración del algoritmo CHAINSCYCLES al Módulo de Asignación de Órganos.....	71
3.12.1 Trasplante Renal.....	72
3.12.2 Trasplante Renal Proveniente de Fallecido.....	75
3.12.3 Trasplante Hepático.....	78
3.12.4 Trasplante Cardíaco.....	79
3.13 Implementación del Módulo.....	79
3.13.1 Implementación Operativa.....	81
3.13.1.1 Distribución de Riñón de Paciente Fallecido.....	81
3.13.1.2 Distribución de Hígado.....	81
3.13.1.3 Distribución de Corazón.....	83
3.13.2 Módulo de Asignación.....	83
3.13.2.1 Asignación de Riñón de Fallecido.....	84
3.13.2.2 Asignación de Hígado.....	85
3.13.2.3 Asignación de Corazón.....	85
3.14 Abstracción.....	86
3.15 Experimentación y Resultados.....	90
3.16 ¿Qué beneficios económicos y sociales tiene este proyecto?.....	91
3.17 Los algoritmos en la Sociedad y la Economía.....	93
3.18 Implicaciones sociales.....	95
<b>Capítulo 4.- Industria 4.0: Un Nuevo Esquema para la Sociedad del Futuro Colaborativo.....</b>	<b>101</b>
4.1 Revolución 4.0 y Globalización.....	106
4.2 Economía Colaborativa: Globalización de Integración Horizontal.....	107
4.3 Integración Horizontal ¿Qué tiene que ser diferente?.....	111

---

4.4 Plataforma Inteligente de Integración Horizontal.....	116
4.4.1 Internet de las Cosas (IdC).....	119
4.5 Intensidad de Trabajo por Intensidad de Conocimiento ¿Causará la tecnología una crisis de desempleo?.....	121
4.6 Índice Elcano de Presencia Global en Tecnología.....	125
4.6.1 Estructura del Índice Elcano de Presencia Global.....	126
4.6.2 Metodología.....	128
4.6.3 Variables, indicadores y fuentes del Índice Elcano de Presencia Global.....	128
4.6.3.1 Presencia Económica.....	128
4.6.3.2 Presencia Blanda.....	129
4.7 Oportunidades Para México.....	130
4.8 Zona T-MEC.....	131
4.9 Bloque de la Unión Europea.....	136
4.10 EURASIA.....	141
4.11 LATAM.....	146
4.12 México: Mercado y Competencia.....	151
Conclusión.....	157
Bibliografía.....	160

---

## Índice de Figuras Conceptuales

### Introducción

Cuadro 1 Evolución Tecnológica.....1

Esquema 1 Objetivos Particulares.....3

### Capítulo 2

Diagrama 1.- PENTAHÉLICE. Fuente: CONACyT.....49

Mapa 1.Marco Colaborativo.....52

### Capítulo 3

Esquema 2. Aprovechamiento tecnológico.....54

Esquema 3. Asignación de Órganos.....59

Tabla 1 de Gpo. Sanguíneo.....61

Cuadro 2. Contraste de Métodos.....66

Tabla 2: Generales de puntajes.....72

Tabla 3: Puntaje HLA.....73

Tabla 4: Puntaje ADE.....74

Tabla 5: Puntaje rango de edad.....74

Tabla 6: Puntaje grupo sanguíneo.....75

Tabla 7: Puntaje grupo por sexo.....75

Tabla 8: Puntaje Donante Fallecido.....76

Tabla 9: Puntaje (PRA).....76

Tabla 10: Puntaje (HLA) donante fallecido.....77

Tabla 11: Puntaje (ADE) donante fallecido.....77

---

Tabla 12: Puntaje edad donante fallecido.....	77
Diagrama 2. Comportamiento de un algoritmo sin aprendizaje.....	93
Diagrama 3. Comportamiento de un algoritmo en aprendizaje.....	93
Tabla 13. Innovación y Valor.....	97
Esquema 4. Asimilación tecnológica.....	95

## Capítulo 4

Línea del tiempo: Integración Global Bajo el Avance Tecnológico.....	104				
Esquema 5. De los factores de producción en la fase de hibridación con el terreno digital.....	105				
Esquema 6. Centralización.....	115				
Esquema 7. Descentralización lateral.....	116				
Diagrama 4 Poder Blando/Duro: Real Instituto Elcano Royal Institute.....	127				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variables, indicadores y fuentes del Índice Elcano de Presencia Global           <table> <tr> <td>    Presencia Económica.....</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>    Presencia Blanda.....</td> <td>129</td> </tr> </table> </li> </ul>	Presencia Económica.....	128	Presencia Blanda.....	129	
Presencia Económica.....	128				
Presencia Blanda.....	129				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidades Para México</li> </ul>					
Gráfica 1 Exportaciones de México.....	131				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia Global Zona T-MEC</li> </ul>					
Gráfica 1 Presencia Económica.....	131				
Gráfica 2 Manufactura.....	132				
Gráfica 3 Servicios.....	132				
Gráfica 4 Inversión.....	133				
Gráfica 5 Acceso a Información.....	133				

---

Gráfica 6 Tecnología.....	134
Gráfica 7 Ciencia.....	134
Gráfica 8 Educación.....	135
Gráfica 9 Cooperación.....	135

- **Presencia Global Zona Unión Europea (UE)**

Gráfica 1 Presencia Económica.....	136
Gráfica 2 Manufactura.....	137
Gráfica 3 Servicios.....	137
Gráfica 4 Inversión.....	138
Gráfica 5 Acceso a Información.....	138
Gráfica 6 Tecnología.....	139
Gráfica 7 Ciencia.....	139
Gráfica 8 Educación.....	140
Gráfica 9 Cooperación.....	140

- **Presencia Global Zona EURASIA**

Gráfica 1 Presencia Económica.....	141
Gráfica 2 Manufactura.....	142
Gráfica 3 Servicios.....	142
Gráfica 4 Inversión.....	143
Gráfica 5 Acceso a Información.....	143
Gráfica 6 Tecnología.....	144
Gráfica 7 Ciencia.....	144
Gráfica 8 Educación.....	145
Gráfica 9 Cooperación.....	145

- **Presencia Global Zona LATAM**

Gráfica 1 Presencia Económica.....	146
------------------------------------	-----

---

Gráfica 2	Manufactura.....	147
Gráfica 3	Servicios.....	147
Gráfica 4	Inversión.....	148
Gráfica 5	Acceso a Información.....	148
Gráfica 6	Tecnología.....	149
Gráfica 7	Ciencia.....	149
Gráfica 8	Educación.....	150
Gráfica 9	Cooperación.....	150
	• Magic Plus	
Gráfica 1.1	¿Qué Importa EUA desde China?.....	153
Gráfica 1.2	¿Qué Importa EUA desde México?.....	153
Gráfica 1.3	¿Qué Importa China desde México?.....	154
Gráfica 1.4	¿Qué Importa México desde China?.....	155

## Introducción

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

#### 1.1 Historia de la Industrialización.

La humanidad sitúa el inicio de la era industrial con la invención de una tecnología para hacer eficiente la extracción minera, dicha invención desde el punto de vista de este trabajo, es el detonador del entendimiento de nuestro entorno y la ciencia para utilizarlo en incrementar la eficiencia de la producción. Hablamos del motor atmosférico, este artefacto está construido de un cilindro y un pistón, por medio de la dinámica de los fluidos se extrae el aire, creando un vacío dentro del cilindro, dado que la presión de la atmosfera es mayor fuera del cilindro, esta empuja el pistón llenando dicho vacío, repitiendo este proceso progresivamente se obtiene fuerza mecánica. Dicha innovación es el prototipo de la máquina de vapor conocida y desde donde se establece el comienzo de la primera revolución industrial. En el siguiente cuadro se reúnen la cronología y las características de cada revolución industrial:

Revolución	Cronología	Industria	Energía	Inventos e innovaciones
Primera	1800 - 1900	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metalúrgica</li> <li>• Textil.</li> <li>• Imprenta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina de vapor.</li> <li>• Ferrocarril.</li> </ul>
Segunda	1900 - 1950	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Química.</li> <li>• Eléctrica.</li> <li>• Siderúrgica.</li> <li>• Automovilística</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo.</li> <li>• Electricidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automóvil.</li> <li>• TV</li> <li>• Bombilla</li> <li>• Motor de combustión</li> </ul>
Tercera	1950 - 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microprocesadores.</li> <li>• Informática.</li> <li>• Transporte aéreo.</li> <li>• Aeroespacial satelital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo.</li> <li>• Electricidad.</li> <li>• Energía nuclear</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenadores.</li> <li>• Softwares.</li> <li>• Microchips.</li> <li>• Satélites.</li> <li>• Internet.</li> </ul>

Cuadro 1 Evolución Tecnológica

## 2. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN.

Con base en los contrastes de cada revolución industrial se pretende estudiar los efectos del factor tecnológico al ser comparados en su correspondiente desempeño en las matrices de energía, logística y comunicación (*J. Rifkin, 2014*) en cada etapa de industrialización, así como los hábitos de producción y consumo a los cuales se asocia el cambio de etapa para cada revolución tecnológica, y así ofrecer mecanismos orientados a reformar la futura industrialización en el marco de la frontera 4.0 con un enfoque colaborativo entre ciencia, industria, sociedad, gobierno y medio ambiente con perspectiva a realizar una transición productiva orientada al conocimiento, con la finalidad de innovar un nuevo sector industrial caracterizado por la autosustentabilidad inteligente en sus procesos productivos, y de esta manera regular la disponibilidad de recursos en el futuro de la oferta de bienes y servicios consumibles así como transmisibles en el aspecto lateral (Cap. 4).

La justificación del estudio va orientada a construir un marco normativo industrial que tenga como ejes fundamentales la innovación y desarrollo de tecnologías que proporcionen un estímulo económico al mismo tiempo que científico a las empresas que también repercuten en el beneficio social.

Este trabajo pretende proponer una visión futurista a corto mediano plazo de modelación, organización y planeación industrial, utilizando como factor de impulso el conocimiento científico para la construcción y operación de la “industria inteligente autosustentable”.

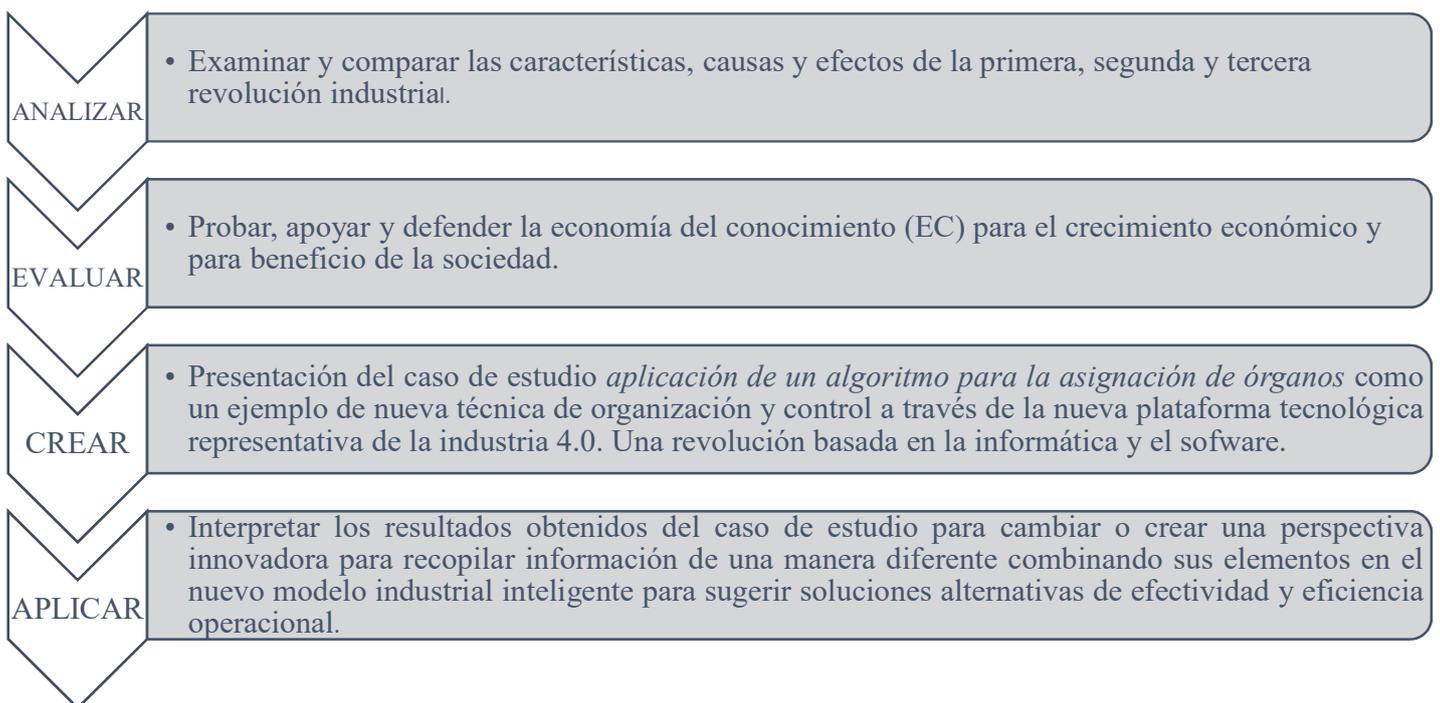
El objeto de estudio particular nace del potencial de la ciencia de datos y su capacidad para afrontar una solución de optimización de operaciones logísticas complejas y delicadas en aspectos tan exigentes en precisión, en este caso particular, del sector servicios de la salud. El estudio, desarrollo y posterior aplicación de un algoritmo para asignar trasplantes de órganos, desarrollado en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) (Cap. 3), resulta determinante para demostrar y defender que la digitalización de procesos y procedimientos complejos tiene éxito para resolver un problema de afectividad y eficiencia en la matriz energética, logística y de comunicación, a la vez que representa un ejemplo de vinculación entre ciencia, industria y beneficio social.

### 3. OBJETIVOS

#### General

**(¿Qué?)** Implementar en la actividad productiva y en el marco social una propuesta innovadora sobre política colaborativa entre el beneficio para la sociedad y crecimiento industrial basados en la economía del conocimiento que incluya los mecanismos analizados de la ciencia de datos en la asignación de órganos como objeto de estudio, así como el aprovechamiento de tecnologías representativas de la digitalización como estándar de revolución industrial 4.0 **(¿Para qué?)** para enfrentar y promover soluciones de efectividad y eficiencia en la convergencia de los recursos intelectuales y económicos congruentes con la maximización de utilidades industriales y beneficios sociales, minimizando tiempo y así minimizar costos y gastos de cumplimiento. **(¿Cómo?)** Documentando, comprobando e implementando un esquema colaborativo entre ciencia-tecnología, academia, industria e innovación para el diseño de “política industrial inteligente” para fomentar el conocimiento con características tecnológicas.

#### Particulares



Esquema 1 Objetivos Particulares.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 Contexto de la Industria 4.0

La expresión industria 4.0 (Cap. 4), denomina la transición de la etapa industrial hacia la “*fabrica inteligente*”, también llamada frontera técnica-económica de la cuarta revolución industrial, originada por la convergencia de una serie de tecnologías de la era digital que permite “*la hibridación entre el mundo físico y digital*” (Luis Fernando Álvarez-Gascón, 2018).

Las características que describen ésta nueva frontera son:

- La impresión 3D
- La realidad virtual y aumentada
- La inteligencia artificial
- La robótica
- El *blockchain* o cadena de bloques

### 4.2 Economía del Conocimiento (EC)

La importancia de la economía del conocimiento (Cap. 2), radica en vincular la ciencia y el desarrollo tecnológico con fines de innovar en el sector productivo. Dicha vinculación intelectual implica correlacionar el crecimiento económico al desempeño en la ciencia, en la minería de grandes datos, automatización digital, internet de las cosas (IdC), inteligencia artificial (IA), etc. Por ello es indispensable direccionar inversiones y esfuerzos en un marco educativo que haga frente a la realidad del cambio de generación aumentando el índice de conocimiento hacia una era caracterizada por la digitalización de grandes análisis de datos, tecnologías de información, logística, comunicación, energía, automatización de procesos y procedimientos productivos con el fin de aumentar las posibilidades en efectividad y eficiencia para el crecimiento económico, industrial y social con un enfoque colaborativo entre sus componentes.

Ofrece un enfoque en la investigación sobre el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías basadas en avances de las ciencias de frontera, la prospectiva productiva, el espectro organizacional administrativo-

normativo, matrices de energía/comunicación/logística<sup>1</sup>, ingeniería fundamental –infraestructura física y/o virtual-.

#### 4.3 Economía Colaborativa (Pentahélice).

Desde las organizaciones individuales hasta las colectivas, dadas las condiciones y evidencias actuales acerca del avance científico-tecnológico y medio ambiental, es una tarea fundamental construir nuevos arquetipos tomando en cuenta la *pentahélice* (Cap. 2), que promueve la sustentabilidad a través de innovaciones incrementales y disruptivas donde el gobierno se involucre ofreciendo y promoviendo apoyo económico a la academia con repercusiones en el sector productivo, generando tránsito y transmisión de conocimiento recíproco para la generación de efectos positivos en la sociedad, enfocándose prioritariamente a la conservación del medio ambiente<sup>2</sup> así como en todos los servicios ambientales que provienen del ecosistema.

### 5. HIPÓTESIS

La plataforma tecnológica de la llamada industria 4.0, combinada con un marco de organización horizontal, colaborativa industrial basado en la generación y aplicación de conocimiento científico, proporcionará a las empresas y a la sociedad elementos innovadores para establecer un cambio de generación hacia un ecosistema digital y descentralizado, orientado a incrementar el índice de conocimiento como empuje del crecimiento económico.

---

<sup>1</sup> Rifkin, J. (2014). *La sociedad del costo marginal cero. El internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. España: Paidós.

<sup>2</sup> Sánchez, Carlos, & Ríos, Humberto (2011). *La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México*. Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 8(2),43-60.[fecha de Consulta 21 de Febrero de 2021]. ISSN: 1690-7515. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=823/82319126004>

## Capítulo 1.

### Análisis de la trayectoria industrial y sus características tecnológicas.

Las ideas, el progreso y el desarrollo cognitivo de las sociedades humanas han forjado el cambio fundamental que experimenta el mundo como manifestación de la transición técnica en la actividad productiva. Desde la segunda mitad del siglo XVIII<sup>3</sup> la creatividad de la humanidad da un salto de manifestación científica; con la vinculación social y económica se dio lugar a un aprovechamiento múltiple de los recursos sin precedente. El fenómeno de la primera revolución industrial, de las siguientes y subsecuentes, sería, es y será un arquetipo del comportamiento transitorio de las características que diferencian a la humanidad de las demás especies que han pisado el planeta tierra, de la evolución de nuestro mecanismo de supervivencia, una característica descriptiva del desempeño de reproducción biológica y social de la especie *homo sapiens sapiens* (hombre pensante que sabe que piensa).

Este primer capítulo es una cronología de los impactos que han surgido en la sociedad a partir de las revoluciones científicas-tecnológicas que han dinamizado cada etapa de nuestra evolución como individuos miembros de la sociedad, caracterizada por la multiplicación de los hábitos de producción y consumo, desde el aspecto termodinámico, comunicación y logística que diferencian a cada nivel y sus respectivos subniveles. La respuesta de las distintas especies a estos cambios de paradigmas<sup>4</sup> tiene características intrínsecas en la sustentabilidad del ecosistema -su capacidad de reponerse-, cada especie tiene un propósito funcional dentro de cada bioma y comunidad social, el cual constituye equilibrios en el conjunto de los organismos que cohabitan la tierra, así como en los equilibrios climáticos que permiten las condiciones para qué todas las especies sobrevivan y se reproduzcan.

La actividad industrial ha comprometido dichos equilibrios justificando la trascendencia de la humanidad en el tiempo, cada dato que será manifestado en este primer capítulo relaciona que la industrialización ha logrado multiplicar las capacidades de expansión de las sociedades que demandan relaciones técnicas para asegurar el bienestar individual y grupal, sin embargo a costa de acortar aceleradamente los recursos que permiten que las especies tengan un ecosistema para tal propósito de supervivencia, los cuales constituyen alteraciones de las condiciones técnicas aptas para permitir la evolución efectiva y sustentable.

---

<sup>3</sup>Cazadero, M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. México: Fondo de Cultura Económica. ISBN 968-16-4682-7

<sup>4</sup> *Ibid* pp. 9

Otro aspecto fundamental que ha logrado la industrialización es que la inteligencia ha tenido consecuencias, la inventiva humana es la principal manifestación de supervivencia que describe a la especie homo sapiens sapiens, cada mecanismo en cada etapa de la evolución tienen rasgos definitorios en las herramientas que categorizan el desarrollado para asegurar el dinamismo y transitar al progreso: reproducción biológica, social, cultural, política, económica y científica.

## 1.1 Primera Revolución Industrial.

### La Máquina de Vapor: Primeros Pasos Hacia la Industrialización.

Cinzel y martillo fueron manifestaciones de construcción de la civilización egipcia y su majestuosidad arquitectónica y cultural, y pertenece a una manifestación técnica-social primitiva por sus características para transformar sus recursos disponibles y trascender cómo lo han hecho a lo largo de la historia –antigua y moderna-, sin embargo, sus vestigios nos siguen recordando que la humanidad se abre camino en el tiempo y espacio modificando el entorno con las herramientas intelectuales a su alcance, para manipular, persuadir y manifestar su cultura y sociedad.

Sí el cinzel y el martillo, cuerdas y ruedas permitieron el desarrollo, trascendencia y hegemonía en el río Nilo de una civilización antigua y rural, la máquina de vapor no sólo sería la herramienta que representaría a una etapa de la historia, sino que se convirtió en el elemento técnico producto representativo de la ilustración y utilización científica que permitió que todas las sociedades comprendieran que utilizar las manos y su esfuerzo puramente físico, para empezar a utilizar la inteligencia, serviría para mover al mundo, el tiempo y el espacio. Da inicio la sociedad de la transformación.

Poder distinguir las etapas de la historia con respecto de nuestra evolución hacia una sociedad de la transformación radica en ubicar cuáles características definen propiamente a cada etapa. Lo que trata de proponer este texto es que cada cambio de era es visible y tangible, se puede clasificar a favor de la plataforma tecnológica que representa el salto cualitativo y cuantitativo de un paradigma hacia otro, en todos estos paradigmas la constante es el progreso intelectual que aporta el dinamismo, la transición y la evolución.

El hecho es que el aprovechamiento de los recursos requiere un alto desempeño del pensamiento científico para descubrir qué podemos utilizar para multiplicar nuestro desarrollo, sin embargo la manera en que la

sociedad aprovecha esa manifestación intelectual con fines productivos hace que sea visible a qué etapa de la historia industrial pertenece. “El molino de mano crea una sociedad feudal; el molino de vapor crea una sociedad capitalista industrial”<sup>5</sup>

Marx con esa cita define que una era es propiamente una sociedad feudal por el tipo de técnica utilizada para realizar una actividad económica, también denota la propiedad privada pues la producción depende de las manos de quien trabaja la máquina, pero pertenece al señor feudal, y que en la siguiente era la producción depende de la utilización termodinámica la cual es complementaria para resolver una necesidad implícita en el ritmo en que crece la sociedad, el vapor como energía de trabajo es el factor clave que empieza a tomar preponderancia pues ahora la velocidad del cambio describe a una sociedad industrializada con una propiedad capitalizada por un individuo que ya no es el señor feudal sino que ha pasado a ser parte de la misma sociedad, -es importante entender que este no es un trabajo que describa primordialmente la diferencia de clases sociales a las que pertenece cada dueño de la producción-, es importante anotar que la diferenciación radica en las características técnicas que definen a una era feudal de una era industrial, de una sociedad de producción esencialmente rural a una sociedad de producción en masa.

He aquí las tres grandes categorías donde busca abundar este trabajo, las cuales son constantes en cada etapa industrial, sin embargo muy distintas en cada era, propuestas por Jeremy Rifkin en “La sociedad del Costo Marginal Cero”: *Energía, Logística y Comunicación*

La máquina de vapor se convirtió de herramienta a frontera del mercado, dicha sinergia posteriormente en industrialización, esta herramienta-máquina producto del esfuerzo intelectual no sólo representó, en términos prácticos, la manifestación de la inteligencia para transformar el entorno, manifestó el inicio del control del tiempo sobre la naturaleza, permitió los éxodos masivos de personas. Desde ahora se resalta que este comportamiento de concentración y movilización social es una característica que describe comparativamente a cada posterior revolución, nunca dejamos de ser nómadas, siempre estamos en constante movimiento, sin embargo, a diferencia de los grupos humanos primitivos, ya no estamos en movimiento para explorar el mundo en busca de nuestro alimento, durante y después de la primera como en las siguientes revoluciones, nos conduce el progreso tecnológico, nos marca el ritmo, nos define, marca pautas, marca metas (intelectuales y productivas).

---

<sup>5</sup> Karl Marx, *The Poverty of Philosophy*, Chicago, Charles H. Kerr, 1920, p. 129

- *La Revolución de la Energía.*

La instauración de la industrialización se caracteriza principalmente por un aumento acelerado de la producción, luego entonces, la velocidad es un factor primordial para asegurar la eficiencia, -la cual representa la identidad general de la industria-, la máquina movida por vapor aseguraba un aumento importante para maximizar el recurso del tiempo y con ello un crecimiento exponencial de la capacidad instalada de las fábricas para poner en el mercado una gran cantidad de productos básicos, que en aquel momento provenían del campo, es decir, el vapor perfeccionó el proceso de transformación de elementos que se extraían de la naturaleza como la lana para producir hilo en mayor cantidad y en menor tiempo; esta combinación de factores rurales con la introducción de un elemento energético dio nacimiento a la industria textil. Otra industria característica movida por la eficiencia energética del vapor fue el molino antes movido por energía eólica o hidromecánica, recursos de energía que dependían directamente de las condiciones fluctuantes de la naturaleza; la sustitución por el vapor como recurso energético, aseguraba que los molinos trabajaran a una velocidad constante y controlada, por ello la industria alimenticia aseguró un flujo constante de productos básicos para la sociedad.

La minería pasó por el mismo efecto de transformación orientado a la velocidad que el vapor aseguraba. Para mover las máquinas se necesita vapor, para producir vapor se necesita de insumo el carbón y mineral de hierro para proveer el metal de las máquinas. Un importante problema de la minería era que las excavaciones en ocasiones estaban anegadas de agua o eran vulnerables a inundarse en tiempos de lluvia, por lo tanto el flujo de minerales era escaso y encarecido; el vapor ayudó a resolver este desafío de ingeniería, que al mismo tiempo era un desafío económico; al dotar una máquina que ponía en práctica un principio físico sobre la presión atmosférica, el mecanismo funcionaba de manera que la energía mecánica inducida por inyección de vapor, extraía el aire de un cilindro sellado, la presión atmosférica en el exterior del cilindro, al ser mayor, se transformaba en una bomba de vacío y la fuerza de succión extraía el agua fuera de la mina<sup>6</sup>, reduciendo el tiempo para resolver problemas y utilizándolo en explorar y explotar más y mejor los recursos minerales.

De esta manera el vapor como energía se fue distribuyendo en toda la cadena de transformación de recursos naturales, la extracción y procesamiento se multiplicó y demandó proporcionalmente nuevos

---

<sup>6</sup> Ayres., R, (1989). "Technological Transformations and Long Waves". p.13.

trabajadores promoviendo los éxodos de personas del campo a los asentamientos urbanos construidos alrededor de las fábricas. Ello exigía la construcción de infraestructura para acelerar el movimiento de grandes masas de personas del campo a la planta y viceversa, por ello la logística también fue un elemento que se convirtió en un factor representativo de la industrialización y debía seguir el mismo proceso de perfeccionamiento para tal propósito.

- *La Revolución de la Logística.*

En la sección de la energía no se omitió el papel fundamental que el ferrocarril vino a representar, es la manifestación del aprovechamiento de la energía mecánica movida por vapor, y es la manifestación literal del aumento de la velocidad para transportar a la sociedad de una era preindustrial y rural a una propiamente industrial y urbana.

La expansión de la industria propició también la expansión de la sociedad, los recursos y productos esenciales para la vida ahora se podían obtener más fácil, más rápido y en mayor cantidad, vestido y alimento gracias a la industria textil y a los molinos que procesaban los alimentos mejoraron la esperanza de vida de la población y aseguraron su reproducción, el ciclo es proporcional, si la sociedad y sus individuos se expanden, en el mismo sentido lo harán sus necesidades, sin embargo los recursos van en sentido inverso y se empezó a restringir su acceso por medio de los precios, aumentando la necesidad de la población de trasladarse del campo a los centros industriales para demandar trabajo y así obtener recursos para realizar el intercambio en el mercado naciente. Este dinamismo exigía que la logística pudiera trasladar insumos para transformar y mantener la velocidad de producción, necesitaba movilizar grandes masas de personas hacia las fábricas y necesitaba despejar los crecientes stocks de las fábricas para ponerlos al alcance de los individuos y las familias.

De esta manera el ferrocarril se convirtió en una necesidad que representó la nueva plataforma tecnológica de los siglos XVIII y XIX. El ferrocarril es representativo dado que intrínsecamente contiene el ingenio, la ciencia, la eficiencia termodinámica como energía, la movilidad social y cultural, motivó el asentamiento urbano, expandió el mercado y le introdujo el carácter global. En definición el ferrocarril combina todos los recursos y mecanismos, intelectuales y sociales construidos durante siglos de evolución humana para asegurar su expansión y trascendencia, el ferrocarril ayudó a transformar el horizonte físico

y cognitivo, cambió la naturaleza ambiental y la naturaleza del comercio al contraer el espacio físico y acortar el tiempo (*J. Rifkin, 2014*).

En comparación con los antiguos medios de transporte movidos por caballos y animales de tiro, los transportes marinos movidos por el viento o el remo, el tren representaba una diferencia gigantesca, que recortó, como explica Rifkin, el tiempo y el espacio, implicaba que en el mismo tiempo se podían hacer más viajes de ida y vuelta transportando mayor cantidad de recursos humanos y materiales allá donde fuera necesario, por ello las vías y redes férreas incrementaron su extensión para instalar y desarrollar la revolución de la logística.

Aunado a este factor disruptivo en las relaciones sociales y económicas de la primera revolución industrial se manifiesta la necesidad de comunicar para sincronizarse y llevar el arquetipo de globalización al mismo ritmo, pues no era viable construir una gran red logística si los puntos de encuentro no estaban conectados y desarrollando lazos de interacción entre sí con información necesaria para ir al mismo tiempo en el progreso.

- *La Revolución de la Comunicación*

La eficiencia energética permitió acelerar y multiplicar la transformación de los recursos productivos (humanos, tecnología e insumos), el ferrocarril permitió acortar su circulación en tiempo y espacio, la combinación de estos factores permitió que la idea de una primitiva globalización se distribuyera por distintas sociedades y sus extractos culturales. Sin embargo era necesario sincronizar todos esos mecanismos para que interactuaran entre ellos y llevaran un crecimiento sostenido.

La comunicación es esencialmente la interlocución entre dos o más puntos para externar mensajes que contienen información; llevar a debate si la comunicación es el primer invento o descubrimiento característico de la evolución humana (que se analiza más adelante en el capítulo 2) como especie puede denotar la importancia que tiene en la construcción de la primera revolución industrial, no sólo es un rasgo fundamental en las relaciones más orgánicas de la naturaleza en general, para efectos prácticos es un rasgo estrictamente social y no era un elemento ajeno a la industrialización por estar antes de la misma, sino precisamente por ser un canal de construcción social entre individuos, es también un pilar fundamental que transformó las relaciones socioeconómicas. Es decir que la comunicación es el factor primordial de donde surgió el concepto de sociedad; el conocimiento y el intelecto se materializan cuando se comunica,

cuando se distribuye, así se inicia el proceso cognitivo del pensamiento y solo se reproduce y evoluciona cuando se convierte en información y cumple el ciclo de interacción entre uno o más puntos de interlocución.

Este argumento es una prueba más de que la industrialización sigue los mismos procesos cognitivos evolutivos, y que la industrialización y su progreso son manifestaciones que se rigen por los mismos principios que sostienen la evolución humana, los cuales no podrían surgir y desarrollarse sin un canal de comunicación, pues es ahí donde surge su retroalimentación, la rotación del ciclo está en función del grado de comunicación y su fluidez.

La imprenta es la identidad industrial de la comunicación, es en sí misma la manifestación que contiene, -al igual que el ferrocarril-, todo el conjunto estructural de la plataforma tecnológica para funcionar, y hacer funcionar la energía y la logística representante de la revolución industrial; la fuerza motriz del vapor asegura que los rodillos puedan mantenerse girando e imprimiendo el conocimiento, mensajes e información, la red logística del ferrocarril completa el ciclo distribuyendo rápidamente dicha comunicación en toda la red industrial y social, la imprenta es en sí misma el conocimiento reproduciéndose masivamente para luego regenerarse, reinventarse, descubriéndose así mismo para completar ciclos, así la primera revolución industrial dio lugar al movimiento social, cultural e intelectual de la llamada era de la ilustración.

La imprenta permitió también el surgimiento del medio de intercambio equivalente general: el dinero, y con ello el comercio adoptó un flujo más dinámico y acelerado, la imprenta permitía que las empresas hicieran llegar al reconocimiento social los catálogos para distribuir sus productos a lugares muy apartados de la fábrica, gracias a ello el servicio postal vio su expansión, este factor permitió la discusión y debate social, político y económico que enriqueció aún más el conocimiento y las ciencias; la imprenta permitió facturar, clasificar y hacer contabilidad más eficiente de contratos mercantiles de la naciente actividad financiera. La imprenta es el invento que cambió al mundo, el vapor redujo las fronteras temporales, el ferrocarril redujo las fronteras espaciales y la imprenta redujo las fronteras del conocimiento, la dimensión de su importancia radica en su capacidad para cambiar y transitar hacia el progreso de los paradigmas sociales así como su transformación tal y como lo conocemos hoy en día.

## 1.2 Segunda Revolución Industrial.

### La fase del perfeccionamiento.

La primera revolución industrial representa objetivamente el arquetipo, es decir, el modelo original que sirvió como pauta para perfeccionarse en las siguientes etapas de reproducción del capital. La segunda revolución industrial es la siguiente era que describe la trayectoria de cambios socioeconómicos, se ubica temporalmente a partir de la segunda mitad del siglo XIX, pero con un auge hacia principios del siglo XX. El progreso técnico que describe a esta segunda etapa es el progreso en el campo de la industria química, la electricidad, evolución de la metalurgia (que es el conjunto de técnicas) hacia la siderurgia (que es la consolidación del sector industrial de extracción mineral de hierro), así como un nuevo elemento representativo, que una vez más representa el primer eslabón de las cadenas globales de valor, la energía producida por petróleo, las radiocomunicaciones entran en vigor con el telégrafo, aquí es importante señalar que si bien el telégrafo es un invento que se ubica en el lapso de la primera revolución industrial, no fue ampliamente distribuido y vio su auge hasta principios de 1900<sup>7</sup>.

Siguiendo la dinámica anterior, de relacionar las matrices de *energía, logística y comunicación* retomando la idea de Rifkin, los avances de perfeccionamiento desde la primera revolución industrial, se denotaran en las características de transformación de cada una de ellas.

- *La Segunda Revolución de La Energía.*

La entrada del petróleo como insumo energético apareció aun cuando la primera revolución estaba en auge, sin embargo su aprovechamiento no se extendió hasta los inicios del siglo XX con la aparición del innovador motor de combustión interna, el cual multiplica la capacidad operativa del motor a vapor, el petróleo perfeccionó la eficiencia para movilizar y crear insumos derivados de este recurso para incrementar la oferta de nuevos productos.

Es importante analizar los factores que están detrás de esta sustitución energética del carbón al petróleo, explotar petróleo trajo consigo una compleja evolución científica para llegar al producto final y sus derivados, la cadena de procesos que implica su extracción depende de una cantidad enorme de recursos

---

<sup>7</sup> Cazadero, M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. México: Fondo de Cultura Económica p.p 37.

de la primera revolución en marcha, esta compleja red incentivó el perfeccionamiento de muchas áreas científicas, desde un complejo conocimiento geográfico, geología y geofísica para su búsqueda bajo la corteza terrestre, es un desafío de ingeniería la construcción de plataformas de perforación y succión hacia la superficie, después la construcción de una compleja red logística para su transporte, un alto grado para la época de conocimiento en química para su procesamiento en los distintos energéticos y derivados, así como la utilización de recursos financieros muy considerables que hacían ver al petróleo como un negocio poco rentable pues no estaba al alcance de muchos empresarios, propiciando la aparición de monopolios que a su vez tenían la intervención del gobierno para poder seguir adelante, es decir, monopolios naturales.

Sin embargo y sobre todo obstáculo el petróleo se convirtió en la fuente primordial de energía para mover la capacidad industrial, así como representar el primer eslabón de la cadena de insumos.

El motor de combustión interna y su dinámica ya no está en función de la presión del vapor para convertir energía mecánica, la gasolina que proviene del petróleo ahora provoca pequeñas explosiones consecutivas en cuatro tiempos: 1.- la cámara de admisión deja pasar una mezcla de gasolina con aire, 2.- los cuales son comprimidos para su ignición, 3.- gracias a un chispazo comienza la ignición, 4.- el cuarto tiempo se lleva a cabo cuando esta explosión empuja hacia abajo un pistón que hace rotar un eje, que se convierte en energía potencial, después se convierte en movimiento<sup>8</sup>. Estos cuatro tiempos ocurren muchas veces por segundo, y es ahí donde ocurre la eficiencia pues se origina con una pequeña mezcla de gasolina y aire, ¿Pero cuál es la diferencia de eficiencia? Esta diferencia radica en que la dinámica del vapor, el calor es un intermediario externo que debe combinarse con agua para generar alta presión, en el caso del petróleo el calor es ya la fuente de energía principal.

La ventaja sin duda es que la mezcla para producir la explosión ocupa un espacio muy reducido en comparación con los motores a vapor, dado que excluye el contenedor que almacena el agua que se transformaría en vapor, pues se necesita de una gran cantidad de líquido para asegurar una alta presión, la gasolina también es un líquido sin embargo su alto grado inflamable corresponde un menor volumen del contenedor que la almacena, el menor volumen se resume en un menor peso específico que se opone al movimiento, en ese sentido el motor a gasolina es considerablemente más ligero y pequeño lo que se traduce en mayor libertad de movimiento y mayor aceleración de las máquinas que utilizan este insumo.

---

<sup>8</sup> <https://como-funciona.co/un-motor-de-combustion-interna/>

Gracias a la reducción de tamaño pudo desarrollarse un mercado que consolidaría la obsolescencia de la movilidad de la primera revolución industrial, la implantación de este nuevo energético facilitó el nacimiento y desarrollo de la industria del automóvil, característica para diferenciar la nueva etapa de la anterior, y con ello la movilidad y la logística sufrieron un cambio radical.

La característica de la segunda fase industrial referente a la energía no se centró, en comparación con la primera fase, en una sola fuente de explotación, la energía eléctrica hizo su aparición en la última década del siglo XIX, casi al mismo tiempo que el petróleo y atrajo consigo una fuente dinámica de aprovechamiento industrial que también desplazó rápidamente al vapor en las fábricas, su bajo costo de producción sirvió para distribuir la producción de bienes y servicios en dos fuentes primarias de energización industrial, aunada a la capacidad que el petróleo aseguraba; por un lado el petróleo y gasolina movían la red logística de transporte mucho más rápido, el potencial de la energía eléctrica permitió después a la industria energizar la maquinaria y en general la tecnología de las plantas y unidades productivas. Petróleo para mover y electricidad para producir mercancía. Por primera vez los costos podían dividirse y adaptarse a las necesidades que mejor se acomodaran a las nacientes actividades económicas de la segunda revolución industrial. El petróleo propició el nacimiento de la industria automotriz, y la electricidad se adaptó y propició a la naciente industria de la innovadora fuente de iluminación y la de los electrodomésticos.

Aquí es importante tener en cuenta el análisis de estas dos industrias que nacieron para describir la segunda fase, la iluminación a base de electricidad propició la maravillosa innovación que representaría la bombilla eléctrica, patente de Edison como una más de las manifestaciones científicas que intervenían en el mercado y en general a facilitar el desarrollo social, la bombilla convirtió la noche en día, capacidad que serviría para alargar las jornadas laborales y permitir una expansión de la producción y en consecuencia incrementando la oferta de bienes y servicios haciendo bajar los precios por el incremento de oferta, en una cadena de eventos benéficos para toda la vida económica, social, cultural, política y científica.

- *La Segunda Revolución de la Logística.*

Como ya hemos analizado en la primera revolución industrial, las diferencias y el perfeccionamiento no ocurren únicamente en un factor, para llamar y clasificar un cambio de paradigma industrial, llámese

primera o segunda fase, las características deben ser una serie de combinaciones y descubrimientos científicos aplicados a mejorar la eficiencia que inicia con la termodinámica para después continuar con la cadena de cambios que surgen una vez la nueva energía se está distribuyendo, la segunda fase de transformación se lleva a cabo sólo si un factor es suficiente para transformar todo el conjunto y ampliarlo a capacidades superiores, aunado a que dichos cambios en el sistema también propicien el cambio radical en la forma de pensar de la sociedad, un cambio lo suficientemente profundo proviene de un conocimiento más profundo aún. En ese sentido la capacidad tecnológica de frontera sólo es posible si el conocimiento científico está por fuera del paradigma formal y tan innovador que arrastre todo lo que se encuentra dentro de los márgenes formales hacia una nueva cosmovisión del entorno productivo, social e intelectual.

La revolución de la energía debe ser lo suficientemente paradigmática para arrastrar a un cambio logístico ya en auge, pues en términos financieros cambiar toda una red global de procedimientos y protocolos de movilidad son sumamente propensos a desequilibrar el sistema y hacerlo entrar en contradicción, es decir que la logística es muy sensible a los cambios comprometiendo su eficiencia. El petróleo y la electricidad son el ejemplo de cambio generacional, entre lo obsoleto y lo innovador, pues es relativamente sencillo identificar la cadena de valor que no solo salió de la clasificación propia de la primera revolución industrial, sino que instauró nuevas y disruptivas cadenas de valor.

La cadena logística de la segunda revolución industrial está representada por la instauración de la individualidad en el transporte social, como ya se ha mencionado, la dimensión respectiva del nuevo motor de combustión interna permitía que los vehículos fueran más reducidos y asequibles para estar al alcance de las personas con los recursos disponibles para adquirir un vehículo, tener dicho vehículo disponible fuera de casa mejoraba radicalmente el tiempo invertido en los traslados, ahora cada persona y/o familia puede acceder al transporte individual o de productos. La cadena logística de este avance permitía que los asentamientos urbanos ya no se concentrarán necesariamente cerca de las estaciones ferroviarias, la distribución social hacia ubicaciones geográficas lejos de las plantas, aceleró la explosión demográfica, dado que el transporte individual (automóvil) resolvía las limitantes en el tiempo que suponía habitar lejos de las fuentes de trabajo y aprovisionamiento.

La capacidad de la fuente energética eléctrica es un bien complementario para dinamizar y mejorar significativamente la red logística, es importante tener en cuenta un factor primordial del modo de producción, sin la combinación de la electricidad con petróleo, el modo de producción Fordista nunca hubiera existido, la plataforma tecnológica de consumo eléctrico permitió la producción en cadena, por

estaciones y fragmentada, lo que, a su vez, instauraba un flujo constante de ensamble, gracias al desarrollo de la siderurgia, que también es característica de la segunda fase de eficiencia industrial, sólo era necesario suministrar los insumos correctos, en el ritmo correcto para que la automatización de la nueva red logística hiciera el resto. Este factor pudo abaratar el producto final dado que la cantidad fue en ascenso gracias al aumento del ritmo de la red logística y de la producción, en consecuencia los precios fueron en descenso, haciendo relativamente posible adquirir un vehículo.

La distribución de productos terminados, como la de insumos, así como la de servicios sufrió un aumento acelerado y exponencial, dado que el vehículo de transporte ahora fue un complemento del ferrocarril que permitió la expansión en la distribución de productos, de la fábrica al tren, del tren a las estaciones, de las estaciones a los camiones y vehículos individuales, y de los camiones y vehículos a más puntos de venta, de los puntos de venta a las manos de los consumidores.

La diferencia generacional radica en que la sociedad, en la primera revolución logística, era la que tenía que acercarse al medio de transporte más cercano, ahora, la red de la segunda revolución logística, hace que el transporte se acerque a la sociedad. Los eslabones de la cadena de la primera fase son primordialmente: naturaleza → fábrica → ferrocarril → punto de distribución → consumidores. En la segunda fase: Naturaleza → fábrica → ferrocarril → puntos de distribución generales → vehículos de carga/automóviles → centros residenciales suburbanos → puntos de venta → consumidores.

La reflexión es evidente, la segunda fase industrial promueve la introducción y la interacción, así como la retroalimentación de más eslabones en la cadena de logística, cómo veremos más adelante es una característica para describir e identificar el cambio de era, es decir, cuando hay más factores que intervienen para hacer más dinámico el sistema de distribución.

- *Segunda Revolución de la Comunicación.*

Basta con decir que el telégrafo es el invento más representativo de esta sección por unir largas distancias, mandar información nunca había sido tan importante hasta que el telégrafo entró en acción, no es sólo que antes de su aparición la información no fuera importante, la idea radica en el potencial de comunicar que este invento vino a ordenar en la vida diaria de la sociedad y sus individuos, que trajo consigo el descubrimiento de capacidades no exploradas con anterioridad, pues por primera vez el mundo no dependía de la distancia física para enviar mensajes a larga distancia, ni dependía del tiempo que suponía

el traslado de la diligencia o el tren del servicio postal para hacer llegar un mensaje, y esperar el doble de tiempo para obtener respuesta del otro lado del canal de comunicación. Con el telégrafo la sociedad explotó la mayor necesidad del ingenio: comunicarse, expresarse, trascender sin la barrera del tiempo y el espacio, la sociedad empezó a comunicarse a la velocidad de la luz. Técnicamente el telégrafo nació tangiblemente en el auge de la primera revolución industrial, sin embargo el total de su capacidad no fue ampliado hasta entrada la segunda revolución industrial, dado que, al ser un mecanismo de codificación de mensajes por pulsos eléctricos, necesitaba de una red de tendido eléctrico que fue distribuida hasta finales del siglo XIX, y posteriormente con el desarrollo de la radiofrecuencia fue capaz de mandar esos pulsos eléctricos por el aire.

El telégrafo es capaz -gracias a la electricidad-, de circular el pensamiento humano a la velocidad de la luz, de originar la industria de la mensajería exprés. Samuel Morse no es el único individuo que intervino en la invención de este artefacto, pero sí lo hizo de manera destacada para que viera la luz y se distribuyera globalmente, el código que hace funcional al invento lleva su apellido, fue él el que creó la primera línea dedicada al comercio.

El concepto de su funcionamiento es relativamente sencillo y eficaz, su mecanismo es similar al de un reloj, este engranaje desplaza un lápiz o una pluma sobre una banda de papel, el lápiz o pluma que escribe los códigos está sujeto a un electroimán, las letras y las cifras se representan mediante impulsos magnéticos, dichas representaciones fueron grabadas en placas de metal, la primera placa perforada de caracteres del mundo, arquetípicamente lo que para finales del siglo XX diera lugar al procesador, en principio resultaba sencillo, pronto, -como sucedió con el ferrocarril.- las líneas eléctricas empezaron a formar una red que se extendió por millones de kilómetros, la cual era capaz, hasta su perfeccionamiento, de transmitir 80 señales por minuto<sup>9</sup>.

El telégrafo es el invento que representa la computación arquetípica, hacemos esa inferencia porque al igual que la computación actual, el telégrafo cifra código binario, blancos y puntos, puntos y líneas, el alfabeto Morse representa el derrumbe de las barreras tangibles e intangibles de comunicación del tiempo y el espacio.

Sin embargo, la segunda revolución industrial, como ya hemos analizado con el petróleo y la electricidad en la energía, con el tren y el automóvil a gasolina en la logística; es una fase donde más de un mecanismo

---

<sup>9</sup> H.W., Pitchford (1960). "Samuel Morse and the telegraph" (en inglés). F. Watts. p.66.

entraría en acción para competir entre sí para convertirse en el invento/descubrimiento más representativo que la segunda revolución industrial nos dejó, el conocimiento diversificándose y solidificándose tangiblemente en artefactos análogos, cosas distintas que sirven para resolver una misma necesidad de energía, de movilidad o de interacción. En la comunicación esta condición-tendencia respectiva que diferencia a la primera de la segunda fase industrial se manifiesta con el telégrafo y el teléfono, por supuesto el telégrafo llegó primero, pero el teléfono llegaría para quedarse perpetuamente,-o al menos hasta que la inteligencia humana encontró la forma de comunicarse por el ciberespacio-. Alexander Graham Bell, hacía experimentos con electricidad, en 1876, invento un aparato que serviría para la gestión de la economía de la segunda fase industrial, el teléfono (*J. Rifkin, 2014*).

La diferencia con el telégrafo, es que este transmite únicamente pulsos que se codifican dependiendo de su frecuencia y combinación del alfabeto binario Morse; el teléfono transmite ondas y vibraciones que hacen variar campos eléctricos, la configuración de un teléfono es el micrófono, el cual contiene un par de discos que vibran con la voz, su distancia (entre los discos) hacen variar el campo eléctrico que se convierte después en corriente, la cual viaja por el tendido eléctrico; del otro lado el auricular, el cual también tiene los dos mismos disco hace el proceso inverso: convierte la corriente en campo eléctrico que hace vibrar los dos discos, lo cuales convierten las onda eléctricas en la voz otra vez, sin barreras del tiempo ni espacio, luego el teléfono se perfeccionaría y dichas ondas viajarían por el aire<sup>10</sup>.

La segunda revolución no solo es un mecanismo de perfeccionamiento de todo el conjunto de plataformas tecnológicas que interactúan entre sí para aumentar sus capacidades, sino que, para esta fase, se caracteriza por tener opciones, es decir que la segunda revolución industrial se caracteriza por el ascenso exponencial de cada factor social, cultural, económico, político y científico con respecto de la primera fase, pero con la diferencia que ahora el ingenio rebasa sus propios límites y empieza a tomar varias formas, en el sentido de que dos cosas técnicamente distintas empiezan a resolver la misma necesidad; ahora el ingenio aparte de reproducirse a sí mismo, compite consigo mismo para superarse.

---

<sup>10</sup><https://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono#:~:text=El%20tel%C3%A9fono%20cl%C3%A1sico%20est%C3%A1%20formado,de%20la%20marcaci%C3%B3n%20y%20llamada.>

### 1.3 La tercera Revolución Industrial

#### La Conquista del Espacio y la Era de las Comunicaciones.

“Por milenios, la tierra en la mente de los hombres era plana e ilimitada, hoy, como resultado de la exploración, velocidad y la explosión del conocimiento científico, la tierra se ha convertido en una pequeña esfera, cerrada, limitada, abarrotada y corriendo a través del espacio hacia destinos desconocidos.”<sup>11</sup>

Kenneth E. Boulding, economista, en 1965 describió la trayectoria evolutiva con ese sencillo y corto fragmento, la tendencia general de nuestra naturaleza cognitiva hacia el descubrimiento, hacia el avance y derrumbe de todas nuestras barreras físicas para superarlas y trascender, “conquistar” y desafiar nuestros alcances para evolucionar, define el salto cuantitativo y cualitativo de cada etapa industrial.

La primera revolución industrial es una concepción de globalización primitiva en donde los mercados se permitieron acortar el tiempo y espacio, permitiendo que las sociedades y los flujos de personas, mercancías y servicios se multiplicaran y se distribuyeran ocupando cada vez más territorios, transformándolos al ritmo de su avance.

La segunda revolución industrial fue una manifestación del perfeccionamiento de las capacidades y relaciones entre energía, logística y comunicación, caracterizada por la diversificación misma de las opciones, es decir, no sólo fue un cambio fundamental en la plataforma tecnológica de la etapa anterior, a este factor se le sumó la diversificación de las posibilidades técnicas y energéticas con que funcionaba la tecnología.

La tercera revolución es en sí misma la fusión del progreso múltiple de las dos etapas anteriores, en este punto de la historia las sociedades han evolucionado de tal manera que el mundo empieza a limitarse en referencia con las dimensiones del crecimiento exponencial de los factores reproductivos de los individuos, así como de sus necesidades, las cuales a su vez, expresan la necesidad de transformaciones cada vez más constantes y abstractas pues dichas relaciones sociales cada vez se van dividiendo en más capas y acelerando hacia una distribución desmedida, haciendo cada vez más profundo y necesario el

---

<sup>11</sup> Kenneth E. Boulding, (1965) “LA TIERRA COMO NAVE ESPACIAL “, Archivos (Cuadro # 38), , Universidad de Colorado, en: Boulder Bibliotecas

proceso científico para solucionar y diseñar mecanismos así como estructuras que contengan el equilibrio para evitar el colapso.

Sin embargo, lo que podemos asegurar es que el progreso es autónomo y automático, es decir, que nuestra naturaleza misma del descubrimiento y el redescubrimiento avanza al mismo ritmo que el tiempo, aspecto que escapa de nuestro control. Es la capacidad intelectual la que nos permite seguir el mismo ritmo del avance dinámico de la evolución social hacia mecanismos más complejos.

La tercera revolución industrial, al igual que las dos etapas anteriores, se caracteriza por la aceleración y multiplicación de las necesidades individuales y sociales, así como por los procesos para transformar los recursos naturales a nuestra disposición para asegurar la dinámica del crecimiento exponencial de la población humana. El matiz que diferencia a las dos etapas anteriores de esta tercera, es que nuestra capacidad de visión aumenta de una manera radical con respecto de las dos anteriores, abarca un lugar mucho más realista de nuestro carácter global, en el cual podemos comparar nuestro progreso con el volumen de conocimiento útil para transformar nuestro entorno físico y social, esto nos ha llevado a un estado de reflexión social mucho más profunda acerca de que -entre más expandimos el conocimiento, más se expanden las necesidades humanas (funciona igual a la inversa)-, un estado intelectual más abstracto corresponde a la solución de las necesidades sociales, en función del ritmo de su crecimiento.

- *El dogma de la destrucción creativa*

No sólo en términos físicos, los procesos evolutivos orientados a la multiplicación de la población humana y de sus necesidades, antes de conocer nuestra verdadera dimensión universal, es necesario hablar de la transición entre la segunda y la tercera etapa industrial, pues históricamente resulta un paradigma violento caracterizado por las relaciones de poder duro. Menciona Manuel Cazadero:

*“Las transformaciones afectan tanto a los individuos como a las comunidades y modifican la correlación de fuerzas entre las naciones”<sup>12</sup>*

Las capacidades intelectuales de la humanidad, que han forjado nuestro desarrollo a lo largo de nuestra aparición en la tierra, nos han permitido progresar, representando así nuestro rasgo más descriptivo en comparación con las demás especies con las que cohabitamos el planeta, sin embargo a costa de acortar

---

<sup>12</sup> Cazadero, M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. México: Fondo de Cultura Económica p.p 8

el espacio donde nos desarrollamos. Es importante mencionar que el intelecto no siempre nos ha dado la ventaja en cuanto a una sociedad homogénea en términos de la especie, también el intelecto ha demostrado tener una capacidad autodestructiva, esta característica está íntimamente ligada a nuestra supervivencia y a la cantidad de recursos naturales a nuestro alcance. La configuración del poder también es un mecanismo de supervivencia el cual es ejercido para asegurar las posibilidades, en ese sentido el poder también representa un recurso, una capacidad instintiva de seguridad radical, capacidad que está programada en nuestra naturaleza como mencionaba John Locke, descrito como “estado de guerra”, donde cada individuo de la sociedad en donde no hay otro mecanismo más que el natural (salvaje), tiene derecho a apropiarse de los recursos por medio del conflicto, del dominio y de la persuasión por medio de la fuerza y la intimidación como medio de la lucha, como lo haría una manada de lobos al acechar por comida, o un león macho el cual instintivamente está programado para la luchar por territorio.

En ese sentido la capacidad de sobrevivencia también incluye una capacidad para ejercer las ventajas de poder, y el intelecto es también manifestación de ese rasgo de las especies como miembros de un estado puramente natural (en donde no existe ningún mecanismo de control social ni legal, donde el instinto puramente natural existe “la ley de la selva”).

Pero... ¿Por qué mencionarlo específicamente como factor para describir a la tercera etapa de la industrialización? Porque la idea radica en que, cuando las sociedades empiezan a crecer a un ritmo exponencial y acelerado, sin una sincronización y concientización de las relaciones globales, la coerción es el medio de transformación social hacia la competencia del más apto en función de los recursos y su escasez, es visible que en algún punto de inflexión la convivencia tenga que verse afectada por el conflicto y las versiones más violentas del instinto natural en busca de recursos para la supervivencia de una raza sobre otra.

El crecimiento tan acelerado de las sociedades fue gracias a la multiplicación de sus necesidades, que a su vez es gracias a que en la primera etapa industrial y en el perfeccionamiento de la segunda, las sociedades se pudieron permitir la expansión gracias a la aplicación intelectual de medios que facilitaron que la esperanza de vida aumentara y que la reproducción hiciera lo suyo, dado que dichas sociedades, mediante el avance del progreso, sus necesidades primarias se fueron domesticando, creando hábitos de consumo.

La necesidad de instaurar mecanismos de control era cada vez más necesario para mantener el *statu quo*, desde la primera revolución industrial las capacidades técnicas no fueron únicamente el rasgo representativo, también implícitamente se concentró el poder en donde y en quien era capaz de acceder a

dichas posibilidades, cada uno de los elementos del progreso, no están al alcance de todos, y por ello algunas naciones tuvieron y asentaron su ventaja en forma de influencia para persuadir y controlar, asentar y acrecentar la hegemonía y la repartición del mundo (recursos materiales e inmateriales).

Al punto al que quiere llevar este apartado es al análisis de los rasgos sociales que se suman a las características que describen al lapso temporal donde se ubica la tercera etapa industrial más que a los rasgos técnicos que la definen y que la preceden. Resulta interesante poner bajo la lupa que la suma de las características definitorias de todos los aspectos sociales, políticos, económicos y científicos que se fueron acumulando durante tres siglos de evolución cognitiva expresado en la evolución industrial, así como de todos los mecanismos sociales, tuvieron un punto de inflexión hacia principios del siglo XX, en pleno auge de la segunda revolución industrial, así como de su transición violenta que sufrió a mediados de ese siglo, el cual se caracteriza por el choque de las ideas.

El petróleo y las cadenas de valor que surgen a partir de este recurso estaba ya en plena explotación y aprovechamiento, y con ello, cómo ya se ha expuesto en el apartado anterior, toda la plataforma tecnológica para las primeras décadas del siglo XX habían transformado y evolucionado todas las relaciones de producción, consumo, relaciones políticas, sociales y económicas que pasaban por una fase de transición hacia una sociedad con una concepción más globalizada, los procesos logísticos de movilidad y comunicación habían permitido ya conectar a todo el mundo, aunado a la expansión de la densidad de población mundial, era ya incontrolable el crecimiento, y al mismo tiempo incontrolable la presión por concentrar el poder, dado que al haber muchos más individuos y su concentración en cúmulos ideológicos diversos en el planeta, las diferencias intelectuales orientadas a lo social, sumado a la lucha por acaparar más recursos naturales y asegurar una economía más capaz (ventajas comparativas), arrastraban al mundo a una división y segmentación, dado que la multiplicación intelectual permitía también elegir entre los miembros de la sociedad un bando con una visión particular entra cada región y hemisferio del planeta.

El acelerado crecimiento llevaba inevitablemente a un incremento de la fricción entre sus variables, llevando a la sociedad consecuencias negativas como resultado del alto ritmo de explotación de los recursos y el alto ritmo en que la visión global se volvía cada vez más limitada.

No es intención desviar la atención específica de este trabajo hacia el debate de qué factor político provocó los dos grandes conflictos del siglo XX, sin embargo es importante poner en contexto que tienen la misma característica que el progreso científico, en el sentido de ser procesos dinámicos de transformación, de un antes y un después, el aspecto de representar una frontera del conocimiento pasado, presente y futuro

radica en describir en qué punto de la historia pasamos de un punto a otro y ubicarnos con la retrospectiva de nuestra evolución social, política, económica, científica, industrial, así como espacial.

Primera mitad del siglo XX, en pleno auge de la segunda revolución industrial el progreso técnico llevaba al mundo a una etapa de crecimiento exponencial, como lo había hecho la primera etapa, sin embargo ahora la característica fundamental era la diversificación y la competencia entre distintos factores de producción y consumo; sin embargo no era lo único compitiendo en ese momento, lo hacían las naciones y Estados que querían tomar la delantera para acrecentar sus capacidades de explotación de recursos y con ello tomar la delantera en la hegemonía económica y política, y así asegurar el progreso geosocial, Esta presión llevó a una constitución del mundo fragmentado por ideologías y estructuras sociales diversas y muchas de ellas contradictorias entre sí, -polos de desarrollo-.

La tercera etapa industrial queda registrada en la historia por trascender a partir de la segunda guerra mundial llevada a cabo del año 1939 hasta 1945, este hecho histórico tan violento y destructivo nos demostró que el ingenio tiene un lado peligroso que se revela cuando la presión entre distintas formas de pensar y ejercer el conocimiento se expanden pero de una forma dividida y contracíclica, nos demostró también una capacidad que sólo la humanidad ha puesto en manifiesto: la inteligencia también es autodestructiva.

La segunda guerra mundial, fue también un despliegue de conocimiento donde los intelectuales más prominentes de la época entraron en acción para crear una plataforma tecnológica más revolucionaria que marcaría la división entre los aspectos más abstractos, pues la ventaja en el terreno de batalla estaba en función de la tecnología para atacar primero y más fuerte, como resultado, la propulsión como medio de alcance geográfico permitió descubrir el motor a reacción y de propulsión a chorro haciendo que los misiles balísticos cruzaran el espacio en una velocidad exagerada para la época desde una ubicación muy remota, la rapidez era el factor decisivo (como ya hemos analizado), el desarrollo de motores principalmente para la flota de tanques y acorazados de gran tonelaje se produjo bajo un alto ritmo de desarrollo, la aviación hizo su entrada, al igual que la navegación, en ese caso el desarrollo y aplicación del radar de señales doppler hizo su aparición, la consolidación del petróleo hizo definir los principales objetivos bélicos de intervención y conquista, el petróleo representaba el insumo principal de esta guerra y el combustible del cambio de era, -como no podía ser diferente-.

El final de la segunda guerra mundial llegó, y como en toda etapa histórica, las consecuencias, evidente y obviamente destructivas en niveles incalculables, pero haciendo énfasis en el progreso tecnológico, el

final de la segunda guerra mundial emanó de sus entrañas dos factores que ahora representaban el máximo de la aplicación intelectual humana, la demostración definitiva del progreso y de la dominación de la ciencia, del ingenio humano dominando en la naturaleza, del tiempo y el espacio: la energía nuclear. Insisto, no es el deber desviar la atención realizando una crónica de lo ocurrido en Hiroshima y Nagasaki, sino adelantarnos a las consecuencias a posteriori.

Elementalmente la energía nuclear es aquella liberada por la división o fisión de átomos llamada reacción nuclear, la división de los átomos libera energía (entropía) térmica. Este proceso ocurre en cadena dado que átomos pesados, siendo colisionados por neutrones, se dividen en átomos más ligeros, el proceso de división libera a su vez otros neutrones adicionales, los cuales hacen impacto con más átomos pesados, como resultado el proceso se escala rápidamente y produce la reacción en cadena<sup>13</sup> y esta a su vez energía. Todo ello ocurre con una pequeña cantidad de combustible la cual se convierte en una masiva cantidad de energía, sin embargo, proporcionalmente la producción de esta energía es inestable dada la dimensión de dicha cantidad.

Del petróleo a la energía nuclear representa un salto de proporciones técnicas enormes y coercitivas cuando el propósito de su utilización es el poder duro, a partir de este descubrimiento e inventos que surgieron a partir de él, el mundo entraría en una acelerada carrera, que ya no únicamente implicaba mover carga o personas, ahora en esta tercera etapa la energía se ocupa de mover la influencia geopolítica, el petrolero mueve vehículos, la electricidad mueve maquinaria, el átomo, todo lo anterior sumado al movimiento de poder y la inclinación de la balanza hegemónica global, iniciando así la denominada guerra fría.

La guerra fría es un evento de polarización ideológica social, caracterizado por la acumulación de arsenal de destrucción masiva provista por la energía atómica que generó una desmedida tensión, la URSS defensores de la ideología socialista y las naciones aliadas lideradas por Estados Unidos defensores de las libertades socioeconómicas, el capitalismo de mercado y la democratización política, el mundo occidental. Ambos con arsenal tan potente como para borrar toda la historia humana acumulada hasta entonces; como resultado de estas tensiones el mundo estaba dividido en dos polos. La competencia entre dichos polos generaba una fuerte fricción en todo aspecto social, económico, evidentemente político pero también,

---

<sup>13</sup> "Fisión Nuclear en wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fisi%C3%B3n\\_nuclear](https://es.wikipedia.org/wiki/Fisi%C3%B3n_nuclear)

donde desemboca este análisis, en el aspecto científico, en donde la URSS diera el primer golpe en el terreno, y fuera de él.

A finales de la década de los 50's y principios de los 60's la URSS hizo un importante avance que tomó por sorpresa a los aliados; los socialistas se lanzaban hacia la conquista de las alturas, del espacio, los estadounidenses observaban cómo los soviéticos ponían fuera de los alcances terrestres el *sputnik* (def. satélite o compañero de viaje) y con ello una parcial ventaja comparativa y competitiva para inclinar al mundo del lado soviético. Occidente recibió el acontecimiento con dureza y la respuesta tenía que ser igual de radical, de no hacerlo perdería la hegemonía y con ello el control. En 1957 el mismo año del lanzamiento del primer artefacto, los soviéticos confirman que su ingenio resulta más difícil de alcanzar, con un despliegue de intelecto, ciencia, creatividad, innovación y un derroche de voluntad al poner el primer ser vivo a orbitar nuestro planeta, al colocar en un cohete a una canina que fue llamada laika, cuatro años después la URSS daría el golpe definitivo, en 1961 Yuri Gagarin sería el primer hombre, los primeros ojos humanos que veían nuestro verdadero tamaño desde el exterior del planeta, nuestro limitado tamaño. Occidente otra vez quedaría comprometido al fracaso y con ello suponía el derrumbe de toda su estructura ideológica que había cimentado con poder de destrucción, el cual resultaba otra vez vencido por el poder del conocimiento y la voluntad de expandir y/o cruzar nuestras fronteras físicas tanto intelectuales.

Paradójicamente en esta etapa de la historia humana las dos formas de poder emanan, se originan y se manifiestan de la misma fuente primordial: el conocimiento; energía nuclear, bomba atómica, el primer satélite y los primeros cohetes que llevaron a un ser vivo fuera de nuestro planeta; así como concepciones sociopolíticas y geopolíticas como son los conflictos, no ocurren fuera del primordial y cíclico impulso por transformar, son dos extremos distintos del instinto, pero que forman parte del mismo conjunto donde se originan las ideas que se forman en la capacidad de pensar y crear de la humanidad.

Haremos uso de la dinámica de las dos etapas de industrialización anteriores en energía, logística y comunicación, diferenciaremos los avances que representan a esta importante tercera etapa industrial que fue impulsada por la carrera armamentística que después fue arrinconada por la carrera espacial para poder interpretar el espacio exterior y con ello una explosión superior de exploración y explotación de inventos y descubrimientos.

### *La Tercera Revolución de la Energía.*

La energía de la tercera revolución industrial no pasó por un proceso de sustitución como sucediera con el carbón, sino que sufrió por un proceso de transformación utilizando el mismo insumo fósil, lo que nos dejó la segunda guerra mundial en el aspecto técnico, fue un ascenso del perfeccionamiento sufrido a principios de la segunda etapa industrial; mismo insumo, diferente forma de aprovechamiento termodinámico, como ya se mencionaba, la revolución del motor a reacción de Wernher Von Braun para la producción de misiles balísticos representaría la forma en que se aprovechaba la energía. Otro factor que el episodio bélico más importante y violento del siglo XX nos dio.

He aquí cuando entra en acción una variedad energética que forma parte de nuestra etapa intelectual más disruptiva que describe al ser humano, la energía nuclear fue descubierta no como un mecanismo evolutivo que fuera desarrollada para el progreso originalmente, el papel fundamentalmente de su desarrollo y utilización fue el de destruir, producto del más alto nivel alcanzando por los científicos de la época, la energía nuclear, representa lo más brillante, pero al mismo tiempo lo más corrupto de la especie humana, dependiendo para que sea utilizada y el control que la humanidad tenga sobre una fuerza tan devastadora pero tan limpia como lo es paradójicamente una fuerza que proviene de la expresión más brutal de la naturaleza en cuanto a liberación de energía perpetua y masiva.

Gracias a la energía nuclear controlada para beneficiar y no para destruir, el sector de la electricidad encontró un mecanismo de producción con un insumo tan poderoso y tan pequeño como es la fisión, en general es una fuente inagotable con un combustible que podría durar al menos para varios decenios. Sin embargo eventos como Chernobyl nos recuerda lo violento del insumo si se sale del control, esta energía es tan benéfica para distintos factores como dañina si se usa sin un importante conocimiento, denotando así, una vez más, que para dominar a la naturaleza el avance científico y del conocimiento es primordial.

Las ventajas de la energía nuclear radican en su potencial para transformar energía en trabajo útil, lo mismo ocurre en cada etapa industrial con su respectiva fuente termodinámica para transformar las materias primas y fuerza de trabajo humano en productos y servicios, la diferencia se haya en el ritmo y la aceleración en la cantidad de producto por unidad de energía.

$$\Delta Q = \Delta \text{Energía (insumos + trabajo)}$$

### *La Tercera Revolución de la Logística*

A partir del transcurso de la segunda guerra mundial, la aviación tuvo un desarrollo y crecimiento exponencial; el transporte de tropas determinaba de qué lado se inclinaba la balanza de poder en una guerra caracterizada por el desgaste de cada factor, la cantidad de recursos sobre el terreno era preponderante, por ello la carrera por tomar la delantera en el dominio de las alturas; este factor determinaba el éxito para influir en el mundo, posteriormente a la guerra, el transporte aéreo tomó el control de la logística, el espacio físico tomaba un nuevo sentido, la diferencia de velocidad del progreso logístico ahora está en función de la altura, por fin se había reducido el espacio terráqueo y se conocía la última frontera, el planeta dejó de ser plano y se visualizó por primera vez su circunferencia.

La aviación es un factor importante para la logística, pero, como ya hemos analizado en las etapas anteriores, el éxito en la eficiencia está en función de la suma de más elementos y cada etapa posterior suma uno o más al sistema anterior para denotar la transición: el vapor más el ferrocarril, el petróleo más el motor de combustión interna, la electricidad más la maquinaria, la maquinaria más el individuo, el individuo más la sociedad, de manera sucesiva y progresiva, como efecto dómينو.

Por supuesto la tercera revolución industrial pasa por este mismo mecanismo constante y visible en cada etapa anterior con respecto de su descripción referente a la plataforma tecnológica que la representa y la diferencia. El avión no sería posible sin un medio eficaz de navegación que pudiera seguir el ritmo de velocidad en que se traslada, medios intelectuales puramente humanos no basta, no opera y resuelve al mismo tiempo en que se desplaza la logística de la tercera revolución industrial. Hace necesario descubrir, diseñar, desarrollar e innovar una plataforma que sea acorde con dicha velocidad de transformación, por ello la electrónica dio un salto prominente para poder llevar a cabo las operaciones y resoluciones en un sentido multiplicativo en una fracción de tiempo muy corto, no sólo eso, esta plataforma debe de ser solidaria con los humanos. Esta manifestación daría una demostración de intelecto superior, una manifestación más de que el intelecto reproduce intelecto, esta vez no en forma de libros y enciclopedias, ahora en forma de circuitos eléctricos que replican y multiplican las operaciones complejas en un tiempo medido en segundos, la tercera revolución industrial se caracteriza por expresar la inteligencia humana fuera de la mente, se caracteriza por mecanizar la inteligencia y generar secuencia lógica artificial, no sólo eso, sino que fue una manifestación de alto rendimiento nunca antes visto en las etapas anteriores: el cómputo

El cómputo aparece ahora en toda la cadena de transformación, tanto técnica como social, el cómputo es un medio intangible de procesos analíticos, necesita sumar otros elementos para lograr su función de alto rendimiento. Un circuito eléctrico que sirva como impulsos (similar al impulso eléctrico que provoca la sinapsis entre neuronas), y transistores que hacen de neuronas artificiales, del mismo modo los transistores generan vinculación entre ellos para procesar información del entorno, resolver de forma lógica y dar una respuesta acorde con la operación necesaria, elementalmente el mecanismo es análogo al que experimentamos los humanos en el ejercicio de –pensar-.

El transistor técnicamente es definido por su inventor, el físico austro-húngaro Julius E. Lilienfeld como: “Un método y un aparato para controlar corrientes eléctricas”<sup>14</sup>

La logística ya no está representada por artefactos que se desplazan en el espacio, como trenes, barcos, automóviles o aviones, estos elementos han pasado a ser el medio, la electrónica, circuitos y transistores ahora son la base del movimiento y conjunto de los medios necesarios para llevar a cabo un fin determinado de un proceso que en cada etapa se va haciendo más complejo y abstracto, en función del ritmo en que crece la población, las sociedades y sus operaciones comerciales y de comunicación, y con ellos evolucionar en la siguiente etapa para generar valor en las cosas y los objetos, en los productos y servicios. Ahora la tercera revolución industrial es la llamada era de las comunicaciones y del crecimiento exponencial de los servicios.

### *La Tercera revolución de las Comunicaciones.*

La dinámica de la segunda guerra mundial también nos dejó un importante avance científico orientado a las comunicaciones, sabemos por la historia que en el campo de batalla entregar un mensaje se convirtió en un factor sutil pero determinante para avanzar, por ello en el campo de las comunicaciones, los desarrollos siguieron con la misma trascendencia, una vez más demostrando que en cada etapa industrial es visible que el cambio se da multifactorialmente y que cada factor complementa a los demás. El radar, la encriptación de códigos, el envío de mensajes a ubicaciones remotas mediante complejos y secretos sistemas de comunicación revolucionaría el proceso y permitiría, en el transcurso de la tercera etapa industrial, un impulso tanto creativo como técnico. Ya se ha discutido la naturaleza de la comunicación

---

<sup>14</sup> E. Braun y S. MacDonald. (1984). *REVOLUCION EN MINIATURA. LA HISTORIA Y EL IMPACTO DE LA ELECTRONICA DEL SEMICONDUCTOR*. España: TECNOS.

como rasgo distintivo del progreso humano a lo largo de su evolución cognitiva y social, su importancia es indiscutible para transformar pues es el canal donde transita y se trasfiere el conocimiento. Paradójicamente también la definición literal de transistor es - transferir-. Es evidente que en toda la cadena y flujos energéticos y logísticos de la tercera revolución ahora se halle el transistor, el cual está programado primordialmente para recibir información en forma de impulsos eléctricos, procesarlos, emitir respuestas y resoluciones lógicas y precisas para después valorar interpretaciones del entorno intangible para volverlo tangible y dinámico en un tiempo determinado.

El espacio histórico que ocupa la tercera revolución, como ya se ha mencionado, es el de la conquista de la frontera espacial exterior, de la trascendencia a ocupar el espacio universal, como resultado los satélites cumplen un importante avance en esta etapa, como el transistor, en todo aspecto técnico y social.

El primer satélite cumplía una primera función de observación (espionaje), sin embargo, su potencial radica en la transmisión de información, recordemos que la velocidad de respuesta está en función de la altura, los satélites orbitan por fuera del margen del planeta, lo que implica que está fuera del espacio terrestre; la dimensión geográfica en este sentido es una fracción al tener todo el conjunto territorial en un solo punto de visión, en la primera etapa estos puntos estaban contabilizados por la cantidad y ubicación de estaciones ferroviarias, en la segunda etapa estaban en función del número de tendidos eléctricos y estaciones de telégrafos y teléfonos disponibles. El satélite no depende directamente de la disponibilidad de emisores y receptores para la geolocalización que permite la medición territorial y temporal, el potencial del satélite radica en un solo artefacto que cumple con toda la operación de emisión, procesamiento y difusión de información conectando dos ubicaciones al mismo tiempo y en el mismo punto, lo que se denomina “triangulación” donde un punto es capaz de visualizar y conectar otros dos o hasta más puntos dependiendo del rango (altura) de visión del artefacto

Este potencial aceleró considerablemente la velocidad en la que se mueve la información, recortando los elementos técnicos necesarios para establecer el canal de transmisión, y multiplicando las interacciones entre dos o más puntos. Información comprende todo lo necesario para interpretar el entorno como imágenes, sonidos, palabras, mensajes, códigos. El satélite es capaz de calcular y resolver equilibrios e informar cuando un fenómeno perturba dicho equilibrio, especialmente en el clima global o local, según se requiera; da inicio a la era de la información, pero adicionalmente a un tipo de información: la red informática centralizada, que después, siendo un elemento representativo del progreso, su mecanismo

sufrirá la misma transformación y transición hacia una red informática descentralizada, objeto que representará a la siguiente etapa evolutiva del progreso industrial, social y geopolítico.

## 1.4 Hacia La Industria 4.0

### La hibridación entre el mundo físico y el mundo digital.

La expresión industria 4.0 denomina la transición de la etapa industrial hacia la “fábrica inteligente”, también llamada frontera técnica-económica de la cuarta revolución industrial, si habría que determinar una fecha específica en que se da inicio, se habló por primera vez del concepto industria 4.0 en el salón de la tecnología industrial celebrado en Hanover Alemania durante el año 2011<sup>15</sup>.

La revolución que ya está ocurriendo es una evolución de la industria originada por la convergencia de una serie de tecnologías de la era digital que permite “*la hibridación entre el mundo físico y digital*” (Luis Fernando Álvarez-Gascón, 2018).

Las características que describen esta nueva frontera donde estamos situados en la línea del tiempo, encontramos dispositivos denominados como inteligentes y a la plataforma digital ya existente de la tercera revolución “caracterizada por la movilidad, el *cloud*, la internet social y el *big data*”<sup>16</sup>

#### • La impresión 3D.

La cual tiene el potencial de deslocalizar el producto y transformar la logística a un medio de transporte de datos y prototipos digitales, ya no de productos físicos, esta capacidad está determinada por permitir que cada consumidor “imprima” su producto en su hogar, pagando únicamente por desbloquear los planos de internet, prescindiendo de traslados y tiempos de espera.

#### • La realidad virtual y aumentada.

Con potencial para modelar la realidad enfocada al entrenamiento e instrucción del trabajo. Bajo este elemento se puede replicar cualquier condición natural a un espacio virtual, modelar y rectificar en

---

<sup>15</sup> Industria 4.0 en la Feria de Hannover: La senda hacia la “fábrica inteligente” por la Feria de Hannover, sitio digital 'Deutschland', 7 de abril de 2014.

<sup>16</sup> Luis fernando Alvares- Gascon, Máximo Blanco, Javier del Ser Julio Linares, José Molero, Agustín Sáez, Bernardo Villazán. (2018). *Re-industrialización en España: Industria 4.0 y ecosistemas de innovación*. Madrid, España: Foro de Empresas Innovadoras.

aspectos tan fundamentales en la industria como es la capacitación de personal, es potencialmente útil para entrenar en una especie de simulacro con la realidad simulada, en la que cada factor puede ser medido y moldeado hasta llegar al más óptimo posible que pueda proseguir a la construcción real, ya con las mediciones y simulaciones correctas para su funcionamiento.

Pongamos de ejemplo la arquitectura e ingeniería de un alto grado de especialización para construir un reactor de energía nuclear; mediante la realidad aumentada se puede modelar virtualmente en un espacio el sistema de tuberías que alimentan de agua y combustible al reactor, el objetivo es optimizar lo mejor posible el espacio sin afectar el funcionamiento, así como probar distintos materiales y la cantidad de estos. El especialista puede moldear en tiempo real la configuración de los recursos necesarios para construir un reactor sin que este exista físicamente y ver su reacción determinada, fijada por la previa modelación de datos, permite probar y experimentar que sucede con determinada combinación de materiales y posiciones de los elementos, siempre buscando extraer el máximo de eficiencia con un mecanismo de prueba y error que sólo la realidad virtual aumentada permite.

Pensemos en el desastre de Chernobyl, el cual fue provocado por una serie de eventos producto de la equivocación, la distracción, la omisión, la inexperiencia y la presión desencadenados por el simulacro de un ataque en territorio soviético y el protocolo de seguridad en caso de detenerse el flujo de electricidad de las bombas de agua que enfriaban las barras de combustible del reactor. Ahora traslademos ese recuerdo al ejemplo, con la función tecnológica de la realidad aumenta por modelación virtual, ese simulacro puede haberse realizado en un espacio virtual controlado y configurado especialmente para replicar las condiciones deseadas en ese momento, y luego entonces, resolver mediante la prueba de, no sólo un proceso, sino de diferentes procesos para diferentes combinaciones de sucesos. En conclusión la realidad aumentada de modelación virtual reduce el factor del margen de error que siempre está presente, más en una situación que exige una alta presión como es el control de energía nuclear en donde el grado de pericia es obligatoriamente alto.

Los pilotos es el ejemplo básico actual de la utilización del modelaje virtual para el entrenamiento simulado, donde los pilotos experimentan distintas situaciones para las cuales tienen diferentes protocolos para operar y solucionar un determinado proceso.

- **La inteligencia artificial.**

Elemento controversial por su capacidad de sustituir la toma de decisiones y/o operaciones de forma autónoma de actividades que anteriormente se ocupaban los humanos. Como ya hemos analizado, el arquetipo de este factor vino con la invención del transistor, la inteligencia artificial es la manifestación evolucionada del proceso mediante el cual opera un transistor, la diferencia se haya en la velocidad y cantidad del cálculo para resolver, interpretar, relacionar y efectuar un procedimiento específico. La inteligencia artificial con la combinación de la realidad aumentada tiene el potencial de replicar cualquier situación natural y convertirla en artificial, y así anticiparse a cualquier cambio por más sutil que resulte cualquier alteración, la inteligencia artificial, procesa esas sutilezas y predice determinados efectos como consecuencia, por ello en la modelación, la inteligencia artificial se anticipa a situaciones futuras en función de los movimientos en las variables actuales, la que nosotros programemos.

Pensemos en la situación de una empresa que vende sus productos globalmente, los procesos de clasificación de inventarios, logística de circulación de insumos, maquinaria, trabajadores y mercancías generan un sistema que estrictamente debe ser ordenado y gestionado con protocolos de seguridad, higiene, así como de una compleja sincronización, cualquier mínimo error puede afectar todo la red sistemática de movilidad; proporcionar inteligencia artificial entrenada para gestionar la coreografía de máquinas, personas y mercancías es una realidad que demuestra operativamente que dicha tecnología tiene potencial para asegurar la eficiencia y efectividad de cada recurso, no permite desperdicios de espacio y tiempo, si se programa específicamente para cumplir una determinada función, o varias al mismo tiempo.

- **La robótica.**

Que son máquinas dotadas de inteligencia artificial. La robótica es un ejemplo entre la hibridación de mundo físico con el mundo artificial. La robótica tiene el potencial de explorar cosas y situaciones para las que los humanos físicamente no estamos aptos. Aquí es importante hacer especial mención a *los Rovers Curiosity* de la NASA para la exploración, gracias a estos vehículos dotados de inteligencia artificial, representan para la humanidad una extensión de los ojos donde nuestro cuerpo no puede acceder, el potencial de la robótica ejemplificada con los Rovers y otras sondas de exploración como la *Juno* en Júpiter y la *Cassini* en Saturno nos han permitido expandir nuestra concepción del espacio y el tiempo y nos han recordado nuestra dimensión física tan discreta en el vasto universo, sin embargo que nuestro ingenio es capaz de viajar millones de kilómetros en busca de respuestas para nuestra más inquietante curiosidad. El desarrollo y crecimiento de la robótica ya ha demostrado su enorme potencial, en

solidaridad con la sociedad y cada individuo, podemos trascender y observar allá donde nuestros cuerpos no están preparados.

- **El blockchain o cadena de bloques (Redes Neuronales).**

Una superestructura informática de descentralización de datos (Para diferenciar, Google, por ejemplo, es una red informática centralizada). Este sistema innovador disruptivo tiene la capacidad de evitar fraudes bancarios, falsificaciones, capacidad para realizar millones de operaciones financieras y monetarias por segundo, así como la encriptación de datos, característica de valorización de las criptomonedas. Esta innovación tiene como estructura la red neuronal, una compleja red de instrucciones digitales que transporta información en muchos nodos distintos para su valoración y autenticación a una velocidad sin precedentes, esta innovación aún está en pleno desarrollo, pero su potencial es enorme, la manifestación de la inteligencia creando inteligencia, en las etapas industriales antecedentes la característica intelectual era la velocidad en la que se distribuye la inteligencia para recrearse, siempre dependiente del factor humano para cumplir con el propósito, el blockchain derivado de la red neuronal informática es propiamente “crear inteligencia” y una muy compleja.

Estos elementos técnicos más los que están en proceso de desarrollo que se van sumando, como los microchips implantados en tejido vivo para valorar la salud, así como para aumentar la realidad y los sentidos de percepción, etc. Contribuyen al desarrollo de la industria 4.0, la cual vivimos en tiempo real con la que, incluso, promueve vislumbrar el futuro de nuestras relaciones sociales y nuestros hábitos de consumo.

### *Hacia la transición.*

Con estos elementos listados la nueva plataforma tecnológica está lista y en continuo desarrollo, lo que genera un fuerte análisis y debate es el mecanismo de transición que sufrirá la humanidad por cuál de estos medios tecnológicos entraran a convertirse en tecnología del próximo paradigma, es decir, tecnología de sustitución. Socialmente experimentamos cada transición de manera radical, del feudalismo a la era industrial el derrocamiento de la monarquía (revolución francesa), con la transición de la primera etapa a la segunda el cambio fue más sutil, más bien dicha transición fue un asentamiento de las hegemonías industrializadas y la división del mundo en polos ideológicos. De la segunda etapa hacia la tercera la historia registró el escenario más violento y sangriento que haya tenido lugar en cualquier faceta humana,

en donde el ingenio y la ciencia se manifestaron para destruir, para después crear sobre los escombros una nueva sociedad caracterizada por la “conquista del espacio”, una manera trascendental de llamar a la etapa donde vimos por primera vez fuera de nuestra burbuja a la que llamamos planeta.

Socioeconómicamente las transiciones reflejan el ciclo del progreso, dichos ciclos inevitablemente contienen en su dinámica distintos periodos, inicialmente el periodo de crecimiento, el periodo de desarrollo, el periodo de auge, el periodo de depresión donde la eficiencia y efectividad de los recursos técnicos, termodinámicos, logísticos y comunicativos sufren un decrecimiento producto del desgaste, son los rendimientos decrecientes donde empezamos a ver que se aproxima una transición, le sigue el periodo de crisis, donde ocurre la destrucción creativa, donde el progreso ha exprimido todas las posibilidades de crecimiento y valorización de sus medios técnicos y energéticos, donde se percibe el derrumbamiento progresivo y encadenado de todos los factores.

Lo que sigue después es un nuevo impulso hacia la parte alta del ciclo, dado que el único camino es hacia arriba después de tocar fondo, este impulso proviene de los restos y de la obsolescencia de la etapa inmediatamente anterior de donde los innovadores elementos adquieren el perfeccionamiento, transición y transferencia de procedimientos que conducen hacia una nueva etapa.

La transición es primordialmente una ley física que rige el universo: “a cada acción, corresponde una reacción”. La sociedad y cada individuo perteneciente a ella, cada individuo sobre la superficie del planeta, así como cada astro y forma energética que existe en el universo es afectada por esta ley. Llevada a terrenos sociales la transición resulta inquietante, el darwinismo menciona que la adaptabilidad es necesaria para la evolución y viceversa, en ese sentido la transición no asegura que toda la población humana ni sus herramientas correspondientes trasciendan al siguiente nivel, es decir, que la transición será como es tendencia, disruptiva y escalar, un cambio global y radical al que no todos los individuos están preparados, en consecuencia habrá una contracción y depuración en el sistema para después resurgir, reiniciar el ciclo reproductivo del conocimiento humano, de la interacción social, del ejercicio y repartición del poder geopolítico, y en general una reconversión y revolución de los modelos formales que conforman la superestructura del tejido social.

*La naturaleza de la transformación y el instinto industrial.*

Las características industriales de *energía, logística y comunicación* de la utilización tecnológica están en sinergia, son el engranaje del mecanismo social que conduce cada vez más aceleradamente al progreso de todas las relaciones complejas que describen al ser humano y su interacción global.

Industria y transformación son parte del mismo conjunto dinámico, a la vez, son componentes que funcionan individualmente y forman un mismo sistema de sincronización. Aquí la industrialización participa motivando el ciclo de transformación y de la gestión de conocimiento intelectual para construir tecnología, la máquina de vapor, la locomotora y la imprenta son la demostración técnica e intelectual de los alcances humanos para resolver sus desafíos evolutivos, si la extracción de los recursos y su disponibilidad permiten la expansión demográfica, es necesario que la capacidad de transformación y circulación de esos mismos recursos se equilibre en un mismo ritmo productivo.

En este punto es un ejercicio del pensamiento reflexionar si la tecnología motivó la industrialización, o si la industrialización es un mecanismo ordenado, intangible y dinámico que crea sus medios a partir de sus necesidades específicas.

La producción como apropiación del entorno para la creación de valor a partir de las necesidades humanas da paso –cómo desarrolla Jhon Lock- a la propiedad privada (entendida como el permiso social para explotar una delimitada área, en función de un delimitado tiempo) para aprovechar el entorno natural (beneficiarse del entorno natural con restricciones a partir de las habilidades que diferencian a cada individuo social con respecto de los demás integrantes del conjunto), desde antes de la máquina de vapor los humanos ya transformaban sus recursos, en ese sentido la industria como iniciativa privada de transformación del trabajo más recursos naturales delimitaban la actividad de aprovisionamiento valiéndose de ventajas diferenciadas y una idea cercana a los costos de oportunidad, en síntesis, la humanidad progreso en un ciclo de diferenciación sobre:

*Necesidades + Habilidades + Transformación + Privatización (entendido como el entorno de un espacio físico delimitado para aprovechar sus recursos en un tiempo dado) = Valor*

Aquí la idea es modelar los componentes de la generación de valor a partir de las necesidades humanas, que luego entonces dieron movimiento al mercado; en este punto es importante recordar que estamos respondiéndonos si la industrialización fue primero que la tecnología, o si fue de la tecnología donde surgió la industrialización. En nuestra ecuación es implícito que las sociedades y sus individuos siempre

han tenido necesidades básicas de supervivencia y trascendencia, es una característica natural vivir y reproducirse, la naturaleza y la biodiversidad aportan absolutamente todos los elementos necesarios, incluso el intelectual, en la creación de herramientas a partir de materiales que encontramos en el entorno, lo que los humanos no consumimos alimentariamente, lo consumimos transformándolo en objetos donde el conocimiento técnico actúa para multiplicar la recolección y acortar el tiempo del proceso productivo hasta llegar al destino final que es el mercado, para luego reiniciar el ciclo que revoluciona perpetuamente.

Sobre ese pilar la industria no se inicia en definición como una actividad estrictamente esencial de la economía y la técnica, estos dos elementos son consecuencia: la industria es una manifestación social delimitada por las habilidades de transformar la naturaleza en función de la técnica utilizada para satisfacer necesidades primordiales con el fin de asegurar que la sociedad seguirá obteniendo los recursos necesarios para evolucionar conductualmente, económicamente, políticamente, culturalmente, científicamente, y quizá en el futuro otros nuevos rasgos del comportamiento social promovidos por el progreso y su dinamismo colaborativo.

La reacción consecuente de nuestra necesidad primordial programada en nuestra naturaleza cognitiva, es la de identificar y aceptar que este comportamiento de trascendencia en el conjunto del pensamiento económico lleva indudablemente a la evolución, pues es una manifestación social acotar el entorno para hacer uso de nuestras habilidades diferenciadas entre individuos para transformar y aprovechar la diversidad de los recursos, así como provocar la competencia intrínseca del instinto de supervivencia, de ahí emana la generación de necesidades técnicas para satisfacer necesidades fisiológicas con más rapidez y en un menor espacio y tiempo. El valor se encuentra en que dichos recursos y su variedad no son homogéneos en su disponibilidad, hay escasos y renovables, y nuestra concepción económica posterior a las necesidades primordiales está en restringir el acceso a dichas disponibilidades por medio de los precios y el número de individuos que comparten la misma necesidad en el tiempo y espacio común, así como el número de competidores que buscan resolver dichas necesidades a cambio de un beneficio económico y financiero como derecho por combinar los medios de exploración y explotación de energía, logística y comunicación en los factores de producción.

Pues bien, de lo general a lo particular desarrollamos que la industria es intrínseca a una necesidad primordial programada en nuestro instinto de supervivencia, como especie orientada a la transformación evolutiva, que es común entre individuos la necesidad de comunicarse así como movilizarse en función de su disponibilidad energética, y que la propiedad privada genera y obedece a un derecho fundamental

dadas las condiciones que están en función de las habilidades que diferencian las capacidades entre individuos que componen las distintas sociedades. Con esa misma premisa pensemos en que las ideas son ejemplos de propiedad privada -quizá la principal y primigenia- y debemos obviar que en cada habilidad diferenciada el componente principal es crear y transformar a partir de la inteligencia racional y de impulsos creativos (...), la cual a su vez es producto de la observación y que tan lejos podamos observar, es decir que la característica humana con respecto de las demás especies es que el instinto: mira, las ideas: observan. Luego entonces:

Observar + idear = Habilidad; Habilidad + propiedad = Transformar; Transformar + Privatizar = Valor

Reflexionemos que en este texto las necesidades y la observación dan inicio, cohesión y sentido antes de llegar al valor –eje primordial de la industria y el mercado:

Crear valor → nueva riqueza → valor agregado en la economía → Innovación constante y progresiva.

Se cierra este capítulo con la conclusión de conformidad con Manuel Cazadero, se suscribe que:

<i>Plataforma</i>	<i>Transformación social</i>	<i>Sistema Económico</i>
<i>Combinación de factores y/o variables que describen cada etapa.</i>	<i>Asimilación e internalización en sociedades con alto rigor científico-tecnológico.</i>  <i>Impermeabilidad al desarrollo en sociedades con bajo o nulo rigor científico-tecnológico.</i>	<i>Modificación de la estructura productiva.</i> <i>Organización del trabajo.</i> <i>Explotación de la base energética.</i>

Cazadero, M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. pp. 10

“Este análisis de la industrialización de las sociedades considera que el paradigma que tiene mayor fuerza explicativa es el que no la concibe como un proceso lineal, sino que, por el contrario, la contempla como algo que alterna periodos de continuidad con rupturas. Esta concepción queda cristalizada en la categoría de revoluciones industriales”.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Cazadero, M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. México: Fondo de Cultura Económica pp. 9

## CAPÍTULO 2.

### ECONOMÍA Y CONOCIMIENTO.

Evaluación de la economía del conocimiento (EC). Enfoque hacia una nueva perspectiva de efectividad y eficiencia en el marco de la economía colaborativa.

De manera introductoria, es preciso para este trabajo iniciar con un marco histórico (cap. 1), referente a discutir de manera cronológica el comportamiento de la sociedad con base en su crecimiento evolutivo, esto es en todas sus variables en relación con su pleno desarrollo y expansión (idea de globalización).

En el capítulo 1 se ilustran los contrastes básicos de hechos e ideas relacionadas a comprender que la humanidad y sus distintas sociedades evolucionan estrechamente relacionadas con la ciencia (*Cazadero M. 1995*), y cómo esta se materializa en artilugios que se manifiestan en el progreso industrial, entendido como el proceso de transformación del entorno natural y la eficiencia con que la industria satisface las necesidades del cambio demográfico, es decir, a la población movilizada en un constante cambio provocado por el cambio tecnológico desde una perspectiva evolutiva, –vista en conjunto con su naturaleza- (*Rifkin J. 2014*).

En ese sentido, este siguiente capítulo está enfocado a interpretar la naturaleza de estos procesos estructurales que se han conformado a partir de la ciencia y su relación con otros conjuntos de variables, generando una superestructura colaborativa en retroalimentación con las otras estructuras que se abordaran más adelante en este capítulo; lo que pretende es llevar a discutir principalmente el concepto de conocimiento como precursor de la ciencia misma, es decir, la capacidad natural de la humanidad de transformarse a sí misma y de manera deliberada para generar relaciones de convivencia y conveniencia, sus intercambios, y satisfacer sus necesidades tanto de valor como de información, y de esta manera multiplicarlas.

Economía del Conocimiento propone unir cuatro ideas fundamentales: número uno, que la acumulación de conocimiento es una variable significativa para el impulso económico (Sánchez, C. & Ríos, H. 2011), número dos, se debe a que la ciencia y la tecnología influyen directamente en la vida de la de la humanidad (Cazadero M. 1995), número tres, en consecuencia, “cada fase del desarrollo capitalista [revoluciones industriales] ha contado con un paradigma científico, una teoría del valor, que la explica”<sup>18</sup>; número cuatro, como agregado, la ciencia y el conocimiento es un bien no rival, en ese sentido se generaliza el concepto de (*Sharing Economy*), economía colaborativa, lateral u horizontal, sinónimos que sirven para referirse a un mismo sentido: la acumulación y transmisión de conocimiento como transacción de valor (Torrent-Sellens 2016).

Con base en estas cuatro ideas fundamentales, este trabajo construye su evaluación teórica del paradigma que describe la realidad de una profunda transformación, experimentada en los conjuntos sociales, políticos, productivos, medio ambientales y académicos, se profundiza la demostración de que el mundo está en constante transformación. En ese sentido, por el mismo proceso pasan las bases teóricas sobre las que se sostienen las relaciones de convivencia, así como el comportamiento social del intercambio de valores en toda su amplia gama. De manera abstracta el nacimiento de nuevas corrientes teóricas expone que existe y está en acción un cambio en sus fundamentos y variables, como ejemplo de aproximación, en la medición del valor agregado; la economía del conocimiento propone, a grandes rasgos, identificar y volver relevante para el estudio y la practica económica revisar la cantidad de conocimiento como cantidad de insumo para transformar riqueza.

En este nuevo paradigma, la naturaleza del intercambio tiene otros componentes y satisfactores (utilidades), menciona Torrent- Sellens, que el intercambio sigue siendo la base fundamental de proceso económico, un ejercicio en un espacio donde ocurre la oferta y la demanda, sin embargo en la teoría tradicional y dominante, en el capitalismo de mercado, se consideran espacios físicos y relaciones de propiedad privada entre distintos agentes basadas en intercambio de servicios y productos por dinero, trabajo por salario, rendimiento por capital. (Torrent-Sellens 2016).

Con el intercambio de conocimiento tomado en cuenta como valor, los fundamentos teóricos se modifican hacia un intercambio menos monetizado, hacia una economía donde los datos generan información, la información genera conocimiento, y el conocimiento genera valor; cabe recalcar que este valor no

---

<sup>18</sup> Torrent-Sellens, J. (2016). *La economía del conocimiento y el conocimiento de la economía*. Oikonomics Revista de Economía, Empresa y Sociedad, 5, 26-32. ISSN 2339-9546

necesariamente se mide en fracciones monetarias sino en valor de uso. La naturaleza de los datos es que son intangibles, por lo tanto requieren un tratamiento diferente al intercambio tradicional. Dado que el conocimiento es la verdadera “moneda de cambio”, “*los roles tradicionales de los agentes económicos se diluyen muy rápidamente*” (Torrent-Sellens 2016). Bajo esta perspectiva el manejo de conocimiento permite que los agentes evolucionen y puedan desempeñarse en la economía de maneras distintas, La información es al mismo tiempo capital, trabajador y empresario, consumidor y productor a la vez (Prosumidor [Rifkin J. 2014]).

Las afirmaciones anteriores generaran un profundo debate, dado que los datos se convierten en recurso y como tal circulan como mercancía, el valor se genera en su proceso de transformación en conocimiento (*How to Know*) y (*Learning by Doing*), es decir, como el conocimiento se incorpora y se transforma en trabajo útil, en ese sentido la economía del conocimiento contempla agregar valor en la transformación de lo intangible y en ese sentido el valor se traslada de las manos hacia la mente y su capacidad de procesamiento. La idea anterior redundante en la materialización del conocimiento en artilugios y herramientas solidarias involucradas en un proceso de transformación.

La dinámica de la transformación, la cual se ha analizado en el capítulo 1, así como distintas ramas económicas relativamente recientes como *Eco. del Comportamiento*, *Eco. Naranja*, *Eco. del Conocimiento*, *Eco. Circular*, *Eco. Colaborativa*, etc. Son ejemplos de dinámica de transformación. (Recaltar que *Eco. del Conocimiento* es nuestro marco de referencia). Ramas alternativas que centran su atención a la explicación de la economía desde distintos aspectos sociales y conductuales de la sociedad, desviándose de la teoría dominante, la economía de la competencia perfecta, todas las ramas mencionadas como ejemplo, están de acuerdo en que la vida económica de la sociedad está basada en asimetrías de información, lo que complica la interpretación clásica. Por lo tanto se propone una transformación de los fundamentos para generar, medir y predecir con mayor apego al paradigma vigente.

- “Inventar supone producir algo nuevo, los inventos están asociados tanto con las soluciones de nuestras necesidades, como con la creación de otras nuevas”<sup>19</sup>
- “Lo que se descubre con la propia actividad de inventar es el estímulo primordial para aumentar nuestro conocimiento”(Ibid)

$$\Delta \text{conocimiento} = \Delta \text{necesidades}$$

---

<sup>19</sup> J., ODÓÑEZ, (2008). *Ideas & Inventos de Un Milenio 900-1900*. España: Lunweg editores. p. 8

Manifestaciones cognitivas como la escritura y la aritmética crean el debate si representan inventos o descubrimientos como parte de la habilidad racional del ser humano para evolucionar y, luego entonces, representar el entorno y moldearlo de acuerdo con sus necesidades primigenias de comunicación, o quizá más fundamentalmente de creación del entorno mental manifestado en el entorno físico; es decir, que resulta fundamental adentrarse en la reflexión y el análisis de cual o cuales fueron las motivaciones de la especie homo sapiens sapiens de orientarse en el ambiente por medio de la creación y la invención con respecto de resolver y multiplicar sus necesidades de sobrevivencia, dado que el alcance mental lleva, también, a la reflexión de si inventamos nuestro entorno o lo descubrimos. La respuesta parece objetivamente obvia, pues el entorno, la naturaleza ya estaba aquí funcionando millones de años antes de nuestra aparición, sin embargo entra al debate discernir si la racionalidad humana, a partir de su manifestación creó su propia naturaleza a partir de que pudo nombrarla, clasificarla, medirla, estudiarla, modificarla hasta “domesticarla”, y luego entonces, aprovecharla con el primordial fin de trascender en el tiempo y el espacio, tanto mental como físico, los cuales se fueron expandiendo al mismo ritmo en que el conocimiento, descubrimientos e inventos, así como la población hicieron lo mismo en sentido paralelo y progresivo referente a su tamaño.

La reflexión anterior sirve como mapa de ruta en el cual se pretende guiar este trabajo al correlacionar el conocimiento tras la invención como su manifestación intrínseca, con la resolución de necesidades sociales y naturales. Economía del conocimiento es precisamente eso, resolver necesidades a partir del conocimiento como factor principal, pero va más allá, pues la necesidad radica en ofrecer soluciones económicamente viables en el sentido de sugerir y defender un concepto que abarque la efectividad y la eficiencia de todos y cada uno de los recursos disponibles para asegurar un crecimiento y desarrollo sostenible que involucre un sistema dinámico y cíclico de retroalimentación y colaboración entre la sociedad, la industria, el estado, la academia y el medio ambiente.

“No hay sociedades sin inventos, sin ideas que lleven a otros descubrimientos, que finalmente sobreviva y no sea absorbida por otra que sí los tenga” (*J. Odóñez, 2008*)

“La organización social y política, la fundación de ciudades con una gran actividad comercial fueron (también) inventos determinantes a partir de ideas que generaron culturas” (*Ibid*)

“las ideas son un síntoma de que la relación entre los seres humanos y la naturaleza se transforma” (*Ibid*)

“La idea de que el conocimiento sirve y satisface las necesidades colectivas de grandes masas. Las maquinas dejaron de ser inventos y se transformaron en artilugios para el uso de toda la sociedad” (*Ibid*)

*Innovación = beneficio social*

La asociación intelectual de las primeras civilizaciones se propone como el primer invento intangible, la transmisión de conocimiento, en la formación de las ciencias, separó las necesidades de subsistencia más elementales, de otras necesidades más específicas para un bien común entre la sociedad: la educación. Dicho esto es determinante sintetizar la idea de revolución industrial como una de las manifestaciones intelectuales que corresponde a la determinación del conocimiento como factor del origen, crecimiento y desarrollo de la era industrial y la conformación social.

Es necesario retroceder, incluso posterior a la protoindustria feudal del siglo XV para interpretar donde empieza la cuenta progresiva de la organización productiva para resolver problemas concretos de satisfacción a las necesidades de intercambio de trabajo por medios de subsistencia de la sociedad. En la cual, cabe resaltar, no figura el pensamiento científico pero sí se manifiesta el factor intelectual en la conciencia colaborativa para resolver cuestiones como la eficiencia y la productividad del capital. Hasta el siglo XVIII formalmente se ubica la suma del esfuerzo científico inventivo con el esfuerzo industrial.

Retrocedamos entonces a 5 mil años atrás en el tiempo y espacio, las civilizaciones primigenias como conglomerados sociales organizados representan el punto de partida para relacionar el pensamiento como factor disruptivo de la utilización del intelecto para inventar, “tal vez el invento más primario de la humanidad haya sido tomar conciencia de que la colaboración mejora las posibilidades de supervivencia –sumar aumenta el saber–” esta frase de Javier Ordóñez (2008) sistematiza el dicho: -dos cabezas piensan mejor que una-, en ese sentido podemos entender que sumar ideas representa la primera manifestación en la que se necesita una concepción social para resolver necesidades, dada esa idea es importante seguir retrocediendo, quizá entonces el primer invento de la humanidad sea la concepción y orientación de *sociedad*.

El extremo oriental de Asia, Mesopotamia y la civilización egipcia ejemplifican que las organización impulsan el crecimiento colectivo llevándolas al desarrollo, el factor representativo en este punto concreto radica en señalar específicamente que el punto central evidencia que en cada representación particular que describe cada civilización, se manifiesta un alto grado de conocimiento científico expresado en la sociedad y en la cultura, determinando que “las organizaciones sociales impulsan el aprendizaje de los

conocimientos básicos” (Ordoñez J. 2008), basta observar mínimamente hoy en día los vestigios arqueológicos que dejaron estas civilizaciones ancestrales para darnos cuenta del alto grado de conocimiento estructural de cada cultura mencionada, en astronomía, en matemáticas, en arquitectura, teología, filosofía, agricultura, política, escritura, artes, y así en un largo etcétera, para donde volteemos resulta enigmático el grado de pensamiento científico aportado por estas civilizaciones “primitivas” para representar su entorno físico, social, intelectual, cultural y comercial. Esta suma de factores logró trascender en el tiempo, relevante para determinar que es un arquetipo que conduce obligatoriamente a un estudio científico de frontera.

Este análisis tiene un sentido particular, esta reflexión busca orientar. Para la humanidad, en un cumulo social, el conocimiento es la piedra angular, entre más se manifieste en la sociedad y sus procesos reproductivos, políticos y económicos más trascendental y solido será su alcance y progreso. Se defiende que el aumento de conocimiento impulsa el desarrollo sostenible.

El intercambio de conocimiento facilita la producción del mismo, si caracterizamos a la evolución y transición de la industrialización hacia una era en que la ciencia de frontera (*Def. Conocimiento significativo generador de nuevos paradigmas, enfoques, planteamientos y pensamientos fuera del marco estándar*) entre en un ciclo de reproducción y retroalimentación por medio de la difusión, la lógica resultante estima que un aumento significativo en el conocimiento tiene correlaciones directas y exponenciales en la producción de bienes y servicios así como de nuevas organizaciones y colaboraciones entre distintos aspectos estructurales de una sociedad, como en la política, en la economía y en la cultura. El conocimiento en este sentido, abarca todos los aspectos de cambio, transición, transformación, trascendencia y toda aquella dinámica que conduzca a una evolución de todas las interacciones en el plano de lo social tanto en lo natural y su organización.

Partiendo de la idea del conocimiento como fundamento estructural del cumulo social, este se manifiesta en el invento -también- de las instituciones. Esta idea surge de la misma conglomeración de la sustancia científica (ideas) más la aglomeración urbana. La concentración del conocimiento de frontera en distintas disciplinas exactas y mixtas resultaron en la encapsulación dependiendo su clasificación social, lo que hoy reconocemos como ramas de las ciencias: exactas, de la salud, sociales, ingeniería, naturales, etc.

Este factor después llamado la era de la ilustración, fue acelerando a medida que la población fue creciendo. Intuitivamente podemos ya entrar en la métrica del factor industrial de eficiencia productiva, en este caso de difusión del pensamiento científico y el conocimiento nuevo sumado a la concepción

colaborativa de la sociedad: la imprenta, mecanismo de nuestra ruta de introducción (Cap. 1), pues este invento resultó representativo e icónico para describir la era formalmente industrial de la ilustración. La imprenta no produjo ideas, pero si las convirtió en materiales, el invento del conocimiento intangible vuelto tangible, el conocimiento manifestándose para autoreproducirse en sentido dinámico y cíclico. Lo que vino después fue el crecimiento exponencial de los descubrimientos e inventos, que paralelamente fueron creciendo al mismo ritmo con las sociedades y la institucionalización.

Ningún factor propio de cada ciencia pasa ajeno a la economía y sus facetas, la posibilidad de crear y administrar valor monetario y no monetario radica en circular por cada capsula histórica con el fin de proyectar un futuro viable y factible. Relacionar el análisis económico y su desempeño en la historia de la humanidad (y también de los que no es clasificado como humanidad) toma en cuenta cada factor donde es explícita e implícitamente vinculable a los acontecimientos. Analógicamente el conocimiento por sí mismo, origen de toda ciencia, también se vincula con la trayectoria social y política de la humanidad y lo que no es propiamente humanidad.

Los capítulos históricos en el ámbito económico industrial, así como la evolución del conocimiento científico en sus variantes ramas disciplinarias, han determinado también episodios donde es visiblemente, gracias a la trayectoria documental de la historia, que la ciencia y el conocimiento en general, vista como el origen del “todo” así como en su representación particularmente económica, social y política; mientras se autogenera, también se autodestruye, el conocimiento genera sistemas ordenados de retroalimentación intelectual, pero en su fase de inflexión también representa, inventa o descubre el poder. El conocimiento y la ciencia también han dividido (*globalismo*, cap. 4), es también reflexivo pensar si en un sentido de autodepuración sistemática, el poder creado a partir del conocimiento es usado en sentido contrario. La economía toma en cuenta los ciclos dinámicos como una cuestión de transición, reacomodo y reconstitución de los factores. La destrucción creativa (Schumpeter), en donde a grandes rasgos explica el deterioro de un sistema como un comportamiento “natural” para dar paso a una nueva era, caracterizada por la evolución. En conclusión, en un ciclo no hay sentido contrario o correcto, solo un sistema en constante movimiento. Esta idea denota el contraste para conducirse hacia un punto quizá intuitivo, específicamente la ciencia como manifestación ideológica de la encapsulación del conocimiento como motivación, aquí hacemos un margen para discutir el debate más abstracto de este escrito ¿las crisis mundiales son un episodio de la malformación del primer invento que es la asociación? ¿Las crisis son un factor de hecho ordenado en un sistema que trasciende y que necesita depuración? Estas ideas no

representan el punto ni la ruta hacia donde pretende dirigirse este trabajo, pero tomarlo en cuenta hace visible tanto la interacción como la modificación dinámica de cada factor que ha emanado del conocimiento científico y administrativo de que se sirve el ser humano para comprender su entorno físico y social en el concepto epistemológico (la profundización del conocimiento creativo).

Dedicar un breve repaso a la historia desde el punto de vista crítico no radica en desviar nuestra atención de lo realmente relevante en este capítulo, que es el poder de transformación de las ideas y pensamientos expresados en la generación y renovación cíclica de la ciencia para el desarrollo del conocimiento útil. Como se propuso, el debate de representar los eventos catastróficos de nuestra historia no supone un punto de inflexión en nuestro análisis para reflexionar si el conocimiento surgido a partir de las crisis es legítimo o no; sin embargo debemos asegurar que el conocimiento y la ciencia dieron ventajas comparativas que, luego entonces, determinaron el reacomodo de las influencias geoespaciales, naturales y diplomáticas de cada factor ventajoso que la ciencia aportaba, por ejemplo, a los conflictos bélicos, permitía a los poseedores del conocimiento científico la diferencia en el terreno de batalla, la inteligencia es más determinante que la fuerza, y no sólo eso, la fuerza está en función de la inteligencia, desde el punto de vista de una capacidad logística por encima de una capacidad física. En este punto es preciso realizar un paréntesis para despejar una idea que sirve para ejemplificar la condición dominante, lo que Darwin expresa en su obra *El Origen De Las Especies* sobre la selección natural en relación a la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la supervivencia es una metáfora de “supervivencia del más apto” que significaba “mejor diseñado para el entorno inmediato” en un sentido diferente a expresar que es la superioridad física<sup>20</sup> la que determina la diferencia de capacidades. La idea radica más bien en una mayor integración, asociación y sincronización de todas las capacidades, tanto físicas como mentales.

En ese caso el conocimiento es una condición de ventaja que favorece trascender en el entorno inmediato, en ese sentido podemos relacionar también al conocimiento como un mecanismo de fuerzas, de poder que actúa en el entorno a favor del ente (individual o social) que mejor desarrolle esa capacidad para moldear, modelar y/o configurar sus capacidades para asegurarse la permanencia y dominio así como la influencia de la realidad.

---

<sup>20</sup> Rifkin, J. (2014). *La sociedad del costo marginal cero. El internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. España: Paidós.

### *El conocimiento como impulso económico*

“Mejorar las capacidades para generar conocimientos y transformarlos en riqueza”<sup>21</sup>

El progreso social nunca ha sido ajeno al progreso industrial y viceversa, la idea acorde a la definición planteada por Carlos Sánchez y Humberto Ríos es conectar cada factor que representa la superestructura social y natural para crear sinergia entre cada componente hasta convertirlo en un ciclo de retroalimentación constante y efectiva utilizando la plataforma tecnológica a nuestro favor y a nuestro alcance para acelerar el proceso en que el conocimiento se vuelve el factor común que represente la piedra angular para sostener el crecimiento y desarrollo económico.

La base en donde todo este mecanismo cíclico ocurre, es un intercambio favorable entre conocimiento, inversión, innovación, capacitación y entrenamiento para que a su vez el conocimiento tenga fuerza para reproducirse y sea el impulso económico, el cual, con el modelo actual y formal, la desigualdad representa un bache para el crecimiento y el desarrollo. La propuesta es cubrir y rellenar ese bache con una plataforma de conocimiento que involucre todo el sistema, es decir que, para transitar hacia un modelo económico próspero y con calidad de vida para la sociedad, debemos empezar a reformar el sistema por el cual cada individuo adquiere conocimiento útil para transformar su valor y facilitar su interacción con el entorno. Evidentemente el sector de la educación desde el nivel básico debe reconstituirse, desde las edades tempranas incentivar la observación acorde a las realidades que exigen la actualización constante en donde la creación, la invención, y el análisis abstracto de los procesos naturales debe ser un eje primordial. Una orientación que promueva a las nuevas generaciones desde sus primeros pasos intelectuales poder diferenciar cada capa, cada etapa del proceso cognitivo, junto a un proceso de construcción lógica a partir de las matemáticas para la concepción de ideas respecto del pensamiento convergente, y al mismo tiempo un proceso de construcción creativa propia del pensamiento divergente. Nunca es tarde si en el planeta sigue habiendo nuevas generaciones, sin embargo el cambio hacia una visión económica dinamizada por el conocimiento debe empezar inmediatamente.

---

<sup>21</sup> Sánchez, C. & Ríos, H., (2011). *La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México*. Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 8(2),43-60.[fecha de Consulta 25 de Abril de 2020]. ISSN: 1690-7515. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=823/82319126004>

## 2.1 Economía colaborativa y PENTAHÉLICE: Ciclo dinámico entre Sociedad, Academia, Industria, Gobierno y Medio Ambiente.

### PENTAHÉLICE.

Desde las organizaciones individuales hasta las colectivas, dadas las condiciones y evidencias actuales acerca del avance científico-tecnológico y medio ambiental, es una tarea fundamental construir nuevos arquetipos tomando en cuenta la pentahélice que promueve “El núcleo mismo del carácter teórico que utilizamos en este análisis; que está constituido por el axioma de que la ciencia y la tecnología son variables pertenecientes a una compleja matriz en la que existen otras variables de diverso carácter: ecológico, económico, social, político, ideológico, etc.”<sup>22</sup> Miguel Cazadero continúa describiendo que “puede afirmarse que cada revolución industrial está constituida, a su vez, por revoluciones en el capital [industrial e intelectual], el trabajo [sociedad], el Estado [gobierno] y la energía [medio ambiente]”<sup>23</sup> completando el conjunto descrito en el diagrama 1.

---

<sup>22</sup> Cazadero, M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. México: Fondo de Cultura Económica pp. 17

<sup>23</sup> *Ibid.*

## 2.2 Representación de la Innovación 4.0 en la PENTAHÉLICE



Diagrama 1.- PENTAHÉLICE. Fuente: CONACyT

El diagrama 1 es una iniciativa conjunta para fomentar la investigación interdisciplinaria y multidisciplinaria -integración horizontal- en capacidades tecnológicas innovadoras y potencialmente disruptivas que buscan impulsar la investigación y el desarrollo de la próxima generación de herramientas avanzadas de la ciencia y la inventiva industrial. Ofrece un enfoque en la investigación sobre el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías basadas en avances de las ciencias de frontera (ciencia que se halla fuera del marco formal actual), la prospectiva productiva, el espectro organizacional administrativo-normativo, matrices de energía/comunicación/logística, ingeniería fundamental –infraestructura- física y/o virtual. Y en general de la identificación clara de los desafíos presentes y futuros –corto, mediano y largo plazo- de

la prospectiva estratégica (pensamiento futuro) del desarrollo en todas las instancias estatales, extractos sociales, recursos ambientales y disciplinas científicas para crear una serie de nuevos paradigmas hacia generar habilidades y posibilidades conjuntas y colaborativas para identificar desafíos apropiados de I+D en la nueva plataforma tecnológica para el diseño, transferencia y maximización de factores innovadores productivos enfocados al desempeño industrial vanguardista.

### 2.3 Beneficios en los factores de la PENTAHÉLICE. Un marco de perspectiva colaborativa.

La colaboración entre los distintos niveles de la pentahélice radica en una sinergia constante, en donde cada factor genera su propio conocimiento, el cual es explorado y explotado en conjunto para llevar a la economía en un solo sentido sincronizado con él. Manuel cazadero nos ofrece una aproximación a la idea fundamental que pretende proponer este capítulo, se suscribe que: “Cada conjunto está constituido por una serie de elementos vinculados entre sí de manera que cualquier alteración en uno de ellos implica la generación de una tendencia a modificar los demás para mantener la congruencia del todo, conservando su funcionalidad.”<sup>24</sup> El ciclo dinámico de la pentahélice propone las relaciones sociales que se desenvuelven en el ecosistema natural, la provisión de satisfactores desde el aparato productivo, por las instituciones reguladoras en que se materializa el poder político y por la ideología racional proveniente de la estructura académica (*Ibid*).

El papel colaborativo de la industria es el de promover y hacer llegar los recursos monetarios en forma de inversión, si la generación de conocimiento se logra de manera efectiva, la utilización de recursos financieros podrá asegurar un retorno de mediano a largo plazo, dependiendo del grado de asimilación tecnológica, y del grado de especialización científica para crear y explotar la nueva plataforma tecnológica de utilización industrial, el ciclo es visible, la industria aporta inversión en capacitación científica de alto rendimiento por medio de la academia, y por su parte en un mecanismo de retroalimentación y reproducción de conocimiento en donde la academia aporta el recurso intelectual y la industria los medios necesarios para generar valor en las ideas innovadoras resultantes del avance científico.

La sociedad entra en acción, la difusión entre sus integrantes de ética y valores orientados a concientizar acerca del desempeño académico y el compromiso por avanzar en una sola dirección; eso se logra difundiendo dentro de la sociedad incentivos que el Estado debe encargarse de provisionar, como

---

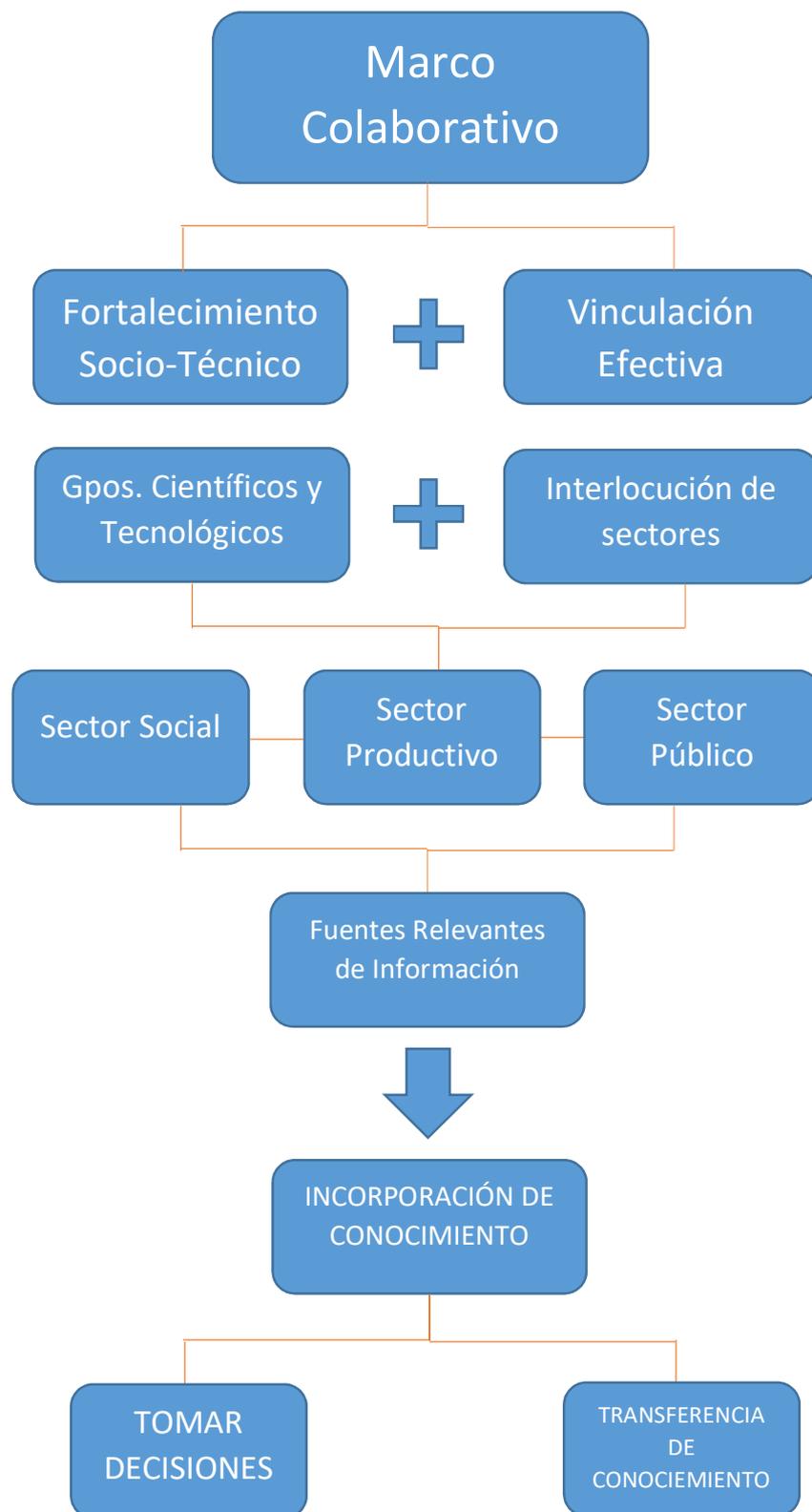
<sup>24</sup> Cazadero, M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. México: Fondo de Cultura Económica pp. 36

seguridad, movilidad, salubridad, infraestructura educativa, en donde la industria puede aportar contenido científico, así como aprovechamiento de talentos y medios necesarios para desarrollar las ideas valiosas. El cuidado del medio ambiente completa el ciclo dinámico de retroalimentación colaborativa, todos los anteriores factores deben propiciar una reproducción efectiva de los servicios medioambientales de donde emana el equilibrio, una concientización profunda dirigida a las empresas y su huella de carbono, de tal manera que se incentive la economía circular producto de la transformación energética en trabajo útil y productos, la sociedad en una concientización a partir de la importancia del cuidado medioambiental con respecto del manejo de residuos y desechos, la academia en la clasificación de los biomas y los procesos en los cuales es posible su regeneración y conservación, el Estado resguardando los recursos.

Como lo muestra el esquema 1, la innovación tecnológica representa un marco colaborativo, el cual contiene todos los factores interactuando entre sí para asegurar la reproducción y tránsito del conocimiento en una organización horizontal, en donde cada factor es responsable de aportar dinamismo a todo el conjunto, pero a su vez capaz de operar por sí mismo.

El marco colaborativo está compuesto por la vinculación social en dos grupos orientados en dos mecanismos: el fortalecimiento socio-técnico, es decir, la capacidad de la sociedad para adquirir conocimiento intelectual de alto rendimiento que a su vez converge en grupos de rigor científicos de producción tecnológica, en los cuales se debe formalizar canales efectivos de comunicación e interlocución para formar una vinculación efectiva, dicho mecanismo de comunicación efectiva orienta a los demás grupos sociales a involucrarse dado que el acceso a la información comprende un flujo constante. En segundo lugar, el sector productivo, en donde se genera el valor, aporta en el sistema información necesaria para entender las necesidades que rigen el mercado. El sector público, como ya se ha mencionado, aporta el gasto en infraestructura así como su resguardo y mantenimiento para sustentar la transformación hacia un marco colaborativo.

La información residual que se genera en cada uno de los factores de la integración horizontal permite la incorporación del conocimiento acorde con las necesidades de cada sector, industrial y público (Estado) para tomar decisiones o, en el caso de la sociedad y la academia, para transferir el conocimiento.



Mapa 1. Marco Colaborativo.

## Capítulo 3.

### Aprovechamiento Tecnológico: Presentación del Caso de Estudio “Aplicación de un Algoritmo para la Asignación de Órganos” Formulado en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) UNAM

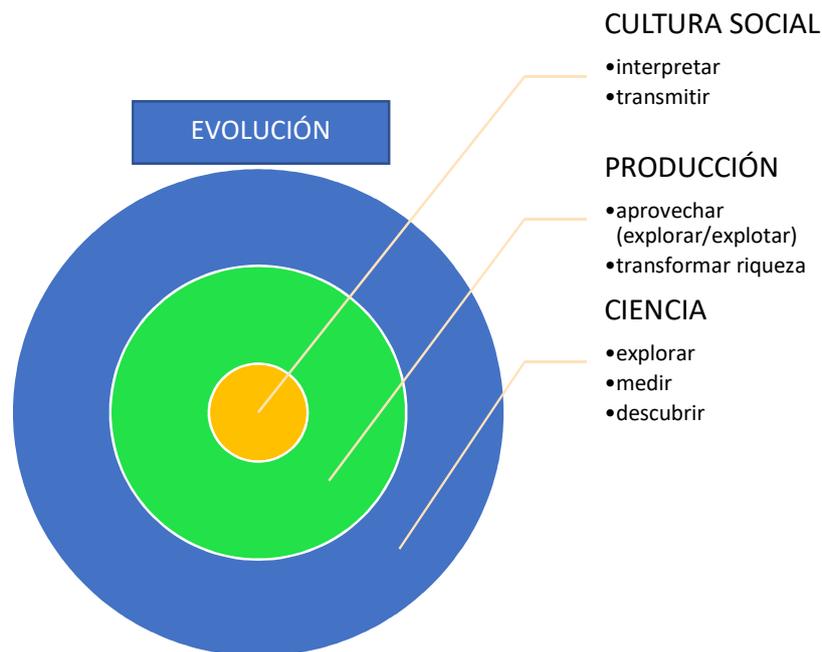
Este capítulo se orienta hacia el esquema de transformación que por supuesto establece una evolución de paradigmas; es decir, la transformación en los modelos que se ajustan cuando todas aquellas relaciones de explotación, producción, provisión y recaudación sufren conversiones cualitativas y cuantitativas desde la disrupción en la plataforma tecnológica, una renovación radical.

Un elemento central de partida es ¿Dónde?, ¿cómo? y ¿por qué? se da dicha renovación radical.

Como ya hemos analizado en el primer capítulo las civilizaciones primitivas representaron su entorno manifestándose con sus herramientas, salta a la vista la extensa riqueza cultural que nos ayuda a diferenciar y clasificar cada una de las sociedades que se convirtieron en el arquetipo intelectual, cultural, social, político, científico, así como del sector productivo. Aquí es primordial identificar al concepto de tecnología como el conjunto de herramientas y/o técnicas útiles para transformar el entorno, así como manifestar el conocimiento y/o creencias a partir de interpretaciones intelectuales sobre la comprensión de ese entorno (procesamiento de datos).

#### 3.1 ¿Cómo impacta la revolución 4.0 en la sociedad, en la ciencia, en el mundo y la evolución?

La renovación radical se da donde las herramientas logran acelerar la asimilación del entorno desde el punto de vista cultural y social para ser interpretado y transmitido. Desde el punto de vista productivo, las herramientas son disruptivas cuando logran aprovechar (explorar/explotar) y transformar de manera más eficiente los recursos para crear nuevo valor y nuevas formas de crear y administrar riqueza. Desde el punto de vista científico las herramientas también son destinadas a visualizar, explorar y medir, con el fin del descubrimiento. Desde el punto de vista evolutivo, las herramientas más bien son causas y efectos del concepto de transición, es decir que la evolución se da cuando el conjunto de herramientas y técnicas conducen al progreso de una nueva era que tiene el rasgo de ser identificable y razonable, medible con respecto del pasado para ser diferenciada.



Esquema 2. Elaboración propia. Aprovechamiento tecnológico

La circunferencia superior del esquema 2 denota la cobertura científica como herramienta de la evolución orientada a la aplicación tecnológica en la transformación productiva sobre el núcleo cultural de la sociedad. En el capítulo 3 el perfil multidisciplinario y la combinación de habilidades identifica la evolución de los procesos mediante los cuales la obtención de nuevas herramientas tanto intelectuales como técnicas constituye un punto de inicio para representar la obtención de resultados directos hacia la resolución de problemáticas con un enfoque que busca obtener la mayor eficiencia, en ese sentido identificamos y diferenciamos la herramienta que describe esta nueva era sobre una base colaborativa que fue puesta en marcha en nuestro país, específicamente en el Centro de Ciencias de la Complejidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (C3 UNAM). Para ello se representa al algoritmo como principal mecanismo de transformación, aquí la pregunta es ¿Cómo funciona y cuál es la base de esta nueva herramienta llamada algoritmo?

### 3.2 Definición de Algoritmo.

En primer lugar, un algoritmo es un lenguaje, recordemos que el capítulo 2 expresa que el lenguaje representa, quizá, el arquetipo de evolución, así como representa nuestra primera herramienta para la construcción de nuestro conocimiento y de la sociedad misma.

Los algoritmos son un conjunto lógico para solucionar un problema en una secuencia ordenada para describir pasos, una manera abstracta de reducir un problema hacia su solución. Dichos pasos deben ser suficientemente detallados para ser procesados por el cerebro del computador, es decir, el llamado *procesador*. Dicha herramienta (el procesador) mediante la información detallada por el programador (el humano [el técnico]) realiza una automatización de los procedimientos para llevar a cabo una instrucción asignada, cualquiera que esta sea, pues la herramienta algoritmo es tan flexible como flexible sea la interpretación del programador sobre el entorno, su modelación, operación, construcción y resolución.<sup>25</sup>

Dada la definición anterior se puede inferir que el algoritmo es una herramienta que se desarrolla entre dos enfoques:

1.- El de la comunicación, –el lenguaje-, entendido como un conjunto de reglas gramaticales construidas a partir de un razonamiento interpretativo y lógico sobre lo que se desea expresar, la base del lenguaje es la codificación de combinaciones infinitas de símbolos que al mismo tiempo -visto desde un orden geométrico- son un poliedro reducido a 27 letras (el que contiene el alfabeto romano moderno por ejemplo [existen también muchas otras formas de alfabeto]), es decir, con 27 símbolos los humanos somos capaces de construir todas nuestras formas de comunicación, por supuesto esto no se reduce a una sola forma dado que el lenguaje también está en función de otros métodos, sonidos, movimientos, expresiones particulares, etc. Lo cual añade más complejidad al puro ejercicio de comunicarnos.

2.- El conjunto de habilidades de la disciplina en *Ciencia de Datos* (Data Science), que se desempeña en la base de la nueva plataforma tecnológica, así como en la construcción del lenguaje próximo en desarrollo para crear el vínculo cada vez más fluido y eficiente con el sistema digital, es decir, una *interfaz*, un intercambio de datos entre los aparatos y los individuos para crear un canal de comunicación/aprendizaje recíproco y colaborativo.

---

<sup>25</sup> Manzano, G., Montesano, R., Zúñiga, L., (2017). *Análisis, Diseño e Implantación de Algoritmos*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO: Facultad de Contaduría y Administración.

La Ciencia de Datos es "un concepto para unificar estadísticas, análisis de datos, aprendizaje automático, y sus métodos relacionados, a efectos de comprender y analizar los fenómenos reales"<sup>26</sup>

Directamente se puede inferir que los datos son la sustancia principal del cambio de paradigma, su carácter multidisciplinario, al contemplar una instrucción matemática, estadística, programación; así como métodos científicos, procesos y sistemas, denotan su carácter de una distribución intelectual de tipo horizontal para extraer conocimiento o mejorar el rendimiento de los datos, para diferenciar los campos de análisis y su conducción a desarrollar el aprendizaje automático y la analítica predictiva.<sup>27</sup>

En los últimos años, en el desarrollo de los algoritmos han intervenido disciplinas científicas con alto rigor en conocimiento e interpretación de la dimensión numérica, es decir, científicos e intelectuales que describen comportamientos naturales y universales, así como sociales, convirtiendo lenguaje (palabras) a números y viceversa. Lo cual nos lleva al siguiente desarrollo: el *Machine Learning*.

“Machine learning es una forma de la IA que permite a un sistema aprender de los datos en lugar de aprender mediante la programación explícita, conforme el algoritmo ingiere datos de entrenamiento, es posible producir modelos más precisos basados en datos. Después del entrenamiento, al proporcionar un modelo con una entrada, se le dará una salida. Por ejemplo, un algoritmo predictivo creará un modelo predictivo. A continuación, cuando proporcione el modelo predictivo con datos, recibirá un pronóstico basado en los datos que entrenaron al modelo.”<sup>28</sup>

A grandes rasgos el algoritmo procesa información sistémica (de ahí su carácter flexible) y/o local es decir, sobre un problema en particular como la asignación de órganos en la localidad de la disciplina médica. El cuál es el objeto de estudio de esta tesis. La capacidad de aprendizaje está en función, cómo lo define; Manzano (*et. Al*), sobre la interpretación lógica convertida en lenguaje, que posteriormente se expresará en caracteres numéricos que representen a los datos.

Una definición propia construida a partir de las anteriores, es qué un algoritmo es un sistema para analizar datos representados de forma numérica, que toma como input una matriz de valores donde cada número

---

<sup>26</sup> Hayashi,C (1998).*Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization* (en inglés). Springer Japan. pp.40-51.ISBN9784431702085.doi:10.1007/978-4-431-65950-1\_3. Consultado el 27 de enero del 2020. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia\\_de\\_datos#cite\\_note-2](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia_de_datos#cite_note-2)

<sup>27</sup>Liu, A., (17 de septiembre de 2015).*Data Science and Data Scientist*(en inglés). Consultado el 27 de enero de 2021. Disponible en: <http://www.researchmethods.org/DataScienceDataScientists.pdf>

<sup>28</sup> Definición de “*Machine Learning*”, Consultado en 27 de enero del 2021,. Disponible en: <https://www.ibm.com/mx-es/analytics/machine-learning>

representa símbolos, categorías, acciones y reacciones cualitativas para su conversión en expresiones cuantitativas, a partir de la cual se construya una respuesta lógica, un output.

### 3.3 “Aplicación de un Algoritmo para la Asignación de Órganos” Formulado en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) UNAM

- 3.3.1 Motivación del trabajo

Este trabajo parte de focalizar un problema real con dimensiones complejas y poner a disposición metodologías acordes a los cambios correspondientes al nuevo paradigma de transformación científica aplicada a resolver procedimientos para aportar soluciones prácticas a la eficiencia. Partiendo del concepto de eficiencia, el tiempo es un factor sumamente importante, define la productividad de los recursos involucrados, de las pruebas, implementaciones y análisis para encontrar la mejor solución a partir de recursos escasos y conseguir la mejor toma de decisiones.

En los servicios médicos, donde el tiempo de reacción es prioridad, se están orientando los esfuerzos tecnológicos vanguardistas para optimizar los procedimientos y ofrecer a la sociedad mecanismos que convengan para mejorar el servicio y con ello asegurar el tratamiento y conservación de la salud. La tecnología computacional orientada y aplicada a resolver decisiones médicas y en general a asegurar una esperanza de vida más longeva, tiene buenos pronósticos para el futuro, así como en los efectos económicos que conlleva dicha operación y optimización de procedimientos y asignaciones, así como en detecciones tempranas de padecimientos crónicos y degenerativos.

Es por ello que la introducción tecnológica en las ciencias médicas vinculan una gran cantidad de disciplinas científicas, incentivando así la reconversión de una ciencia más integrada y complementaria, multifactorial, inter y multidisciplinaria debido a una tendencia de integración colaborativa entre las distintas disciplinas intelectuales, sociales, económicas y políticas –en el sentido regulatorio-.

Las tecnologías informáticas disruptivas en áreas médicas son necesariamente exigentes dado que el factor de error es intolerable por tratarse de la salud, cualquier mínimo error o pérdida de tiempo puede llevar a consecuencias fatales, por ello la efectividad, la productividad y eficiencia debe estimarse estrictamente precisa, lo cual se traduce en un alto grado de conocimiento aplicado, pericia científica de estándares avanzados; iniciando por la ciencia de datos, ciencias computacionales, programación, modelación de algoritmos y sus derivados.

- 3.3.2 Trayectoria del trabajo

El presente trabajo parte de una experiencia profesional que se llevó a cabo en el 2015 para desarrollar un Sistema de Asignación Renal para el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Dicho sistema corresponde a una necesidad concreta e identificada: atender con mayor eficiencia la implementación metodológica de asignación de órganos, en principio (2015) enfocado a la enfermedad renal crónica (ERC). En aquel entonces la mencionada metodología no estaba implementada en México, en ese sentido, el trabajo llevado a cabo resultó ser pionero en el país, previamente al trabajo, la metodología de asignación se administraba y operaba únicamente con hojas de cálculo. Mediante la observación de la problemática adyacente a la ERC se identificó la necesidad de resolver las incompatibilidades entre donadores y receptores, este factor llevo a los especialistas involucrados a encontrar un nuevo mecanismo para optimizar el procedimiento, enfrentar el problema requería proporcionar y orientar una nueva metodología la cual comprenden: método cruzado, dominó y asignación por registro en espera (las cuales se describirán y desarrollarán más adelante).

En consecuencia se configuró el equipo compuesto de un grupo de médicos especializados en trasplantes renales, y un equipo especialista en informática compuesto por el Dr. en ciencias (computación) Javier García García como tutor del proyecto y José Angel Bautista Ruiz cumpliendo el rol de analista e ingeniero de software, Las actividades realizadas por el equipo de informática fue el de levantar requerimientos, desarrollar la base de datos (análisis, diseño e implementación), desarrollo web, seguimiento de pruebas y errores, programación de las soluciones, documentación y capacitación a los usuarios finales en el uso del software.<sup>29</sup>

Este primer trabajo (de un conjunto de tres) -que posteriormente se fuera desarrollando para atender más asignaciones de órganos-, describe las soluciones que se llevó a cabo con los métodos cruzado, dominó y registro en espera; es importante reconocer la importante labor realizada pues es la demostración real en donde principalmente dos disciplinas científicas trabajaron en conjunto con un objetivo en particular, objetivo al que posteriormente se sumaron más instituciones para aportar y colaborar en el desarrollo e implementación del software para poder enfrentar un problema de salud como es el trasplante de órganos.

---

<sup>29</sup> Bautista Ruíz, J.A. Reporte de Trabajo Profesional. (2015) Sistema de Asignación Renal para el Instituto de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Facultad de Ciencias UNAM.

Para elaborar los siguientes párrafos de este escrito se toma en cuenta el primer trabajo presentado por José Angel Bautista Ruíz bajo la observación y tutoría del Dr. en Ciencias (computación) Javier García García, el cual da su autorización para citar el Reporte de Trabajo Profesional: Sistema de Asignación Renal para el Instituto de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Formulado en la Facultad de Ciencias UNAM.

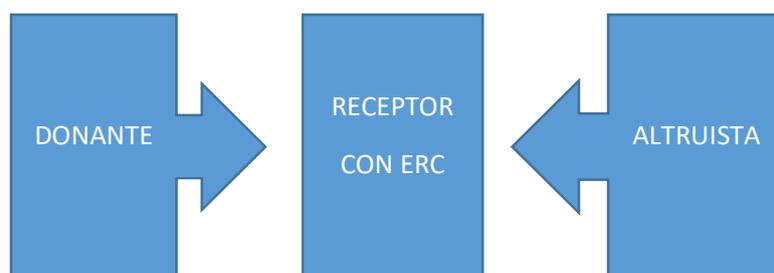
- 3.3.3 Generalidad

Principalmente el sistema está enfocado a la implementación de métodos como el trasplante cruzado o dominó, estos métodos determinan la compatibilidad sanguínea por grupo, es decir: Donante/Receptor.

El sistema representa redes de colaboración entre pacientes (donadores/receptores) y médicos para la creación de nuevas formas de tratamientos enfocados a pacientes con Enfermedades Renales Crónicas (ERC).

El sistema de colaboración a su vez está representado por la necesidad de implementar metodológicamente operaciones de asignación que aprovechen el máximo de efectividad entre las relaciones de donantes con receptores. Estos métodos son:

- La automatización de asignaciones de órganos (Riñones).
- Asignación por método cruzado o dominó.



Esquema 3. Elaboración propia. Asignación de órganos.

Este método se refiere a asignar relaciones y asociación de pacientes con ERC a los que por compatibilidad siguen en listas de espera y donantes altruistas (buen samaritano), los cuales donan el órgano sin un receptor con el que comparten relaciones previas.

Ahora es preciso definir cualitativamente cada componente y variable que converge en el sistema:

- Receptor: Todo aquel paciente con ERC que requiere un trasplante de riñón, hay dos categorías:

Receptor en Registro de Espera: Forma parte de una lista que está en espera de ser trasplantado por un donador fallecido.

Receptor en cruzado o dominó: Tiene una pareja para participar en este método pero quizá cabe la posibilidad de que esta pareja sea incompatible por grupo sanguíneo.

- Donante: Se clasifican en:

Donante Fallecido: Se genera a partir de pacientes que han sufrido muerte cerebral.

Donante Cruzado o Dominó: Es la pareja de un receptor en cruzado o dominó, y que es incompatible con su receptor.

Donante Altruista: Es una persona que está dispuesta a donar su riñón con motivo de crear un dominó o simplemente donar a alguien en lista de espera.

- Variables del Sistema (criterios de compatibilidad Médica)

**Antígenos Leucocitarios Humanos (HLA), existen dos tipos:**

Clase 1.- A, B, C

Clase 2.- DP, DQ, DR

Los HLA de la clase 1.- A y B, y de la clase 2.- DR, tienen mayor correlación para determinar la compatibilidad y el éxito o rechazo del trasplante.

**Anticuerpos Donante Específico (ADE):** El anticuerpo es una proteína presente en el suero que puede perjudicar a las células donantes perjudicando el HLA. Este factor determina a su vez la óptima recepción fisiológica del órgano, o su rechazo. Cada anticuerpo tiene una fluorescencia que se expresa en unidades MFI (Mean Fluorescence Intensity), fluorescencias mayores a 5,000 determina prueba cruzada positiva: no se puede trasplantar.

**Panel de Anticuerpos Reactivos (PRA):** Los PRA en niveles altos incrementan la probabilidad de una prueba cruzada positiva, lo que quiere decir que no se puede trasplantar. Esta variable se mide en el receptor, esto representa una proporción de la población a la que el receptor atacará con sus anticuerpos.

Esto quiere decir que, si un paciente con un nivel PRA de 70%, 70 de cada 100 donantes no son compatibles.

### Grupo Sanguíneo del Receptor y Donante:

Hay cuatro tipos de sangre A, B, AB y O y las compatibilidades quedan de la siguiente manera expresados en la siguiente tabla 1 elaborada por el que suscribe el reporte de trabajo profesional José Angel Bautista como producto de su experiencia e interacción con el equipo médico:

C = compatible, I= incompatible

Tabla 1 de gpo. Sanguíneo

Recetor/Donante	A	B	AB	O
A	C	I	I	C
B	I	C	I	C
AB	C	C	C	C
O	I	I	I	C

El grupo sanguíneo es una variable sumamente importante dado que es una de los principales filtros que determinan la compatibilidad entre donadores/receptores, junto con el panel de anticuerpos donador específico (ADE) y los antígenos leucocitarios humanos (HLA).

Otras variables que son relevantes para asegurar el mejor resultado de compatibilidad y la eficiencia del trasplante son:

**Sexo:** dado que un riñón proveniente de un donante masculino es más óptimo para un receptor femenino, donante femenino con receptor femenino es un efecto neutral, donante femenino con receptor masculino representa un problema de acoplamiento efectivo dado que el riñón masculino es más grande en dimensión que el femenino, en ese sentido, la importancia radica en que el órgano cumpla con sus funciones de manera precisa; un riñón femenino en un receptor masculino tendrá un déficit de funcionamiento dado el tamaño.

**Edad:** Se espera que la diferencia de edades entre donador/receptor sea la mínima, dado el tiempo de vida del órgano.

Otras variables a tomar en cuenta sólo en Receptores en Registro de Espera (RE) son:

- El tiempo en registro de espera del receptor.
- El tiempo transcurrido de tratamiento por diálisis del receptor.
- Acceso vascular para hemodiálisis (acceso venoso).

### 3.4 Definiciones Operativas del sistema

- **3.4.1 Asignación Cruzada:**

Pareja receptor/donante ida y vuelta. Son pacientes con un potencial donante, pero que es incompatible por grupo sanguíneo o prueba cruzada positiva. Cuando se encuentran dos parejas compatibles se hacen las pruebas cruzadas para confirmar compatibilidad, si estas pruebas resultan negativas se procede con la calendarización para el trasplante. El problema es que muchas veces sólo hay idas y no se generan cruzados, es decir, muchas veces no hay compatibilidades. En ese sentido, la optimización del método cruzado radica en sólo dos terminales:

Cruzado Positivo = no compatible.

Cruzado Negativo = compatible.

- **3.4.2 Asignación por el Método Dominó:**

Este método es una extensión y complemento para el método cruzado. Además del conjunto receptor/donante incompatibles, existe otro actor que es el donante altruista, en donde da su riñón a un receptor compatible del conjunto de parejas, después el donante de ese receptor le da su riñón a otro receptor y se repite el proceso, haciendo que la cadena tenga distintas variantes a pesar de tener pocas parejas y los trasplantes no tienen que relocalizarse de manera simultánea. Este método sirve para desarrollar una aplicación que pudiera asignar parejas no compatibles con otras que sí lo fueran utilizando el método cruzado y domino. Los métodos de asignación cruzados y domino comparten las mismas variables además de los porcentajes sobre ellas debido a que se busca que tengan la mayor equidad entre ellas, primero se examina

- Grupo Sanguíneo.
- ADE: estar por debajo de la fluorescencia permitida que es 5,000 unidades.

### 3.5 Descripción Operativa del algoritmo (CHAINSCYCLES)

Una vez que se tiene prueba cruzada negativa a partir de los dos primeros filtros: grupo sanguíneo y fluorescencia de anticuerpos  $< 5,000$ , se procede con la evaluación de las variables en las operaciones que a continuación se especifican:

**Operación 1:** Compatibilidad del grupo sanguíneo (receptor/donador)

True= compatible, false= no compatible

**Operación 2:** Fluorescencia mínima (receptor/donador)

Compara los anticuerpos del receptor con los HLA del donante, True =  $< 5,000$ ,

False=  $> 5,000$

**Operación 3:** Puntaje Fluorescencia

Puntaje generado entre el receptor y el donante en cuanto a fluorescencia de los ADEs

**Operación 4:** Puntaje por antígenos

Puntaje generado entre el receptor y el donante en cuanto a los antígenos compartidos

**Operación 5:** Puntaje de edad

Puntaje generado entre el receptor y el donante en cuanto a diferencia de edades

**Operación 6:** Puntaje por grupo sanguíneo

Regresa el puntaje generado entre receptor y donante en cuanto a grupo sanguíneo

**Operación 7:** Puntaje por sexo

Regresa el puntaje generado entre receptor y donante en cuanto a sexo.

- **3.5.1 Intercambio renal Cruzado**

**Operación 8:** Conjunto de parejas

Regresa lista de cruzados candidatos a trasplante, además regresa el porcentaje de compatibilidad total y la descripción de cómo se distribuyeron los porcentajes

- **3.5.2 Intercambio renal Dominó**

**Operación 9:** Donante altruista, parejas

Recibe un donante altruista y un conjunto de parejas de tamaño  $n$ , regresa una lista con los dominós (cadenas posibles), además regresa el porcentaje de compatibilidad total y la descripción de cómo se distribuyeron los porcentajes de manera detallada. Esta operación utiliza los ciclos del algoritmo cruzado y este a su vez se repite a lo más el número de parejas

- **3.5.3 Registro en Espera**

En este método el tiempo es el factor determinante en cuanto a la logística comparada con los dos métodos anteriores, con ello las variables de mayor relevancia son el tiempo de espera, tiempo en diálisis, y PRA

Fase 1

Al generarse un donante fallecido se consideran las siguientes variables para dar orden de compatibilidad:

- Tiempo en registro en espera.
- Tiempo en diálisis.
- Diferencia de edades.

**Operación 10:** Puntaje por tiempo en registro en espera (receptor).

Regresa el puntaje generado por el tiempo en registro de espera.

**Operación 11:** Puntaje por tiempo en diálisis (receptor).

Regresa el puntaje por tiempo en diálisis

**Operación 12:** Puntaje por diferencia de edades (receptor/donador)

Regresa el puntaje generado por la diferencia de edades.

## Fase 2

El injerto llega al instituto a los primeros 24 receptores que tengan la más alta compatibilidad después de ejecutar las operaciones de la fase 1, se hará la prueba cruzada con el donante y la prueba cruzada con los 24 receptores, se vuelve a ejecutar la compatibilidad pero ahora con las variables:

- HLA
- ADE

### **Operación 13:** Puntaje por HLA (receptor/donador)

Regresa el puntaje generado a partir de los antígenos compartidos entre donador y receptor.

### **Operación 14:** Puntaje por anticuerpos dirigidos (receptor/donador)

Regresa el puntaje generado a partir de los anticuerpos dirigidos de cada receptor contra el donante en turno.

## Fase 3

Ya se cuenta con los resultados de las pruebas cruzadas, se actualiza la lista de receptores con los resultados de las pruebas

Se ejecuta el último método considerando la variable

- PRA (panel de anticuerpos reactivos)

### **Operación 15:** (receptor)

Regresa el puntaje generado por el PRA del receptor

A continuación regresa a los receptores cuya prueba cruzada haya sido negativa y finalmente el médico escoge el receptor.

De manera que se estandariza la forma ordenada de las variables para el método cruzado y/o dominó y receptores en registro de espera (RE) de la siguiente manera para desarrollar el sistema de compatibilidades cómo lo muestra el cuadro 2, en donde podemos observar la relevancia de las variables en cada método de orden.

Receptor Cruzado o Dominó	Receptor en Registro de Espera (RE)
Grupo Sanguíneo	ADE
ADE	HLA
HLA	Edad
Sexo	PRA
Edad	Tiempo en RE
	Tiempo en diálisis

Cuadro 2. Contraste de Métodos

Salta a la vista la complejidad de cada método, cruzado y/o dominó en contraste (Cuadro 2) con el RE, nótese que las variables observadas implican una mayor velocidad de reacción para el método cruzado y dominó, aunado al sistema automatizado para procesar la información y arrojar outputs de manera ágil, los cuales se describirán a continuación. La aportación en conceptos médicos y su interpretación para cada operación denota, a su vez, la calidad del proceso de interacción entre dos ciencias como hemos ya abundado, ahora es primordial describir los procesos complejos que envuelven y dan cohesión a la optimización del sistema. Para ello nos valdremos de la valiosa aportación al estudio y formulación del modelo de comunicación, es decir, en qué parámetros y bajo qué conceptos las variables fluyen dentro de las capacidades tecnológicas que ofrece la ciencia de datos para resolver y dar poder de decisión allá donde sea necesario, pues cómo veremos posteriormente, las implicaciones son globales, sí este intelecto aplicado a sistemas es capaz de resolver un complejo desafío de salud, su potencial para ser adaptado a cualquier otro sector tiene pronósticos, no únicamente benéficos, sino con el poder de cambiar el paradigma y los arquetipos mediante los cuales interactúan factores productivos y sociales.

El siguiente estímulo al trabajo llevado a cabo por el Dr. Javier García, tutor de su equipo de colaboradores para desarrollar el sistema, lo complementa Alan Gutiérrez Ruiz que para obtener el grado de maestría en ciencia e ingeniería de la computación aporta la “Implementación Y Optimización Del Proceso Para Resolver El Problema De Asignación De Órganos Usando Programación Entera”.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Gutiérrez Ruiz, A. Tesis. (2016) Implementación Y Optimización Del Proceso Para Resolver El Problema De Asignación De Órganos Usando Programación Entera. Facultad de Ciencias UNAM.

### 3.6 Programación Lineal

En la rama del área de investigación de operaciones, se refiere a la optimización de asignación de recursos disponibles hacia actividades competentes, bajo una serie de restricciones impuestas por la naturaleza del problema.

En términos generales, la programación lineal se puede ver como una representación matemática que pretende encontrar la mejor asignación posible de los recursos disponibles utilizando exclusivamente modelos con funciones lineales. La función objetivo es una expresión que se pretende maximizar o minimizar. Existen variantes de programación lineal de acuerdo a las necesidades y características del desafío a resolver, se enuncian:

- Programación lineal entera mixta (MILP): Algunas variables están restringidas a ser números enteros mientras que otras no.
- Programación entera: sí todas las variables necesitan ser valores numéricos enteros
- Programación lineal 0 – 1: sí todas las variables necesitan ser 1 o 0

Alán Gutiérrez enuncia que un problema de la programación lineal a tomar en cuenta es que muchas veces “los casos en que se requiere que la solución óptima se componga únicamente de valores enteros para las variables, conlleva a un nuevo problema pues, muchas veces, la solución del programa lineal truncado está lejos de ser el óptimo entero” (A. Gutiérrez, 2016).

En este caso la asignación de órganos se puede resolver por el método simplex el cual se definirá a continuación.

### 3.7 Método SIMPLEX

Es un proceso iterativo que permite ir mejorando la solución en cada paso, de manera que vaya encontrando la forma de hacer eficiente el resultado en cada repetición o reiteración minimizando (según se requiera) el valor de la función objetivo.

Se puede ver como una forma ordenada de escanear vértices dado que el número de vértices es finito, siempre se hallara solución, en caso de existir.

**3.7.1 Proceso completo:** Trata de resolver el problema de encontrar la combinación óptima de ciclos y cadenas para trasplantes en un conjunto de donantes indirectos (S), parejas incompatibles (P) y receptores en lista de espera (T).

- Para cada vértice en S, el número de aristas de salida es a lo más uno → Para cada donante indirecto (S), el número de veces a donar es a lo más uno.
- Para cada vértice en P, el número de aristas que entran debe ser menor o igual al que salen → Para cada pareja incompatible (P) el número de veces que se recibe un órgano es a lo más el número de veces que se donan.
- Para cada vértice en P, el número de aristas es a lo más uno → Para cada pareja incompatible el número de veces a donar es a lo más uno.
- Para cada vértice en T, el número de aristas que entran es a lo más uno → Para cada receptor en lista de espera (T), el número de veces que se recibe un órgano es a lo más uno.
- El número máximo de salidas por parte de los vértices en S es  $q_2$  (cadenas permitidas) → Cada donante indirecto puede donar a lo más una vez, por lo tanto el número máximo de cadenas es a lo más  $q_2$ .
- En la bandera se indica con un 1 sí esa arista se toma en cuenta en la solución final y con un 0 en el caso contrario → en la bandera de indica con un 1 sí en la asignación renal se llevara a cabo el trasplante de órgano del donante  $i$  al receptor (paciente)  $j$ , 0 en caso contrario.
- La compatibilidad de los donantes/pacientes solo podrán ser representados por números reales positivos.

**3.7.2 Proceso Cruzado:** Trata de resolver el problema encontrando la combinación de ciclos para trasplantes entre un conjunto de parejas incompatibles. El proceso cruzado es análogo al anterior (proceso completo) la principal diferencia es el número de filas (rows) y columnas (cols).

### 3.8 CHAINSCYCLES

Con el análisis de las variables antes observadas, Chainscycles ordenará todas las posibilidades que se adapten al máximo posible para atender satisfactoriamente explotando todas las posibilidades adecuándolas a las necesidades concretas, y de las especificaciones de los donantes así como la de los receptores, ello implica una vinculación efectiva.

Desde el punto de vista técnico, tecnológico y económico:

*Maximización de Recursos = Maximo Arpovechamiento del Beneficio*

### 3.9 SYMPHONY

Es un solucionador de código abierto para programas lineales de enteros mixtos (MILP) escritos en C (lenguaje de programación). Se puede usar en cuatro modos principales diferentes:

- Como una biblioteca a través de la interfaz C nativa.
- Como solucionador interactivo utilizando una interfaz de línea de comandos.
- Como marco para crear solucionadores personalizados para clases de problemas específicos.
- Considera exclusivamente variables de decisión con respecto de valores numéricos enteros (rangos de 0 a 1) o binarios para resolver problemas de asignación y gestión de operaciones.

En el sistema médico los operadores del sistema se encargaran de capacitarse en su uso y familiarizarse con los parámetros asignados para que él algoritmo realice el proceso de programación completa para resolver y arrojar compatibilidades óptimas, es decir, el sistema de entrada comprende una serie de variables a introducir, con respecto de especificaciones sanguíneas y de anticuerpos, así como de edad, sexo, etc.

En consecuencia el sistema asignará los órganos a los receptores, un algoritmo para riñón, otro para corazón y así sucesivamente según se requiera.

### 3.10 SIATRE

Programa que obtiene los resultados de forma constructiva. Recurre al algoritmo *Búsqueda en anchura* como principal método para obtener una solución. Es un algoritmo de búsqueda sin información que expande y examina sistemáticamente todos los nodos de una gráfica para descubrir cada vértice alcanzable desde un nodo raíz, este algoritmo explorará todos los nodos en busca de adyacencias entre los nodos para poder establecer las cadenas de compatibilidad para dar solución al problema.

### 3.11 Igualdades entre SIATRE Y CHAINSCYCLES

- El programa SIATRE construye todas las cadenas posibles dado un conjunto de nodos, un listado de compatibilidad y un único donante indirecto.
- EL método SIMPLEX dentro del programa CHAINSCYCLES, revisa todas las combinaciones para formar cadenas, descartando repeticiones.

SIATRE, comparado con CHAINSCYCLES, no puede obtener más de una cadena, el módulo CHAINSCYCLES puede obtener más de una cadena, si es que existe más de un donador altruista, el SIATRE tampoco obtiene cruzados en una solución, por lo tanto comparado con el CHAINSCYCLES, SIATRE presenta limitaciones

El objetivo de CHAINSCYCLES es encontrar la máxima compatibilidad de cadenas y/o ciclos que involucren a donantes altruistas, parejas incompatibles y pacientes en lista de espera seleccionados.

- Cadenas: se puede seleccionar a donantes altruistas parejas incompatibles y pacientes en lista de espera.
- Ciclos.

Implementación módulo asignación de órganos.

Se puede seleccionar parejas incompatibles

- Cadenas y Ciclos  
Se puede seleccionar a donantes altruistas parejas incompatibles y pacientes en lista de espera. En donde CHAINSCYCLES nos mostrará la solución máxima de compatibilidad entre donante y receptor con respecto de su puntaje, en función, a su vez, de las variables seleccionadas.
- Arroja un primer PDF con información de cómo se asigna el puntaje a cada pareja.
- Arroja un segundo PDF con información más detallada de la solución desglosando, edad, gpo. Sanguíneo, ADE, HLA y la justificación del porqué de su puntaje.
- Arroja un tercer PDF la cadena que nos devuelve el módulo CHAINSCYCLES

El Módulo De Asignación de Órganos es:

- Optimiza procesos de donación.

- Automatiza la gestión, fiscalización y consulta de la actividad y procuración del trasplante de órganos y tejidos en ámbito nacional, apegados a la normativa presente, avance científico y tecnológico.
- Garantiza la justicia, transparencia y eficiencia de estas actividades.
- Utiliza tecnología actual.
- Se le pueden agregar más elementos siempre y cuando se respete la tecnología actual.

### 3.12 Integración del algoritmo CHAINSCYCLES al Módulo de Asignación de Órganos<sup>31</sup>

En la trayectoria del desarrollo del algoritmo fue adoptando mayores atribuciones, mediante el algoritmo Chainscycles, ahora los procedimientos médicos de trasplantes se permiten utilizar este sistema para expandir sus posibilidades al asegurar que Chainscycles es óptimo y tolerante en sus funciones para hacer el mejor orden y distribución de órganos a trasplantar, a este nivel, la aportación hecha por Adolfo Marín Arriaga (2018), contempla la aplicación de este sistema para hacer el procedimiento en distintos órganos atendiendo distintos padecimientos médicos para padecimientos que requieren de esta importante labor que es trasplantar y asegurar un estándar de vida digno para aquellas personas que desafortunadamente enfrentan el problema de sobrellevar una enfermedad como las que se enlistarán a continuación.

Es importante destacar que el desarrollo de este sistema fue posible gracias a la participación de instituciones de salud que aportaron un valioso conocimiento médico y técnico para hacer posible la generación de Chainscycles, como ya hemos apreciado, para el primer trabajo profesional realizado en referencia al trasplante renal fue auspiciado por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubiván, con las mejoras y el satisfactorio funcionamiento del sistema se involucró y posteriormente se llevó a cabo la integración del trabajo al Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes (SIRNT) para el Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA), y patrocinado por el Instituto Carlos Slim de la Salud.

---

<sup>31</sup> Marín Arriaga, A. Reporte de Trabajo Profesional. (2018) Módulo de Asignación de Órganos y su Integración al Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes (SIRNT).

Escenarios de diversificación de las operaciones del sistema:

- Trasplante Renal
- Trasplante Renal de Fallecido
- Trasplante Hepático
- Trasplante Cardíaco

**3.12.1 Trasplante Renal.**- Como ya se ha expuesto en este mismo capítulo y como primer acercamiento del algoritmo a resolver las ERC que necesitan trasplantes, las variables para conseguir la óptima operación y el aseguramiento del paciente, las pruebas deben ser satisfactorias para compatibilidades a partir de las variables ADE, HLA y grupo sanguíneo, dichas pruebas sabemos que servirán para determinar una prueba cruzada negativa (grupo sanguíneo compatible + fluorescencia de anticuerpos  $< 5,000$  unidades), o positiva en caso contrario. A esta prueba se le denomina *Compatibilidad Mínima*.

La suma de compatibilidades a partir de:

- Antígenos Leucocitarios Humanos (HLA)
- Anticuerpos Donante Específico (ADE)
- Edad
- Grupo Sanguíneo
- Sexo

Se le denomina *Compatibilidad Total*.

El trabajo simultáneo entre los institutos antes destacados y el equipo de especialistas en informática y computación llegó a la estandarización de cuadros y puntajes para determinar la compatibilidad. Estos son a continuación:

Variable	Puntaje
<b>HLA</b>	30
<b>ADE</b>	30
<b>Edad</b>	20
<b>Grupo Sanguíneo</b>	10
<b>Sexo</b>	10

Tabla 2: Generales de puntajes.

La tabla 2 muestra la ponderación de las variables a considerar como compatibilidad óptima, es importante destacar que los anticuerpos reflejan gran importancia para determinar una prueba cruzada en cualquiera de sus dos determinaciones, negativa o positiva.

A continuación se detallan con más rigor cada variable:

<b>Antígenos Compartidos (HLA)</b>	<b>Puntaje</b>
<b>6</b>	30
<b>3,4 ó 5</b>	15
<b>0,1 ó 2</b>	0

Tabla 3: Puntaje HLA

Cada donante y receptor tienen antígenos (tabla 3), estos se almacenan en dos cadenas, a su vez, cada cadena incluye seis antígenos, en dos clases.

- Clase 1: proteínas (antígenos) del tipo A, B y C,
- Clase 2: proteínas (antígenos) del tipo DP, DQ y DR

Los antígenos compartidos son el número de coincidencias en A, B y DR. Estos antígenos representan mayor correlación al momento para determinar la compatibilidad.

Número de Anticuerpos en Contra (ADE)	Puntaje
<b>0</b>	30
<b>1</b>	20
<b>Más de 1</b>	0

Tabla 4: Puntaje ADE

En esta prueba (tabla 4) se determina la fluorescencia de los anticuerpos en contra, esto quiere decir que cada receptor con sus dos cadenas de HLA, cada una de esas cadenas tiene fluorescencia, si las pruebas determinan fluorescencia  $< 5,000$  unidades, la prueba cruzada es negativa lo que quiere decir que es compatible para trasplantar, lo contrario cuando una fluorescencia  $> 5,000$  unidades.

Diferencia de Edad	Puntaje
<b>± 1 año</b>	20
<b>± 2 año</b>	18
<b>± 3 año</b>	16
<b>± 4 año</b>	14
<b>± 5 año</b>	12
<b>± 6 año</b>	10
<b>± 7 año</b>	8
<b>± 8 año</b>	6
<b>± 9 año</b>	4
<b>± 10 año</b>	2
<b>Más de 10 años</b>	1

Tabla 5: Puntaje rango de edad.

Como se mencionó con anticipación la tabla 5 muestra que el trasplante óptimo también es aquel donde los rangos de edades entre donadores y receptores es el mínimo posible para que haya consistencia en el tiempo de vida del órgano para el paciente.

Receptor/Donante	A	B	AB	O
<b>A</b>	10	0	0	6
<b>B</b>	0	10	0	6
<b>AB</b>	6	6	10	3
<b>O</b>	0	0	0	10

Tabla 6: Puntaje grupo sanguíneo

La tabla 6 muestra la combinación para el grupo sanguíneo para determinar el puntaje óptimo.

Receptor	Donador	Puntaje
<b>Femenino</b>	Masculino	10
<b>Femenino</b>	Femenino	6
<b>Masculino</b>	Masculino	6
<b>Masculino</b>	Femenino	3

Tabla 7: Puntaje grupo por sexo

En la tabla 7 se muestra la incidencia de compatibilidad óptima de acuerdo al sexo.

### 3.12.2 Trasplante Renal Proveniente de Fallecido

Adolfo Marín suscribe que este escenario es uno de los más importantes del Módulo de Asignación de Órganos. La importancia en este escenario es el de demostrar la capacidad de reacción que tiene el Chainscycles, a partir de que se genera la disponibilidad del órgano se debe buscar en un tiempo mínimo el receptor que pertenece al registro en espera (RE). La diferencia de compatibilidad de un donante vivo, radica en el tiempo en que se genera una donación de un donante fallecido y el momento en que se debe trasplantar dado que el tiempo de preservación está entre 18 y 36 hrs. Las variables a considerar son:

- Tiempo en registro en espera
- Tiempo en diálisis
- Puntaje Panel de Anticuerpos Reactivos (PRA)
- Puntaje de Antígenos Leucocitarios Humanos (HLA)

- Puntaje Anticuerpos Donante Especifico (ADE)
- Puntaje de edad
- Excepciones

Los puntajes determinados por el equipo médico con respecto a la compatibilidad en este escenario es el siguiente:

Variable	Puntaje
<b>Tiempo en Lista de Espera</b>	2 por cada año
<b>Tiempo en Diálisis</b>	1 por cada año
<b>PRA</b>	55
<b>HLA</b>	15
<b>ADE</b>	5
<b>Edad</b>	5
<b>Excepciones</b>	5 por cada una

Tabla 8: Puntaje Donante Fallecido

Tiempo del paciente en lista de espera (tabla 8): Se refiere a que el receptor recibe 2/365 puntos por cada día transcurrido a partir de la fecha de ingreso al programa de trasplantes.

Tiempo del paciente en diálisis: Se refiere a que el receptor recibe 1/365 puntos por cada día que lleva en diálisis.

(PRA)	Puntaje
<b>95 – 100</b>	55
<b>80 – 94</b>	25
<b>60 – 79</b>	7
<b>40 – 59</b>	5
<b>20 – 39</b>	2

Tabla 9: Puntaje (PRA)

Se les da mayor puntaje (tabla 9) a los pacientes más sensibilizados, dado que al tener menos probabilidad de tener prueba cruzada negativa con un porcentaje de PRA elevado, al darse el caso, se vuelve prioridad para que reciban el órgano.

<b>Antígenos Compartidos (HLA)</b>	<b>Puntaje</b>
<b>6</b>	15
<b>5</b>	10
<b>4</b>	8
<b>3</b>	6
<b>2</b>	4
<b>1</b>	2
<b>0</b>	0

Tabla 10: Puntaje (HLA) donante fallecido

<b>Anticuerpos</b>	<b>Puntaje</b>
<b>0 en contra</b>	5
<b>1 en contra (fluorescencia &lt; 5,000 unidades)</b>	3
<b>n en contra (fluorescencia &lt; 5,000 unidades)</b>	1
<b>n en contra (fluorescencia &gt; 5,000 unidades)</b>	0

Tabla 11: Puntaje (ADE) donante fallecido

<b>Diferencia de Edad</b>	<b>Puntaje</b>
<b>± 0 – 5 años</b>	5
<b>± 6 – 10 años</b>	3
<b>± 11 – 15 años</b>	2
<b>± 16 – 20 años</b>	1
<b>Más de 20 años</b>	0

Tabla 12: Puntaje edad donante fallecido

Puntaje de Excepciones: Con respecto de encontrar mayor compatibilidad tomando en consideración la mejor recepción del órgano a trasplantar.

Jóvenes / Añosos: Se le aumentara 5 puntos a aquellos pacientes que al igual que el donador tenga menos de 25 años de edad, de igual manera se le otorgaran 5 puntos para aquellos que coincidan en tener 60 años o más.

Ausencia de accesos vasculares: Esto quiere decir que no se puede llevar a cabo el procedimiento de conexión de venas y arterias para aumentar el flujo de sangre que permita una mejor terapia de hemodiálisis, lo que limita la posibilidad de realizar diálisis, en este caso se le aumentara 5 puntos a pacientes que presenten esta condición.

Donador vivo de riñón previo: Sí el paciente fue donador de riñón se le otorgará 5 puntos.

### 3.12.3 Trasplante Hepático

Este escenario depende de la edad del paciente para designar su calidad en lista de espera

MELD o PELD

Modelo Para Enfermedad Hepática En Etapa Terminal (MELD por sus siglas en ingles)

Es una escala que va del 0 a 40 y es utilizada para conocer la condición del paciente, a medida que la escala se va desplazando ascendentemente más grave será la enfermedad hepática del paciente, y por lo tanto será priorizado.

La puntuación del MELD se calcula a partir de los valores séricos de bilirrubina, creatinina y el IRN para predecir la supervivencia del paciente (*A. Marín. 2018*).

$$\text{MELD} = 3.78 [\text{bilirrubina sérica (mg/dl)}] + 11.2 [\text{IRN}] + 9.57 [\text{creatinina sérica (mg/dl)}] + 6.43$$

Modelo Pediátrico Para Enfermedad Hepática En Estado Terminal (PELD por sus siglas en ingles)

Al igual que el MELD, la puntuación va del 0 a 40 y su función de medición es igual a la del MELD con la diferencia de que esta escala mide a pacientes pediátricos, es decir, personas menores de 16 años: La puntuación PELD se basa en la formula con los siguientes parámetros a valorar en la relación logarítmica que contempla: Edad, albuminemia, bilirrubinas en sangre, IRN y retraso ponderal.

$$\text{PELD} = 4.80 [\text{bilirrubina total (mg/dl)}] + 18.57 [\text{IRN}] - 6.87 [\text{albúmina g/dl}] + 0.436 (\text{si la edad es menor a 1 año al ingreso en lista de espera}).$$

En este caso el tiempo también es prioridad dado que el lapso de preservación va de las 12 hrs. hasta las 18 hrs. El grupo sanguíneo no necesariamente debe ser el mismo entre donante y receptor sin embargo se

da prioridad a pacientes con el mismo grupo sanguíneo. En este escenario se debe tomar en cuenta el tiempo en lista de espera, aquel paciente con mayor tiempo será prioridad.

#### 3.12.4 Trasplante Cardíaco

Se toma en consideración a pacientes con insuficiencia cardíaca o cardiopatía isquémica severa, estos pacientes necesitan obligadamente un trasplante cardíaco para tener expectativas de mejorar su salud. Los pacientes que ingresan a la lista de espera son valorados en una escala de prioridad funcional que indica la urgencia de trasplante de corazón, esta escala es: I, II, III o IV, los últimos dos valores representan la mayor urgencia y peligro para el paciente, por lo que tiene mayor prioridad.

Cabe resaltar que el tiempo de preservación del corazón es de 4 hrs. como límite aceptado, en ciertas condiciones este tiempo puede extenderse hasta 8 hrs. o más con nuevas soluciones de preservación. En ese sentido los factores a tomar en cuenta para la operación es el grupo sanguíneo donador/receptor, así como la escala funcional (siendo III o IV las de mayor prioridad), así como la distancia geográfica que separa a donador y receptor, luego entonces tomando mayor consideración entre pacientes que estén a una menor distancia. El tamaño del cuerpo también es un factor para determinar prioridades, por lo tanto determinar que la talla y peso sean similares entre donador y receptor es importante, y por último, la regla de decisión prioriza al paciente con mayor tiempo en lista de espera sí en dado caso existe empate con los parámetros antes mencionados.

#### 3.13 Implementación del Módulo

En contraste con la ordenación de trasplantes, ahora el sistema Chainscycles expande sus posibilidades para aportar a la asignación de órganos sus extensas posibilidades para resolver el problema. A continuación se describe el mecanismo de automatización, las operaciones que se han tomado en cuenta en esta etapa más actualizada del desarrollo del sistema Chainscycles y su potencial para ordenar, asignar y resolver la distribución de órganos a trasplantar, en este sentido y haciendo un contraste con la trayectoria del sistema antes descrito, en este nivel el sistema es capaz de resolver simultáneamente y tratar múltiples padecimientos que afectan a la salud de la sociedad y que son motivo de trasplantes de órganos.

Recapitulando entendemos por **cadena**s a los participantes en el proceso de distribución, pacientes que son donadores, receptores, donantes altruistas y pacientes en registro de espera.

En los **ciclos** se pueden seleccionar parejas incompatibles.

Cadenas y ciclos comprende todo el conjunto, vemos que también se pueden seleccionar donantes altruistas, parejas incompatibles y pacientes en lista de espera.

En ese sentido es preciso apuntar nuevamente que el sistema Chainscycles mostrara la máxima solución e incluirá datos relevantes para los operadores del sistema, datos identificadores de cada involucrado en el proceso de donación-recepción del (os) órgano(s), variables que son representados en la sección anterior con cada cuadro, según la condición de cada paciente, ya sea donador (en cada una de sus fetetas) y/o receptor (también en cada una de sus facetas).

Resumir rápidamente que existe para la situación del donante fallecido un **carácter bioético**, el cual estrictamente se trata sobre la distribución de órganos y la transparencia de los procesos que conlleva, así como la igualdad de oportunidades y la equidad distributiva (*A. Marín. 2018*).

Existe también un **criterio médico**, el cual se refiere a obtener las compatibilidades del donante fallecido contra todos los pacientes en lista de espera, tomando en cuenta la situación clínica del paciente.

Así como un **criterio regional**, las razones por las cuales ya fueron expuestas anteriormente, el cual se toma en cuenta la mayor cercanía para lograr hacer eficiente el tiempo y evitar que el órgano presente isquemia (condición que impide que la sangre llegue a los órganos).

Es importante señalar los filtros para lograr maximizar el resultado, he aquí un pequeño paréntesis para ir introduciendo en esta sección las similitudes que encontramos fuera del tema médico, dado que el sistema y las operaciones utilizadas tienen la función de resolver y dar una solución así como decisiones precisas a problemas complejos donde el tiempo es un factor a considerar para describir el buen funcionamiento de cualquier cosa, como hemos visto con anterioridad, y de manera general en esta sección apuntamos lo antes mencionado en el capítulo 1 acerca de comprender la implicación de la reconversión tecnológica en el sentido dinámico de la distribución de probabilidades en la dimensión del tiempo, es decir, hacer más, resolver más, decidir más, aprovechar más, asignar más, ordenar más, en menor tiempo.

A grandes rasgos, ahora que ya hemos vinculado este proceso de asignación de órganos en el sentido al que queremos conducir esta tesis, -vinculo que se describirá de manera más abstracta en el siguiente

capítulo, es decir, relaciones y funciones de la hibridación física-digital en un entorno de economía de conocimiento, manifestada en el concepto de la industria 4.0-. Hecho este apunte podemos proseguir con este objeto de estudio, el cual es una manifestación de innovación con un complejo conocimiento de ramas inter y multidisciplinarias, manifestación científica horizontal, lateral y colaborativa, en escenarios tan complicados e intrincados como es la salud humana.

Además, cómo suscribe Adolfo Marín, los candidatos a recibir trasplantes deberán reunir ciertas cualidades y requisitos:

- Que el padecimiento a tratarse con el trasplante pueda tratarse de manera eficaz.
- No presentar otras enfermedades que pudieran interferir con el proceso de efectividad del trasplante.
- Tener una condición física y mental propicia para tolerar el proceso de trasplante y su evolución.
- Ser compatible con los criterios médicos entre el donador y el receptor. Tejidos, células, etc., de conformidad con lo que establezcan las normas.
- No estar embarazada.
- Y expresar su voluntad por escrito.

Estos detalles son importantes considerarlos, describiendo el comportamiento de la programación lineal, las restricciones deben de tomarse en cuenta, a veces restricciones de carácter cualitativo (éticas) y cuantitativo (compatibilidades), pues por más discreto y sutil que sea cada factor, este tendrá participación en el resultado final, y todo el conjunto se verá afectado por dichas sutilezas, en donde podemos apuntar, a veces en las más discretas es donde se haya la clave del éxito o el fracaso, no solo en el sentido específico de este capítulo que es el objeto de estudio de la asignación de órganos, sino que en cada cosa, en cada mecanismo, en cada proceso científico y/o social, tanto económico y político, esta condición está presente.

Luego entonces, el siguiente paso propio del objeto de estudio en este capítulo, es describir las operaciones y la lógica que se haya intrínseca en cada uno de ellos.

### 3.13.1 Implementación Operativa:

#### **Operación 1:** Distribución de órganos

Los valores de entrada (input) son los niveles de distribución:

- Local: Establecimiento del que él coordinador hospitalario de donación está ejecutando la distribución de la que es miembro.
- Institucional: Todas las instituciones existentes en México relacionadas a los trasplantes de órganos; IMSS, ISSSTE, etc. Al seleccionar una institución, entraran en la distribución todos los pacientes de los establecimientos que pertenecen a la institución.
- Estatal: Cada uno de los estados de México. Al seleccionar un estado, entraran en la distribución todos los pacientes de los establecimientos que pertenecen a ese estado.
- Nacional: Es una visión de distribución macro, se refiere en ese sentido a todos los estados de México con todas sus instituciones y sus establecimientos.

Información de salida (output): Pacientes pertenecientes al nivel seleccionado.

La realización de la distribución de órganos a partir de donantes fallecidos se toma en cuenta el detalle de cada uno de los escenarios para generar el ordenamiento con los pacientes en lista de espera en donde se da prioridad a los más aptos para recibir el órgano.

### 3.13.1.1 Distribución de Riñón de Paciente Fallecido

**Operación 2:** Distribución de riñón de paciente fallecido.

Valores de entrada (input): Donador fallecido, receptores en lista de espera.

Información de salida (output): Lista ordenada de compatibilidad básica de receptor en lista de espera

- Edad.
- Tiempo en diálisis.
- Tiempo en espera.
- Excepciones.

### 3.13.1.2 Distribución de Hígado

**Operación 3:** Distribución de hígado.

Valores de entrada (input): Donador fallecido, receptores en lista de espera.

Información de salida (output): Lista ordenada de acuerdo a MELD o PELD de receptor en lista de espera.

La consanguineidad es el factor a tomar en cuenta, pero sin descartar a los pacientes que no son compatibles por grupo sanguíneo, por lo tanto cada paciente en lista de espera es tomado en cuenta, Esto permite que la lista ordenada de pacientes en lista de espera esté clasificada en los que son pareja consanguínea y en otra lista los que no comparten el mismo grupo sanguíneo, es decir, la operación 1 junto con la operación 3 arroja una lista de clasificaciones.

### 3.13.1.3 Distribución de Corazón

**Operación 4:** Distribución de corazón.

Valores de entrada (input): Donador fallecido, receptores en lista de espera.

Información de salida (output): Lista ordenada de acuerdo a clase funcional (I, II, III y IV) de receptor en lista de espera.

Se puede percibir de inmediato que esta operación es muy importante dado que el corazón es muy delicado así como el procedimiento que engloba el trasplante, se insiste en este caso que el tiempo desde que se genera la donación hasta que se realiza el trasplante, la operación 1 junto con la operación 4 implica que cada paciente en lista de espera es considerado para participar en el proceso de acuerdo a su grupo sanguíneo y su clase funcional, que da una lista de clasificación donde se prioriza a la clase funcional IV seguida de la clasificación de forma descendente.

### 3.13.2 Módulo de Asignación

El procedimiento anteriormente descrito corresponde el primer paso del flujo del proceso, esto quiere decir que las primeras 4 operaciones se refieren a la distribución, del punto A para un punto B, lo cuales cumplen con lapsos de espacio y tiempo para completar ciclos de retroalimentación entre la información que fluye en el total del proceso.

En este intermedio entre procesos Adolfo Marín describe el sistema de alertas a coordinadores hospitalarios de donación, los cuales son el enlace “encargado de llevar a cabo cada uno de los procesos de distribución y asignación de órganos, dado que posee toda la formación adecuada en todos los temas técnicos y científicos.” (A. Marín. 2018)

La figura que cumple el coordinador es el de servir como canal que conecta los participantes y la información que fluye de todo el procedimiento, es decir, es el encargado de recabar la información y procesarla.

La relevancia de mencionar esta figura central entre la distribución y la asignación es que el mecanismo cobra autenticidad una vez que un técnico encargado valida la información y se dispone a operar el sistema, en ese sentido demuestra, a grandes rasgos, la hibridación de la toma de decisiones entre un sistema digital automatizado y estandarizado, y la intervención de expertos, juntando estos dos mecanismos (físico y digital) hayamos que las posibilidades de organización de la información se completan manifestando una complementación que a su vez da como resultado la maximización del resultado, el cual es: identificar la fuente de los recursos necesarios, acelerar la distribución y completar el proceso con la mejor y más óptima asignación de los recursos necesarios para realizar una tarea sensible, en este caso, el trasplante de órganos.

La institución encargada de la distribución (CENATRA) identifica el establecimiento donde se llevará a cabo el procedimiento de la asignación del órgano, es decir, identificar a los posibles pacientes que cumplan con las condiciones necesarias según los lineamientos. Luego entonces, el proceso de asignación se realiza de la siguiente manera:

### 3.13.2.1 Asignación de Riñón de Fallecido

**Operación 5:** Asignación de riñón de fallecido.

Valores de entrada (input): Donador fallecido, receptores en lista de espera.

Información de salida (output): Lista ordenada de acuerdo a compatibilidad total de receptores en lista de espera.

Una vez que se genera la asignación del órgano del donante fallecido a un establecimiento para que se realice el procedimiento adecuado el coordinador hospitalario empieza a correr la operación 2 que ahora se usa en los pacientes en lista de espera del establecimiento, esto es importante dado que ratifica la compatibilidad, dado que “es necesario porque puede darse el caso que en ese momento el paciente más apto al momento de realizar la distribución, ya no lo sea cuando se vaya a trasplantar el órgano”.

Esto es en relación a que cabe la posibilidad que en el trayecto el receptor presente algún padecimiento que le impida recibir el órgano o que en dado caso aparezca un receptor con mejores condiciones. Adolfo

M. describe que en la operación 5 incluye la posibilidad de modificar o no los puntajes para asegurar una mejor compatibilidad total y la mejor selección del paciente, para la asignación se recuperan variables no tomadas en cuenta en la compatibilidad básica, en este paso, la compatibilidad total es:

- Puntaje Anticuerpos Donante Especifico (ADE)
- Puntaje de Antígenos Leucocitarios Humanos (HLA)
- Puntaje Panel de Anticuerpos Reactivos (PRA)
- Edad
- Tiempo en diálisis
- Tiempo en espera
- Excepciones

Específicamente sumar ADE, HLA y PRA posterior a la distribución tiene el fin de mantener la igualdad de oportunidades, dado que se suscribe en el reporte que algunos pacientes cuentan con el dato y otros no, y que de esta manera cada paciente tenga la misma oportunidad.

### 3.13.2.2 Asignación de Hígado

**Operación 6:** Asignación de hígado.

Valores de entrada (input): Donador fallecido, receptores en lista de espera.

Información de salida (output): Lista ordenada de acuerdo a MELD o PELD de receptor en lista de espera.

En esta operación el factor de selección es aquel en pacientes donde la enfermedad sea más grave de MELD o PELD, priorizando aquellos con compatibilidad en grupo sanguíneo en una primera lista, en la segunda se colocan los pacientes que no dan con la compatibilidad sanguínea.

### 3.13.2.3 Asignación de Corazón

**Operación 7:** Asignación de corazón.

Valores de entrada (input): Donador fallecido, receptores en lista de espera.

Información de salida (output): Lista ordenada de acuerdo a clase funcional (I, II, III y IV) de receptor en lista de espera.

En el paso previo de distribución se selecciona al donante fallecido, sin embargo en este paso no se selecciona al receptor dado que se toma en cuenta que los paciente del establecimiento son candidatos automáticamente sin poder descartar alguno de ellos. El siguiente filtro es el del grupo sanguíneo y ordenar por clase funcional el nivel de prioridad, IV con mayor y así sucesivamente de manera descendente hasta la clase I.

### 3.14 ABSTRACCIÓN

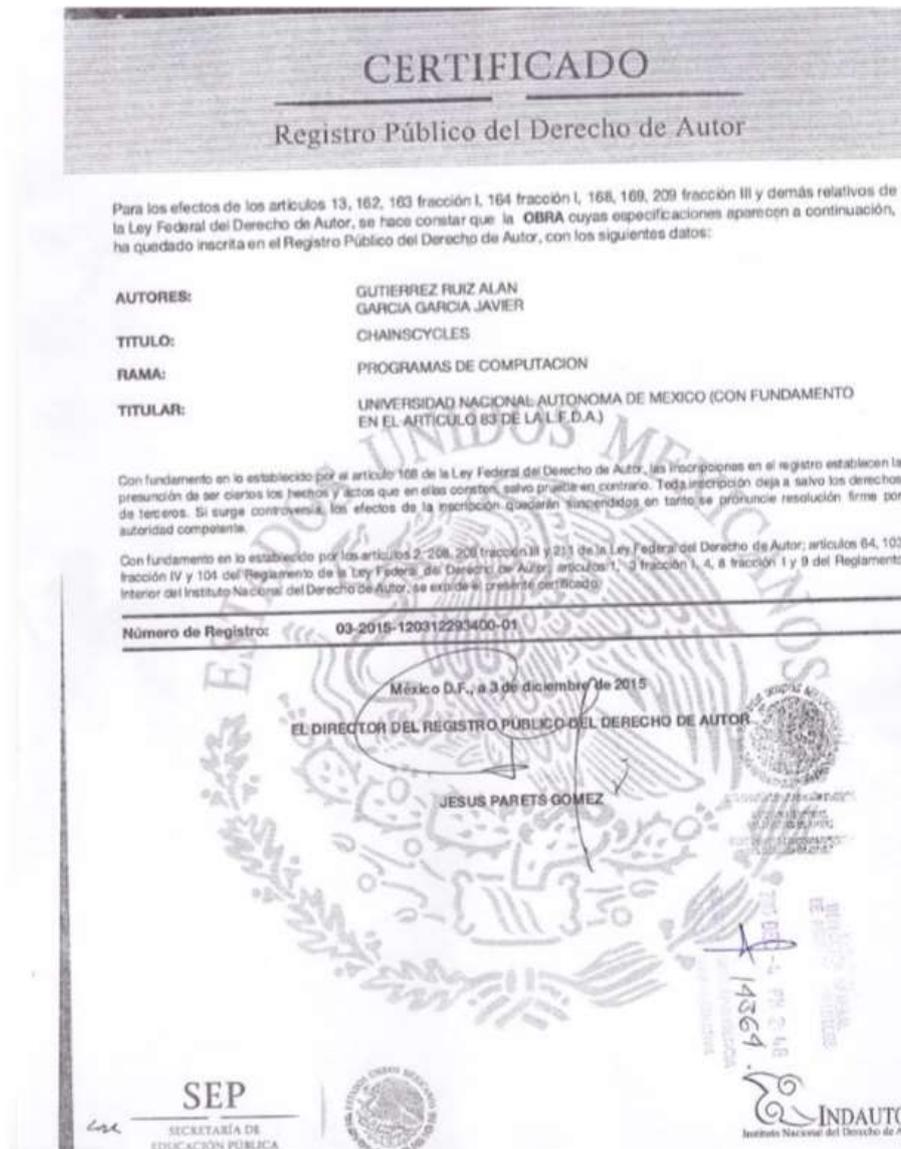
A continuación se ofrece un abstracto del algoritmo haciendo referencia a los niveles de complejidad desde el punto de vista analítico.

Es preciso dimensionar cada capa y su orden de generación, que va desde el orden social hasta el orden intelectual, abstracciones que comprendan el mecanismo como un sistema integrado por distintas secciones que operan un fin determinado, al que se hizo referencia en el esquema 2 de aprovechamiento tecnológico en la esfera científica, productiva y social.

Este abstracto pretende hacer visualizar el complejo operativo científico hasta su determinación social, es decir, la plataforma tecnológica, el puente de comunicación híbrida y lógica digital con el que se crea el vínculo humano-maquina; así como científica-social.

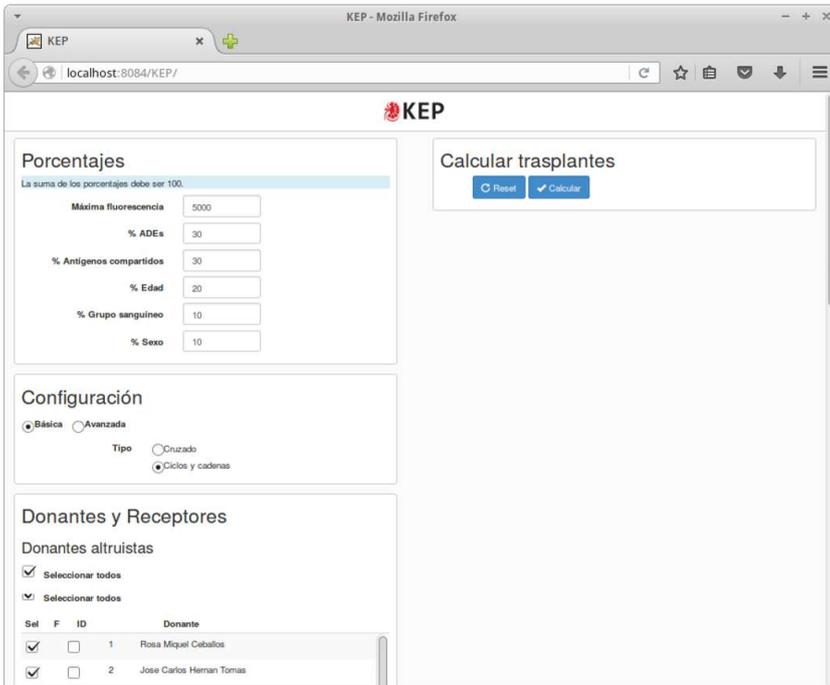
Cabe resaltar que las imágenes que a continuación se presentan son un conjunto de aportaciones realizadas por Alan Gutiérrez y Dr. Javier García a quienes les pertenecen la autoría de dicho material visual y capturas de pantallas, así como el desarrollo del sistema *CHAINSCYCLES*. Consistente con la valoración intelectual al que se hace referencia en el capítulo 2, los trámites administrativos forman parte del proceso de valoración, acorde a ello se incluye una copia del registro ante las autoridades competentes, y a continuación la visualización abstracta de dicho sistema. *CHAINSCYCLES* está pensado para generar valor social, beneficio directo en la conservación de la integridad individual de personas, al usar el sistema los médicos tienen una herramienta que les permite tomar mejores decisiones en cuanto a la asignación de órganos.

Antes del uso de este sistema los médicos, mediante una tarea manual, asignaban el órgano, lo que derivaba en decisiones no óptimas. Con el sistema se optimiza la eficiencia, se automatiza el cálculo de la función de compatibilidad de órganos de acuerdo a criterios médicos especializados que incluyen criterios como tipo de sangre, edad, sexo, antígenos, anticuerpos, etc. y se realiza de forma rápida y permite recomendar una asignación al mejor receptor posible, esto redundando en una mejor supervivencia del órgano y la vida del paciente se extiende. La programación de este algoritmo fue registrada ante el Registro Público del Derecho de Autor por lo que los derechos patrimoniales pertenecen a la UNAM, de esta forma la universidad puede licenciar este código y de esta forma atender el compromiso social que tiene con la ciudadanía. Por lo tanto el algoritmo no contempla un sentido lucrativo en el aspecto monetario ni busca generar conversión de utilidades derivadas de su introducción en un mercado, se indica esto mismo con su registro intelectual.



## CAPAS DE COMPLEJIDAD

- Capa Superficial (abstracción social)



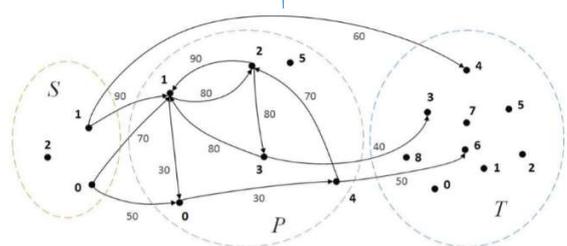
En lenguaje técnico:  
 Esta *interfaz* representa el espacio de interacción o intervención entre sistemas. En este caso concreto PM-MP (Person to Machine – Machine to Person).

- 1.- Tabla de porcentajes (Funciones de compatibilidad del órgano).
- 2.- Configuración (Selección de proceso completo o cruzado).
- 3.- Participantes en el intercambio (S, T, P)

- Capa de Orden Interno (Abstracción sistemática)

Ejemplo del problema de asignación de órganos

Solución del problema de asignación de órganos



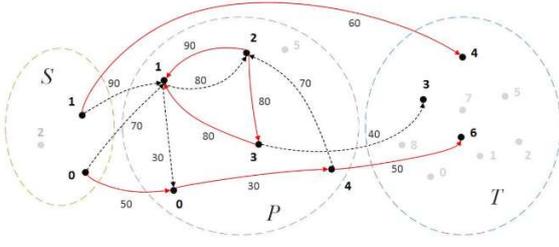
```

1 s_cardinality: 2          w_sp:
2 p_cardinality: 5          50 70 0 0 0
3 t_cardinality: 3          0 90 0 0 0
4
5 p_indices: [ 0 1 2 3 4 ]   w_st:
6 s_indices: [ 0 1 ]         0 0 0
7 t_indices: [ 3 4 6 ]       0 60 0
8
9 s_forced_indices: [ 1 0 ]   w_pp:
10 p_forced_indices: [ 0 0 0 0 0 ] 0 0 0 0 30
11 t_forced_indices: [ 0 0 0 ] 30 0 80 0 0
12                          0 90 0 80 0
13 max_size_of_cycle = 1000; 0 80 0 0 0
14 max_num_of_cycles = 1000; 0 0 70 0 0
15 max_size_of_chain = 1000;
16 max_num_of_chains = 1000;
17                          w_pt:
18 n_requested_solutions = 3 0 0 0
19 max_n_iterations = 10000 0 0 0
20 id_process = -1           40 0 0
21 previous_process_data = "-1" 0 0 50
    
```

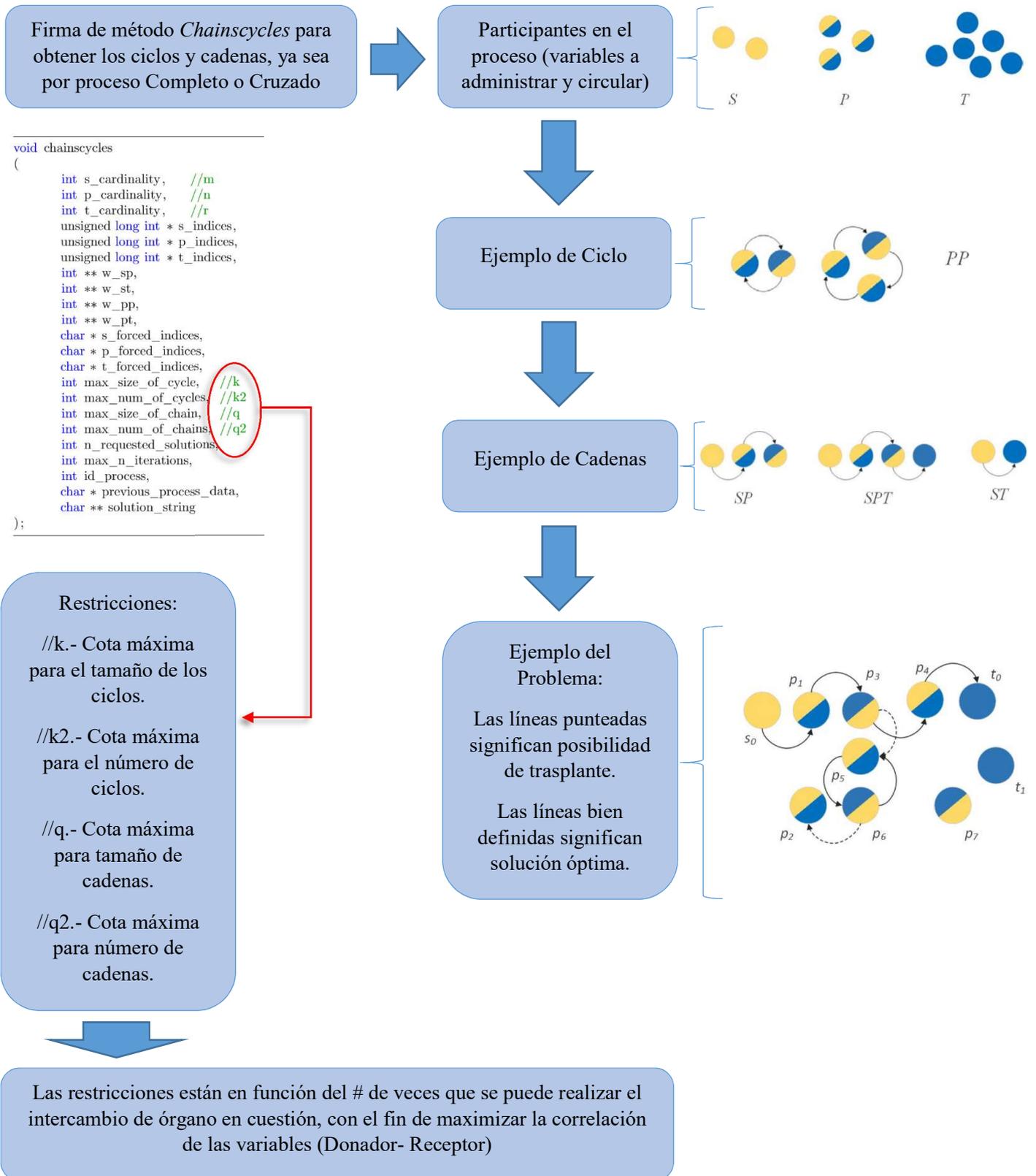
```

1 OUTPUT:
2 1|3|1|430|2|1|2|4|130|0,0,4,6|3|2|60|1,4|4|3|240|2
3 ,3,1|2|420|2|0|2|4|130|0,0,4,6|2|5|290|1,1,2,3,3|3
4 |380|2|1|1|3|80|0,0,4|3|2|60|1,4|4|3|240|2,3,1
5
6 INTERPRETATION:
7
8 SOLUTION_1 (weight:430, chains:2, cycles:1)
9 CHAIN_SPT(size:4, weight:130) [ 0 0 4 6 ]
10 CHAIN_ST(size:2, weight:60) [ 1 4 ]
11 CYCLE_PP(size:3, weight:240) [ 2 3 1 ]
12
13 SOLUTION_2 (weight:420, chains:2, cycles:0)
14 CHAIN_SPT(size:4, weight:130) [ 0 0 4 6 ]
15 CHAIN_SPT(size:5, weight:290) [ 1 1 2 3 3 ]
16
17 SOLUTION_3 (weight:380, chains:2, cycles:1)
18 CHAIN_SP(size:3, weight:80) [ 0 0 4 ]
19 CHAIN_ST(size:2, weight:60) [ 1 4 ]
20 CYCLE_PP(size:3, weight:240) [ 2 3 1 ]
    
```

MAX WEIGHT: 430  
 CHAIN SPT 0-0-4-6, CHAIN ST 1-4, CYCLE PP 2-3-1



- Capa Estructural del Sistema (Abstracción Intelectual)



### 3.15 EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

La idea en que se abundará en el siguiente capítulo, referente a la capacidad del enfoque colaborativo, se expresa en síntesis en esta sección de nuestro objeto de estudio que es la *Aplicación de un algoritmo para la asignación de órganos*, el cual fue facilitado para su inclusión en este trabajo por el tutor y responsable del trabajo original Dr. Javier García García.

El resultado expuesto en esta evolución del sistema aportado por Adolfo Marín demuestra, en primer lugar, que este esfuerzo para el éxito de la aplicación del sistema corresponde a la conjunción de distintas ramas disciplinarias científicas, conformado por equipos expertos en su rama reunidos para resolver un fin particular y con estricta delicadeza como es la salud, ofrecer una solución es la motivación, y se pone de manifiesto que la colaboración es primordial para cumplir con el propósito de la ciencia al servicio de la correcta preservación de la sociedad como de la correcta evolución y preservación del conocimiento.

Adolfo suscribe en ese sentido que: “para lograr que el Módulo de Asignación de Órganos tenga un buen funcionamiento se tuvieron más de una vez reuniones con el grupo de especialistas médicos, con la institución Carlos Slim para la Salud y con integrantes del Centro Nacional de Trasplantes, en ocasiones las reuniones eran con las tres instituciones juntas”<sup>32</sup>

También se especifica que “de la misma manera, gracias al trabajo que se realizó con el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, se pudo probar el Módulo de Asignación de Órganos en repetidas veces con datos reales y dar comparativo con los sistemas que actualmente usan, el *Asignator*, dando garantía de que el módulo integrado al SIRNT funciona correctamente y produce mejores soluciones”<sup>33</sup>

A continuación, se hace referencia a las capacidades aportadas por el sistema en cuanto a la mejora de los procedimientos:

- Optimiza procesos de donación, distribución y trasplante de órganos, tejidos y células en México.
- Automatiza la gestión, fiscalización de la actividad de procuración y trasplante de órganos y tejidos en el ámbito nacional, apegados a la normativa vigente, avance científicos y tecnológicos.
- Garantizar a la sociedad la transparencia, justicia y eficiencia de estas actividades.

---

<sup>32</sup> Marín Arriaga, A. Reporte de Trabajo Profesional. (2018) Módulo de Asignación de Órganos y su Integración al Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes (SIRNT). Pp.35

<sup>33</sup> *Ibid*

- Utiliza tecnología actual.
- Se le puede agregar más elementos siempre y cuando se respete la tecnología utilizada.

Los puntos citados, son un buen mecanismo para concluir que el sistema es consistente con las características de transformación que está experimentando el mundo, al adoptar la ciencia y la tecnología para resolver problemas de eficiencia y efectividad, es decir, maximizar los resultados al mismo tiempo en que se minimizan los costos para llegar al resultado óptimo. Todo ello circundante a la digitalización de pedimentos complejos, administración de los recursos y asignación de mejores decisiones al alcance y de vanguardia para asegurar un mejor comportamiento evolutivo social e intelectual.

Con este planteamiento podemos proseguir y conducirnos hacia el objetivo de este trabajo de tesis, que es el de defender la inclusión preponderante de la ciencia en la economía, la sociedad, la política de la administración pública, todos ellos incluirlos en un enfoque horizontal y colaborativo para enfrentar los nuevos retos que la nueva era y el futuro suponen para poder hacernos competitivos y proponer un nuevo mecanismo, una nueva estructura para llevar a cabo el aplanamiento del terreno para introducir las nuevas características que la evolución estipula hacia una nueva era del conocimiento.

Hagamos uso de las definiciones para contrastar: ¿Qué es Programación Entera?

Es una variante de programación lineal que se refiere a la optimización de asignación de recursos disponibles hacia actividades competentes, bajo una serie de restricciones impuestas por la naturaleza del problema que pretende encontrar la mejor asignación posible de los recursos disponibles utilizando exclusivamente modelos con funciones lineales.<sup>34</sup>

En ese caso sí todas las variables necesitan ser enteras, a la variante se le denomina: ***programación entera***

### **3.16 ¿Qué beneficios económicos y sociales tiene este proyecto?**

La economía en sí misma es la *asignación de recursos escasos* para creación de riqueza (entendemos el concepto “riqueza” como *valor agregado*). Todas las ciencias económicas a grandes rasgos tratan de administrar todos los recursos disponibles y escasos para optimizar el resultado final que es la eficiencia, efectividad y su aprovechamiento para asegurar el *estado de bienestar general de la población* y de todos sus mecanismos sociales. También se denomina a la economía como la *ciencia de la toma de decisiones*

---

<sup>34</sup> Bradley, S., Arnoldo C., Hax and Thomas L. Applied Mathematical Programming. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1977

en cuanto a la disponibilidad de bienes y servicios que las organizaciones sociales y del estado ocupan para asignar, gestionar y distribuir dichos recursos, en función de los datos explorados.

En ese sentido se haya múltiples paralelismos con las definiciones de programación lineal y economía al ofrecer mecanismos de optimización de los recursos disponibles para ofrecer la mejor solución en beneficio de la sociedad. El sistema Chainscycles es la expresión económica de innovación para cumplir con el propósito primordial de optimización y mejor selección de compatibilidades, no solo en el terreno médico de trasplantes, sino que el sistema es consistente y flexible de acuerdo a su definición para adoptar cualquier variables que tenga como fin el aprovechamiento efectivo de los datos, promoviendo así la minimización de costos (eficiencia) y la maximización del beneficio (efectividad), en el terreno industrial podemos identificar compatibilidades productivas entre capital fijo (maquinaria) e insumos para encontrar la mayor solución de producción para aumentar el producto, relacionarla con la productividad del salario (cantidad de producto/horas de trabajo), aumentando así su aprovechamiento y así ofrecer al mercado y a la sociedad los bienes y servicios necesarios y a los mejores estándares de calidad/precio.

### 3.17 Los algoritmos en la Sociedad y la Economía

La forma en la que los algoritmos se ponen en funcionamiento para el entendimiento social, es mediante el mecanismo de caracterizar expresiones numéricas de datos obtenidos de la sociedad, la naturaleza y sus necesidades. El algoritmo no puede solucionar el orden de los símbolos sin supervisión, para construir un comportamiento lógico si antes dichos símbolos y datos (A, B, C) no han sido procesados de manera lógica (diagrama 2).

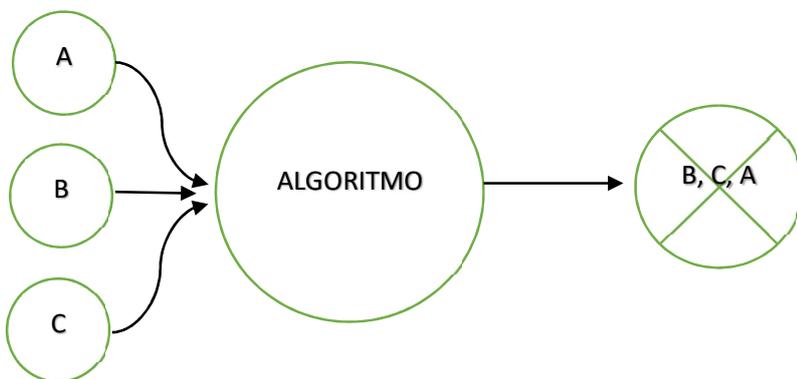


Diagrama 2. Elaboración propia. Comportamiento de un algoritmo sin aprendizaje.

De manera tal que sí entrenamos al algoritmo a discriminar el orden de los símbolos y datos (A, B, C) será capaz de construir el resultado óptimo como lo describe el diagrama 3

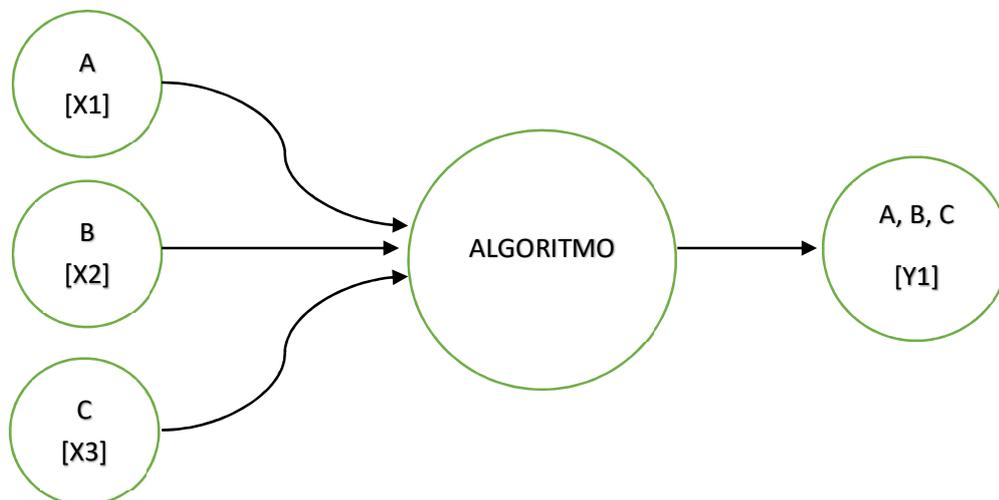


Diagrama 3. Elaboración propia. Comportamiento de un algoritmo en aprendizaje.

Esta breve y rudimentaria explicación viene a representar de una a otra forma conceptual el orden de la idea que construye la lógica del funcionamiento de un algoritmo, llevado a la práctica evidentemente resulta más complejo de representar.

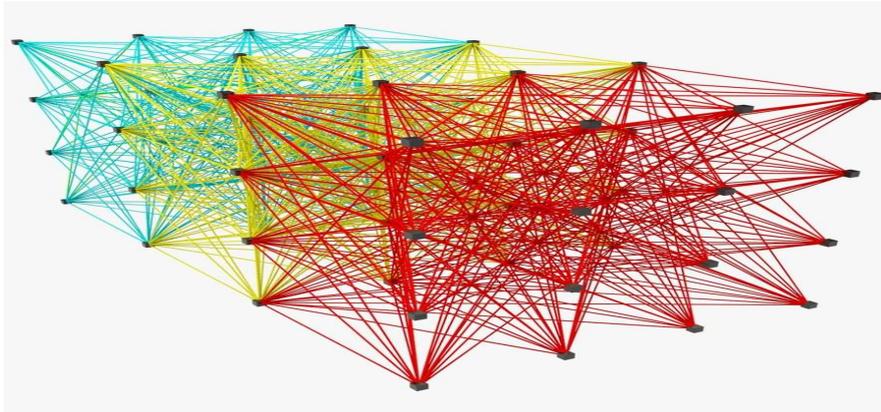
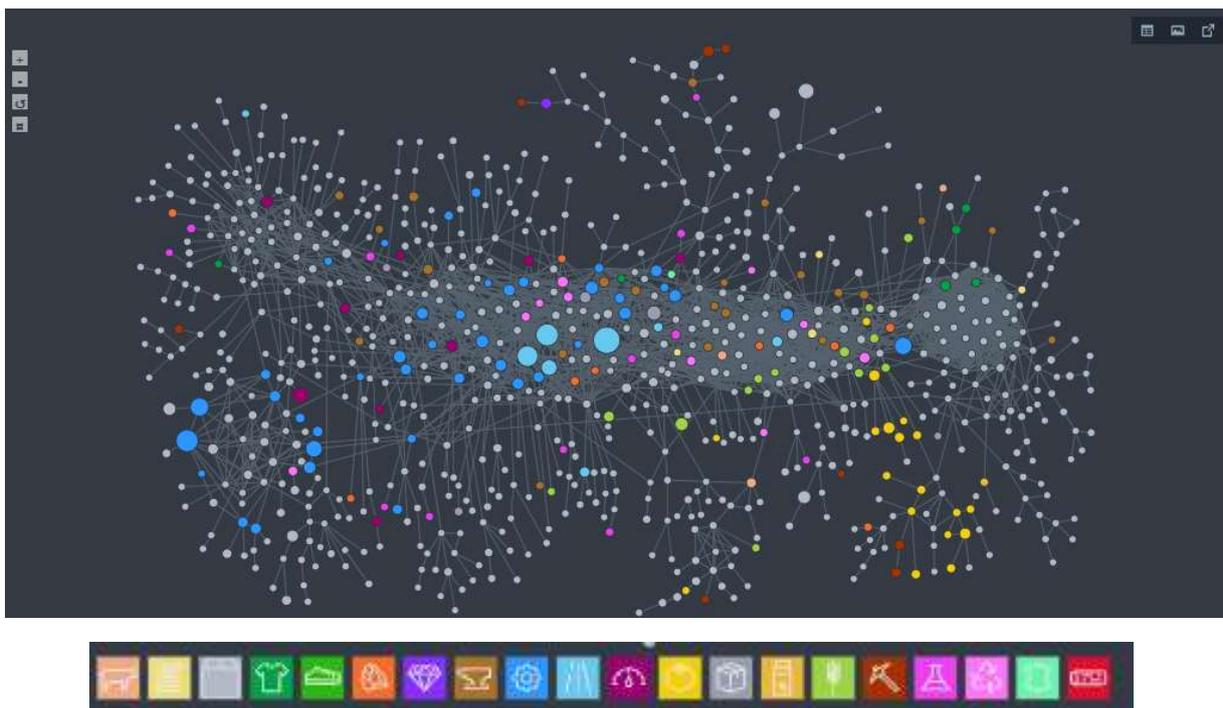


Imagen artística de un algoritmo formando una red neuronal, donde cada nodo (recuadros en negro) representa variables, símbolos, letras, etc., lo que se quiera representar. Cada línea que conecta los nodos representan su relación, la idea es conectar buscando siempre el camino más eficiente, es decir, más corto para encontrar la solución, relación, interacción, correlación, etc. Cualquier necesidad de tipo informativa para extraer datos que mejoren la orientación hacia la toma de decisiones eficientes y efectivas.



Fuente: Complejidad económica de México para el año 2018, espacio de productos en la cadena de valor. Tomado del observatorio económico, disponible en: <https://oec.world/en/profile/country/mex>

El comparativo, aunque la primera imagen de la representación artística de un algoritmo es en tercera dimensión, contrapuesta a la segunda imagen de las relaciones de producción en una cadena de valor de México en el ámbito de comercio mundial en segunda dimensión, de igual manera se pueden visualizar en una misma dimensión de interacciones físicas. Dentro de un organismo y estructura económica se visualiza que hay relación interdisciplinaria para explicar la lógica en el rango de toma de decisiones. Si tomamos en cuenta la expresión en la ciencia de datos y de la dinámica económica la orientación es que “El espacio es una red que conecta productos que probablemente se coexporten. El espacio de productos se puede utilizar para predecir exportaciones futuras, ya que es más probable que los países comiencen a exportar productos relacionados con las exportaciones actuales. La relación mide la distancia entre un producto y todos los productos en los que se especializa actualmente”<sup>35</sup>

En el ejemplo anterior enfocado a la economía ya se orienta una visualización algorítmica de procesos mercantiles bajo una lógica de etiquetas o caracteres funcionales en el ámbito industrial con relaciones de ida y vuelta, con inputs cualitativos traducidos en las distintas ramas industriales y como outputs las relaciones de transacciones en la cadena de valor. Que en dicho ejemplo se desarrolla a partir de la industria del transporte como nodos centrales (los de esferas de mayor circunferencia que denotan mayor importancia).

### **3.18 Implicaciones sociales**

Este punto va orientado a disponer de argumentos que tienen como núcleo de generación, así como de interpretación, los que provienen de comportamientos sociales, aquellos impulsos que conducen las tendencias para asimilar un cambio evolutivo generacional con respecto de la dinámica científica y tecnológica. Como ya se ha expuesto, el concepto mismo de sociedad es un motivo evolutivo para el progreso, la trascendencia colectiva para la administración de los recursos necesarios para garantizar el desarrollo, colectivamente la información se nutre en función de la cantidad de miembros que contenga dicha sociedad, por mencionar un ejemplo, la sociedad científica que convive en un espacio mutuo como es el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), es la convivencia sobre la que descansa el progreso intelectual al circular datos, que luego entonces, se convierten en información para el desarrollo interdisciplinario del enfoque científico de frontera, es decir, dentro de un espacio común, convive una diversidad de pensamientos y métodos científicos, la cantidad de ellos denotan su complejidad, una

---

<sup>35</sup> Complejidad económica de México en : [oec.world/en/profile/country/mex](http://oec.world/en/profile/country/mex)

maquinaria científica donde cada engrane es una disciplina distinta del conocimiento funcionando, constituyéndose, conviviendo con un fin colaborativo: el de permitir el desarrollo intelectual con aplicaciones tangibles en la sociedad, es decir, maximizar el resultado del progreso intelectual en comunidad y para la comunidad.

Así como la comunidad científica del C3, existen muchos tipos de sociedades, las cuales, a su vez, conforman otra más grande, lo que cada una tiene en común es que arrojan datos para autodeterminarse y explicarse, los científicos sociales, entre ellos los economistas asimilan dichos datos para definir su progreso y orientarse en la asignación de los recursos disponibles a los que la sociedad tiene acceso (creación de valor a partir de la administración de recursos escasos), y explicar la razón de su valor, es decir, si un recurso es disponible para su aprovechamiento podrá disponer de un valor en un plazo dado medible por su magnitud (corto/mediano/largo) para su reproducción y distribución. Si otros recursos son menos abundantes, dada su obtención habrá que expresar un valor distinto en función de su disponibilidad y relevancia dentro de la sociedad, es decir, el valor de satisfacer necesidades individuales y colectivas.

La ciencia y la tecnología, no tendrían sentido ni razón de ser, si no es un propósito para mejorar la calidad de vida de la sociedad y la población que la conforma, los algoritmos son un medio, una herramienta para dotar a la sociedad de un poder de decisión más claro y con el potencial de facilitar el aprovechamiento del tiempo para valorizar el desempeño intelectual y mejorar el desarrollo creativo y recreativo, -innovación y cultura-.

En ese sentido los beneficios sociales sobre la base tecnológica (nuevas herramientas) está en las nuevas propuestas de valor que el modelo colaborativo influye en el intercambio de escala horizontal, es decir, la manera en que colectivamente se absorben, asimilan y aplican los datos para la extracción de conocimiento nuevo, similar a la lógica interna de un algoritmo. En esa referencia, la utilización intelectual compleja conduce a la medición de equivalencias entre cada miembro que conforma la sociedad como una fuente de datos para la utilización de tecnologías diferenciando en:

- Tecnología Backstop (de sustitución).
- Tecnología facilitadora (economizadora).
- Tecnología directa (IdC).
- Tecnología de soporte (acceso a la red, por ejemplo la 5G).

En todas ellas existe un lenguaje estructurado de consulta (SQL), la cual define y manipula extensas bases de datos como sistema de gestión de decisiones.

*La tecnología Backstop (de sustitución)* interviene en transformar la extracción de energía para convertirla en trabajo útil.

*La tecnología facilitadora* radica en mejorar la eficiencia en el esfuerzo físico y mental para la asignación de recursos orientada a facilitar las operaciones que representan regularidades, es decir, actividades computables y rutinarias.

*La tecnología directa* es aquella que se introduce en la rutina diaria de los individuos los cuales se sincronizan con el sistema cibernético para aportar datos y obtener diagnósticos sobre aspectos directos de nuestra vida diaria así como para interactuar con la sociedad (ejemplo: teléfonos inteligentes), comunicarnos, acceso a información a través de dispositivos, automatización en el control y clasificación de recursos y desempeño energético.

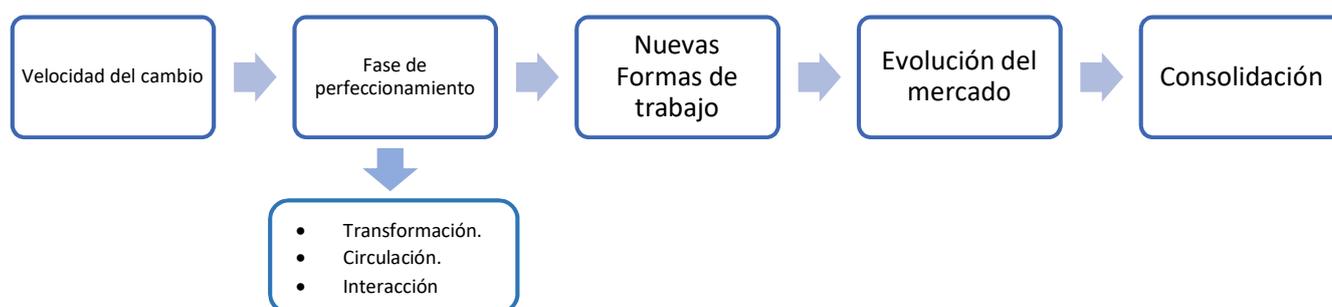
*La tecnología de soporte* permite acceder con relativa facilidad a la conectividad de las redes de comunicación, es decir, mejorar la cantidad y soportar el aumento del flujo de información que cada vez va reduciendo el desfase temporal, por ejemplo, facilitar nuestra comunicación a largas distancias. En conclusión la sociedad disfruta de la tecnología mejorando su experiencia en los aspectos de la siguiente Tabla 13

<b>Tipo de Innovación</b>	<b>Propuesta de Valor (Beneficio social)</b>
Plataforma Backstop (de sustitución)	Aprovechamiento energético
Plataforma Facilitadora	Aprovechamiento del tiempo
Plataforma Directa	Aprovechamiento del diagnóstico
Plataforma de Soporte	Aprovechamiento del libre Acceso

Tabla 13 elaboración propia. Innovación y Valor

Sin embargo el aprovechamiento tecnológico por sí solo no estimula el aumento de productividad, en esa tarea influyen muchas variables, como las habilidades, los conocimientos, el análisis prospectivo (hacia donde nos conduce en el futuro), la infraestructura organizacional, incentivos de política pública. Todo lo anterior se engloba en la diferencia entre *adopción tecnológica* contra *asimilación tecnológica*.

En ese sentido los beneficios de la nueva plataforma para la sociedad son alcanzables cuando es capaz de comprender que el desarrollo y su conservación, -desarrollo sustentable- para acceder al crecimiento es poder incorporar satisfactoriamente dicha tecnología para poder manipularla y aprovechar todo su potencial y hacerlo propio. Adoptar tecnología es únicamente adaptarse a la tendencia, pero sin entender a fondo todo el conocimiento que está incorporado en los dispositivos e innovaciones. Por lo tanto, el beneficio socioeconómico está en función de:



Esquema 4. Elaboración propia. Asimilación tecnológica.

La propuesta de valor no está en función únicamente del factor tecnológico, sino que está en función de la suma de los factores de la asimilación tecnológica.

El esquema 4 representa una sociedad sin resistencia al cambio, bajo ese supuesto, para aprovechar el impulso económico es prioridad aplicarse reformas orientadas a mejorar las capacidades sociales para generar conocimiento asimilable y transformarlo en riqueza. Desde el punto de vista económico un crecimiento endógeno (que se forma al interior) debe involucrar el capital humano con respecto a su capacitación intelectual y la innovación para contribuir significativamente al desarrollo social en un enfoque productivo.

La inversión en capital físico (tecnología) no es únicamente capaz de provocar el desarrollo sustentable (sostenible) en el largo plazo por una condición en los rendimientos decrecientes.

Tomando en cuenta que la velocidad del cambio aumenta directamente proporcional a la asimilación tecnológica, es decir que si existe una asimilación efectiva la maximización de los recursos intelectuales conducirá a una situación de obsolescencia cada vez más acelerada de sistemas que no tengan un contenido intelectual progresivo (tecnología cada vez más compleja de entender) por lo tanto la sociedad experimentará un aumento en los costos operativos e informativos si no se utiliza la tecnología para desarrollar el capital humano.

Eso implica que la economía sin base científica de frontera será incapaz de dotar recursos al progreso tecnológico con un objetivo productivo.

“Las alteraciones de la tecnología y de las organizaciones causadas por el comportamiento innovador, esencialmente dinámico, causarán la trayectoria progresiva del desenvolvimiento económico”<sup>36</sup> (Schumpeter).

Para Schumpeter existen tres obstáculos que se oponen al proceso de asimilación:

- 1.- “Incertidumbre de innovar; siempre habrá tanto dinamismo como comportamiento tomador de riesgo exista”<sup>37</sup>
- 2.- “Las inercias mentales que rechazan a la innovación que conduce a nuevas combinaciones productivas, nuevas formas organizacionales o la conquista de nuevos mercados.”<sup>38</sup>
- 3.- “La reacción conservadora del medio social proclive a la manifestación del pasado en función del inmovilismo del presente, la cristalización ideológica y al disentimiento creativo.”<sup>39</sup>

Para entender el dinamismo tecnológico e involucrarlo directamente en el comportamiento social es importante expandir su capacidad de razonamiento pues los beneficios que eso implica no serán visibles hasta que la sociedad comprenda que “la innovación es la idea de un acto de creación humana conducida por empresarios pero con la infaltable participación de los científicos e intelectuales como ejecutores materiales”<sup>40</sup> (Schumpeter).

---

<sup>36</sup> Jeannot, F (2002). *Fluctuaciones cíclicas en Schumpeter*. Análisis Económico, XVII(35),43-77.[fecha de Consulta 5 de Febrero de 2021]. ISSN: 0185-3937. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413/41303502>

<sup>37</sup> Ibid

<sup>38</sup> Ibid

<sup>39</sup> Ibid

<sup>40</sup> Ibid

Siguiendo bajo ese argumento Schumpeter reconoce que “La innovación no se puede reducir ni a la maximización del beneficio [efectividad], ni a las condiciones materiales de la producción [maquinaria y herramientas]; el acto de innovar es parte de un comportamiento dimensionalmente evolutivo dinamizado por medio de un principio organizativo.” (Schumpeter).

En conclusión, relacionando todos los factores expuestos en este apartado, son elementos paralelos y se conducen en la misma dirección del concepto interpretado de algoritmo que es consistente con el concepto interpretado de sociedad, pues ambos se rigen por la relación e intercambio de datos y variables, así como de símbolos convertidos en lenguaje para la asimilación del entorno visible en la valorización de la óptima toma de decisiones en el sector productivo. Por ello mismo, a la cuarta revolución industrial se le denomina la hibridación en entre el mundo físico y el digital, pues en este nuevo paradigma convive la sociedad con sistemas de cómputo que a su vez funcionan transformando datos en valor; lo que es consistente con un análisis profundo de las disciplinas económicas; sí, y solo sí estas están en colaboración en un intercambio de conocimientos y datos con disciplinas científicas en todas sus ramas. Es decir, el desarrollo orientado a involucrar a científicos de datos en la esfera económica, e involucrar más a la economía en la ciencia de datos.

## CAPÍTULO 4.

### Industria 4.0: Un nuevo esquema para la sociedad del futuro colaborativo.

En los pasados capítulos se expuso el recurso primordial que representa el conocimiento y la ciencia expresados en la creación de herramientas y experiencias que conducen indudablemente al cambio generacional entre etapas industriales, cabe señalar que no sólo limitado a ese paradigma en específico, el surgimiento de la capacidad industrial es, a la vez, causa y efecto, un detonador de cambios en las esferas de los aspectos técnicos, así como institucionales, tanto en el comportamiento social, normatividad de convivencia, así como un replanteamiento profundo de las leyes naturales tanto sociales que rigen y caracterizan a la humanidad.

Como ya se ha insistido este mecanismo prueba que necesariamente el conocimiento y la utilización de la capacidad de crear herramientas para facilitarnos y apropiarnos de nuestro destino como especie radica en la idea de trascender y avanzar en ciclos de transformación, la importancia radica en identificarlos y analizarlos, y más allá de eso, en adaptarnos para lograr que esa transición ocurra de la manera más adecuada, es decir, asegurar nuestra evolución tomando en cuenta las capacidades creativas para hacerlo de manera más eficiente, específicamente minimizando los costos que implican dar el salto hacia una nueva era con la seguridad de que nuestra estrategia resulte lo más efectiva posible, es decir, maximizar los beneficios, tanto económicos, como sociales, políticos, naturales y académicos-científicos.

Cada aspecto a tomar en cuenta en este capítulo resulta preponderante en sí mismo, pero a la vez compone un sistema completo y complejo de redes de colaboración. Luego entonces: ¿Qué está proponiendo la industria 4.0?

La definición que nos ofrece Luis Fernando Álvarez-Gascón, Director General de Secure e-Solutions de GMV y Vicepresidente de Innovación de AMETIC, es la siguiente:

*“Una revolución originada por la convergencia de una serie de tecnologías digitales exponenciales, que permiten la hibridación entre el mundo físico y el digital.”<sup>41</sup>*

---

<sup>41</sup> Luis fernando Alvares- Gascon, Máximo Blanco, Javier del Ser Julio Linares, José Molero, Agustín Sáez, Bernardo Villazán. (2018). *Re-industrialización en España: Industria 4.0 y ecosistemas de innovación*. Madrid, España: Foro de Empresas Innovadoras. Capítulo 1 pp. 17

*“Entramos, ya nos encontramos, en una era de productos conectados más o menos inteligentes, que se superpone a la plataforma tecnológica TIC ya existente (caracterizada por la movilidad, el cloud, la Internet social, el big data).”<sup>42</sup>*

Para desarrollar la segunda preposición yo añadiría que esta nueva era caracterizada por la hibridación humano-digital se logra a partir de un canal de comunicación, así como la caracterización y encapsulación de información, donde los elementos de transmisión entre emisor y receptor están conformados por ciclos de interacción entre objetos y personas que están conectadas a una red, que a su vez se retroalimenta de impulsos sistémicos del entorno físico y tangible, que luego ofrece una reacción manifestada en interpretaciones lógicas, mecánicas y hasta psicológicas del comportamiento del entorno a partir de la absorción de información resultante de las mecánicas de la naturaleza tanto humana como ecosistémica.

En este sentido el análisis y definición,-propuesto para este trabajo-, del papel de la industria 4.0 en esta coyuntura global no sólo considera el perfeccionamiento e introducción de la plataforma tecnológica únicamente en beneficio de la eficiencia productiva. La coyuntura no sólo implica dotar de robots, máquinas y objetos tangibles e intangibles (digitales) a la esfera y ciclos en la economía, sino que implica toda una red de cambios profundos en la estructura social acorde a la realidad productiva y en cómo se administra, es decir que la industria 4.0 corresponde a una revolución de concepciones nuevas y disruptivas en las cadenas de comportamientos de escala global. En consecuencia los cambios experimentados en la revolución 4.0 se deben observar como un conjunto de cambios dinámicos, así como evolutivos que son paralelos y sincronizados en dos planos: tanto el material como el inmaterial; y en la forma en que interactúan conformando una red de comunicación, colaboración y entendiendo entre lo tangible y lo intangible.

Antes de aportar y/o sugerir la dirección que nos encamine positivamente al cambio de era propuesto en este trabajo, es importante transitar por las diferentes concepciones de la red global en la que interactúan los cambio profundos mencionados en líneas anteriores.

---

<sup>42</sup> Ibid

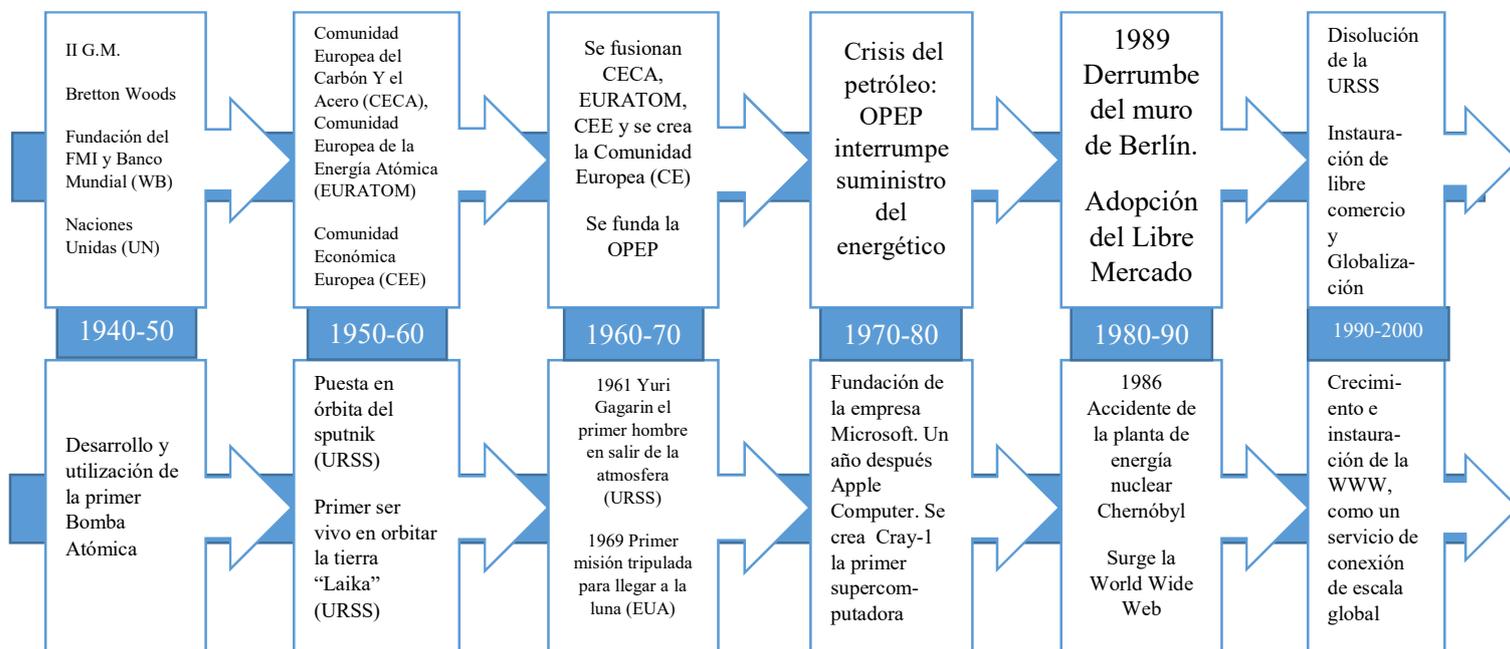
## 4.1 Revolución 4.0 y Globalización

Para dotar un contexto y plantearnos la ruta hacia el cambio, debemos propiamente identificar la dimensión del plano físico así como la dimensión inmaterial, es decir, el mapa, nuestra posición y la dirección en el plano. La evolución actual de la humanidad, como se expresó en el capítulo dedicado a la tercera revolución industrial, referente a la carrera y la conquista del espacio (exterior), nos puso en nuestro verdadero lugar, y descubrimos que nuestro plano en realidad es esférico, y que además es limitado, restringido; por primera vez nos planteamos el concepto literal de “global” porque en esa etapa evolutiva al fin pudimos observar desde afuera el globo terráqueo en donde las fronteras se redujeron a medida que la humanidad conquistaba más altura desde donde vislumbrar nuestro entorno y con ello, nuestra naturaleza, cada cultura y sus particularidades, diversidades sociales y en general toda la diversidad biológica y social que convivía dentro de un globo desde un mismo horizonte, también nos dejó ver que esa diversidad, al ritmo evolutivo pudo crear un tejido social, y a medida que fuimos descubriendo más acerca de nuestro espacio exterior como interior, el tejido social fue adoptando el mismo orden geométrico y esférico de dicho espacio: El Tejido Social Global.

Sin embargo, el proceso de globalización comenzó mucho antes, cuando la humanidad se abrió paso por el territorio en busca de su alimento y reproducción, es decir, que el proceso globalizador comenzó con las civilizaciones nómadas primitivas. Lo que aportó la tercera revolución fue lograr cerrar ese espacio, observarlo, limitarlo y compararlo, hasta ese punto el tejido social ya estaba implantado como un proceso evolutivo y cíclico de transformación, la tercera revolución y su plataforma tecnológica representante nos condujo a darle forma, a geolocalizarnos. La humanidad con sus distintos tipos de sociedades nunca ha dejado de ser global desde que la antropología e historia tienen registros, las distintas plataformas tecnológicas a nuestro alcance científico, -nuestras herramientas-, indican el grado de globalización al que estamos expuestos, luego los procesos intrínsecos del tejido social global se encargan de encapsularnos en polos y fronteras ideológicas, de interponer barreras intangibles: idiomas, razas, culturas, leyes morales y penales.

Si tomamos en cuenta la sincronización de esos factores y los ubicamos temporalmente en una era característica, podemos observar que todos esos elementos de cohesión social en un marco global, aunado al avance científico y tecnológico se dan como un conjunto progresivo, como todo un sistema de integración estructural en distintas fases.

## LÍNEA DEL TIEMPO DE INTEGRACIÓN GLOBAL EN CONTRASTE CON EL AVANCE TECNOLÓGICO (bloque 3ra Rev. Ind.)



Línea del tiempo integración global bajo el avance tecnológico. Elaboración propia con información de <sup>43</sup> <sup>44</sup> <sup>45</sup>

<sup>43</sup> <https://www.un.org/es/sections/history/history-united-nations/#:~:text=Las%20Naciones%20Unidas%20empezaron%20a,los%20a%C3%B1os%20en%20esa%20fecha.>

<sup>44</sup> [https://europa.eu/european-union/about-eu/history\\_es#:~:text=La%20Uni%C3%B3n%20Europea%20naci%C3%B3n,para%20lograr%20una%20paz%20duradera.](https://europa.eu/european-union/about-eu/history_es#:~:text=La%20Uni%C3%B3n%20Europea%20naci%C3%B3n,para%20lograr%20una%20paz%20duradera.)

<sup>45</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os\\_1970](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os_1970) , [https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os\\_1980](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os_1980)

OPEP (ORGANIZACIÓN DE PAÍSES EXPORTADORES DE PETROLEO)

Klaus Schwab, fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial (WEF), va aún más allá, y nos ofrece un artículo para poder diferenciar el proceso de globalización desde dos enfoques homólogos al concepto para aproximarnos con más rigor al conjunto de ideas que categorizan propiamente el sentido de globalización:

- ***¿Qué es la Globalización 4.0 y estamos listos para ello?***

*“Distinciones sustantivas entre dos conceptos: globalización y globalismo. La globalización es un fenómeno impulsado por la tecnología y el movimiento de ideas, personas y bienes. El globalismo es una ideología que prioriza el orden global neoliberal sobre los intereses nacionales.”*<sup>46</sup>

*“Cerrar esa brecha requiere que reconozcamos que estamos viviendo en un nuevo tipo de economía impulsada por la innovación, y que se necesitan nuevas normas, estándares, políticas y convenios globales para salvaguardar la confianza del público. La nueva economía ya ha perturbado y re combinado innumerables industrias, y ha desplazado a millones de trabajadores. Esta nueva economía desmaterializa la producción a medida de que aumenta la intensidad del conocimiento en la creación de valor. A su vez, también aumenta la competencia dentro de los mercados nacionales de productos, capitales y trabajo, así como entre los países que adoptan diferentes estrategias de comercio e inversión. Y, aviva la desconfianza, en especial con relación a las empresas de tecnología y la forma cómo estas administran nuestros datos.”*<sup>47</sup>

Haciendo un contraste entre la línea del tiempo de integración global, la tecnología representativa en el transcurso del proceso de globalización y el enfoque ofrecido desde el Foro Económico Mundial, existe una relación profunda en el papel del avance tecnológico y el conocimiento intrínseco como detonador del procedimiento en que la humanidad y sus sociedades experimentan la integración hacia una concepción cada vez, -y en cada revolución-, más extensiva y con menos barreras.

Ahora la globalización es más un “derecho de acceso”, a medida que las tecnologías de información y comunicación (TIC) vayan integrándose y autoajustándose, la era digital de manera análoga a las aplicaciones de nuestros dispositivos, de manera progresiva y masiva reconfigurarán nuestro sentido de globalización así como de globalismo, pues la inclinación de influencias tendrán por consecuencia que

---

<sup>46</sup> Klaus Schwab. (07 nov 2018). ¿Qué es la Globalización 4.0 y estamos listos para ello?. 10/06/2020, de Word Economic Forum Sitio web: <https://es.weforum.org/agenda/2018/11/los-forcejeos-de-la-globalizacion-4-0/?fbclid=IwAR3FvlodvXFyfeVwezFB7SZQ9IF4Ptvn58rqbBOKKC4rYM3msnjKYWMr8T8>

<sup>47</sup> Ibid

pasar por el mismo proceso de cambio disruptivo y adaptarse para evolucionar o rezagarse para profundizar más su desigualdad. Estamos en marcha para la transformación que ya está ocurriendo. En un plano colaborativo que implica nuestra pentahélice (indicada en el capítulo 2 de este trabajo) es evidente que la industria 4.0 que pertenece a la cuarta revolución de evolución intelectual, implica todo un sentido global de pensamientos y disciplinas involucradas y sincronizadas, la diferencia es que ahora es más tangible metafóricamente en el sentido digital, es decir que, a pesar de que no podemos palpar lo que es digital, si podemos experimentar y sentir su progreso mediante medios que cada día integramos a nuestro comportamiento, desarrollo y desempeño de nuestras actividades cotidianas, sociales, laborales, políticas, comerciales y científicas; ahora cada individuo en el planeta con acceso a la World Wide Web puede observar, analizar y experimentar el cambio lo más cercano a lo real dependiendo de las barreras del tiempo que tarda la información en llegar de extremo a extremo en la extensión del mundo.

La percepción global que asumimos ahora resulta trascendental para conducirse hacia un nuevo modelo basado en la colaboración, expresado en ajustes tecnológicos para dar el salto de una sociedad productiva basada en la intensidad de trabajo a una sociedad global de “intensidad de conocimiento” (Klaus Schwab, 2018).

## 4.2 Economía Colaborativa: Globalización de Integración Horizontal

Toca desarrollar esta idea partiendo del análisis anterior para discutir que la trayectoria tecnológica de las sucesivas revoluciones industriales implican también revoluciones compatibles en la organización productiva, que luego se expresó en la organización social, política y científica, y cómo todo este conjunto transforma el ecosistema y las fuentes de recursos disponibles, que luego se transformaron en alianzas de conveniencia entre distintos polos con todas sus reglas de convivencia. Existe una similitud entre cómo se mueve la tecnología y cómo se mueve la sociedad, lo que da paso a ajustes en el grado de integración de la escala global.

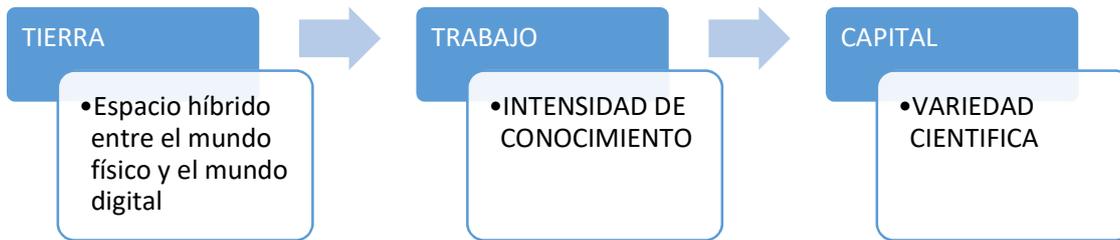
Todo el conjunto particular de avances científicos y tecnológicos que prospera en el tiempo, transmite a través de todas las generaciones sucesivas su propio conjunto específico de características evolutivas a toda la población, haciendo que exista en consecuencia otro conjunto obsoleto que pierde competencia, luego entonces, se da la llamada ventaja comparativa<sup>48</sup> (David Ricardo, 1817). En ese sentido identificamos que un marco de diferenciación global está dado por la especialización en la producción y todos los recursos implicados detrás, así como la complejidad de conocimiento técnico y científico para llevar a cabo dicha producción.

Lo anterior es útil para poner en perspectiva el modelo colaborativo correspondiente al nuevo paradigma alrededor de la revolución 4.0, así como su propuesta de valor a partir de la interacción y vinculación de los recursos disponibles, lo que a su vez conduce cada vez más hacia la selección de conocimientos y especializaciones científicas como el recurso más esencial. Es decir que, a medida en que vayamos avanzando en el paradigma 4.0, la mecánica productiva basada en la intensidad de trabajo, va progresando y transformándose en intensidad de conocimiento que se intercambia entre los demás elementos que constituyen el conjunto de procesos necesarios para convivir.

Precisamente la clave se ubica en el intercambio de información y conocimientos que se desarrolla bajo un modelo colaborativo, que es posible gracias a la plataforma tecnológica que forma la estructura de convivencia entre todos los factores de la producción (Esquema 5) así como cada elemento que los constituyen.

---

<sup>48</sup> La ventaja comparativa se refiere al valor que se genera en el libre mercado, en donde la especialización del producto diferencia al país que lo produce con respecto de los demás. Ejemplo: Un país exportador de computadoras con respecto de un país exportador de naranjas.



Esquema 5. Elaboración propia de los factores de producción en la fase de hibridación con el terreno digital

Expresando los factores de producción representantes de la revolución 4.0 se propone un marco colaborativo asimilado en la pentahélice (Diagrama 1) ofrecido en el capítulo 2, donde las interconexiones entre cada círculo/elemento representan la hibridación del terreno de comunicación, es decir, del cómo intercambian información, que da como resultado un cumulo de conocimientos que surgen a partir de su interacción, en donde podemos obtener una fuente –o varias- de intensidad de conocimiento, cuando cada elemento transmite o hace circular dicha información, luego entonces, crea un canal donde la variedad científica interviene para llevarnos al ciclo capitalizado por la innovación, con la finalidad de implementar un modelo de desarrollo sustentable.



Diagrama 1 de Pentahélice

Para concluir dicha idea este trabajo plantea y propone un modelo de factores de la colaboración como sistema alternativo de los factores de producción, donde el valor se crea a partir de la colaboración entre cada elemento representado por cada círculo.

Dicho de otro modo, se trata de identificar los factores productivos, renovarlos, diversificarlos e integrarlos en cada conjunto que componen la pentahélice, donde la tierra donde se genera el valor está orientado en la plataforma de comunicación digital del acceso a la información –la red-, el trabajo en el conocimiento resultante de la convivencia entre las distintas fuentes de información, y donde el capital es la constante generación de conocimiento disruptivo, en ese sentido, el valor se crea en el ciclo de colaboración.

Para abundar más en esta idea se suscribe lo siguiente.

- ***Economía Colaborativa (Sharing Economy)***

*“Algunos también lo conocen como la economía del compartir, porque su principio es que los individuos obtengan un valor monetario de un bien que tienen infrautilizado y que, mediante una plataforma tecnológica, puedan compartir y obtener provecho.”<sup>49</sup>*

*“Así, tenemos que mientras en 2017 solo 7 % aseguraba comprar en línea de manera semanal, en 2018 esa cifra se elevó al 38%. Este importante salto tiene que ver con una conjunción de factores, entre ellos los negocios de la economía colaborativa, y para cualquier comercio en línea esto debe ser objeto de estudio.”<sup>50</sup>*

¿Cuáles son aquellos mercados colaboristas que podemos observar hoy?

- **Mercado colaborista servicio-producto:** se desempeñan para poner a disposición bienes y servicios al mismo tiempo en que se genera la demanda, servicios como Uber y Airbnb.
- **Sistema financiero colaborativo:** cuando la comunidad une recursos para compartir o impulsar un producto o servicio. En esta categoría se encuentran las plataformas de micromecenazgo o crowdfunding como Kickstarter.

---

<sup>49</sup> PIERRE-CLAUDE BLAISE. (2019). *Economía colaborativa: impacto en e-commerce*. Recuperado el 20/06/2020, de Revista Forbes Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/economia-colaborativa-impacto-en-e-commerce/?fbclid=IwAR0Htjjem7LPD0tTOHulvWChZyS3u259e7ti2NUwGIUbffOXc2yKRQfZml>

<sup>50</sup> Ibid

- **Servicios de renta y suscripción (streaming):** Se refiere al derecho de acceso temporal en lugar de la propiedad del producto. Son plataformas como Spotify o Netflix.

Se espera que estas nuevas empresas y plataformas sean un arquetipo para que en el futuro cercano la reciente ola digital permita la integración de más ideas disruptivas que generen más empresas y más sectores con categorías similares orientadas a generar valor a partir de la colaboración.

La idea de una economía colaborativa resulta disruptiva por su capacidad de cambiar y reconfigurar las bases económicas formales del mercado capitalista y actuando en sinergia, Rifkin comparte esta idea mencionando que:

*“El procomún colaborativo está transformando nuestra manera de organizar la vida económica y ofrece la posibilidad de reducir las diferencias en ingresos, de democratizar la economía mundial y de crear una sociedad más sostenible desde el punto de vista ecológico”*

Esta idea radica en que la interconexión digital en un plano global permite reducir las barreras de entrada y concéntralas en una sola red informática global, donde todas las operaciones mercantiles se llevan a cabo desde cada dispositivo celular y/o computacional al que todo el mundo –o la mayoría- tiene acceso inmediatamente. Como ya se ha analizado en el capítulo 1, cada revolución industrial en la logística es un desplazamiento hacia la eficiencia, cada etapa posterior implica minimizar los costos a medida que se incrementa la red de movilidad, hoy no son únicamente mercancías y servicios, se suma el tránsito logístico de datos.

Ser capaz de democratizar la economía mundial se refiere a una mayor visibilidad de las operaciones mercantiles, al ser colaborativas expresa que son más transparentes, la relación entre oferentes y demandantes forman una relación de 1:1, el terreno del intercambio está más simplificado a la anulación de intermediarios y es ahí donde se crea la nueva relación de comunicación y logística que propicia la reducción en la brecha del ingreso. Sin embargo es necesario hacer hincapié en que las formas y procesos en donde ocurre este cambio implica asimilar el conocimiento necesario para hacerlo, es decir, ofrecer una reorientación en campos donde el conocimiento debe ser, por necesidad, más especializado.

En el objeto de estudio “Aplicación de un algoritmo para la asignación de órganos” formulado en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) UNAM (Capítulo 3) se manifiesta la capacidad de la colaboración en el plano científico para resolver un problema sumamente delicado como es la salud. Dos disciplinas que se imparten en diferentes facultades se permitieron coincidir y alcanzar el desarrollo paralelo combinando

variables médicas con interpretaciones en ciencia de datos para determinar en conjunto una solución particular de maximización de recursos para minimizar el costo, en el sentido del tiempo de respuesta, lo cual, a su vez, proporciona las bases necesarias para aportar a la técnica un sistema novedoso, innovador y con todas las características de disrupción.

### 4.3 Integración Horizontal ¿Qué tiene que ser diferente?

Es necesario primero hacer un contraste entre la organización necesaria para lograr una integración eficiente para llevar a la empresa a una situación que propicie economías de escala, que a grandes rasgos implica que una organización reduce sus costos de producción a medida que se expande, para lograr ese propósito la estrategia empresarial opta por competir por la vía del precio para acaparar la atención de los consumidores y aumentar la demanda. Ese propósito implica identificar en el proceso productivo aquellas variables donde puede recortar el costo y trasladar o reorganizar el flujo de capital con el fin de orientarlo para aumentar el volumen de productos, mercancías o servicios y así aumentar de manera significativa su presencia en el mercado, en las plazas de más fácil acceso para todas las personas.

De esta manera la organización que logra entrar en la economía de escala comienza a circular mayor cantidad de productos, los consumidores satisfacen sus necesidades y aumentan su utilidad con un excedente por intercambiar a mejor precio en mayor cantidad y se asienta una relación de fidelidad lo que ancla el consumo y promueve un flujo creciente de producción convirtiéndose en un ciclo reproductivo que acumula beneficios. En ese sentido se necesita visualizar donde, y ¿en qué variables la empresa identifica que puede minimizar gastos? La empresa tiene primordialmente dos metas fundamentales para poder promover una reproducción del beneficio:

*Efectividad = Maximizar Beneficios ( $\Delta$  Ventas,  $\Delta$  Cuota de Mercado,  $\Delta$  Cartera de Clientes)*

*Eficiencia = Minimizar Costos ( $\nabla$  Costos, Sistemas de Calidad, Análisis de insumos)*

Luego entonces, la relación de variables dentro de la empresa en una economía de escala se traduce a: “hacer más con menos”.

El elemento central de estas metas, donde los empresarios fijan su atención, dado que pueden intervenir directamente es en la minimización de costos en los sistemas de calidad y en los insumos, en síntesis se ubican los costos de transacción como factores que comprometen a la empresa mediante los

intermediarios, ya sea en cuestión logística o en materiales para fabricar o para dar mantenimiento, así como para comunicarse al interior y al exterior.

Pronto los empresarios identificaron que la solución al reto de reducir dichos costos de transacción implica disminuir la distancia entre sus intermediarios y la fábrica hasta casi anularla, por otro lado se asume que el tiempo de traslado de insumos que entran a la fábrica indirectamente también tienden a reducirse casi a cero.

En este sentido para reducir costos el objetivo primordial es reducir a cero la distancia (al exterior de la fábrica) y lo más cercano a cero en el tiempo (nunca se lograra un cero absoluto en este rubro), así como los costos de información y comunicación. ¿Cómo? Integrando toda la cadena de valor bajo el mismo techo (Rifkin, 2014), situación que nos conduce directamente a la concepción de integración vertical, en donde la empresa se “apodera” de todos los medios a su alcance para lograr su objetivo directo de reducir costos. Sin embargo esta dimensión vertical centraliza y de alguna forma acapara los avances técnicos y los encarece dadas las barreras que se establecen al concentrar todos los recursos inhibiendo la competencia y propiciando la monopolización al absorber distintos sectores, disminuyendo la oportunidad de que otros empresarios con menos capital puedan acceder y emparejarse, al mismo tiempo que las empresas intermediarias reducen sus operaciones al disminuir su cartera de clientes.

Todo este escenario fue particularmente un rasgo definitorio de las revoluciones industriales anteriores a la cuarta revolución industrial, esta última redefine, como ya se ha insistido, en la capacidad de reorganización proporcional a la plataforma tecnológica a la que empresarios y consumidores tienen acceso para insertarla en la búsqueda de nuevas formas de satisfacer su utilidad y los beneficios que les corresponden.

Esta nueva redefinición se dirige a una concepción lateral y colaborativa, con la característica de descentralizar la producción, es decir, expandir el horizonte de posibilidades, donde un aspecto fundamental sigue siendo reducir los costos de transacción y de información anulando los intermediarios, utilizando como ventaja la conexión a la red digital donde se facilita el tránsito y la agilidad de comunicaciones y el flujo de información comercial, la capacidad de esta red es la de proporcionar el terreno (físico y virtual) para proponer otro diseño organizacional horizontal que facilita la nueva tecnología porque sustituye procesos repetitivos, lineales y sistemáticos.

El comportamiento de las empresas ahora ya no se limita a absorber capacidades instaladas, el elemento clave ahora es la sincronización empresarial de la información, que conlleva descentralizar la producción y concentrarse en un modelo nuevo y disruptivo de colaboración.

Los ejemplos los ubicamos en aquellas aplicaciones tecnológicas que son consistentes con la categoría *mercado colaborista servicio-producto*, Uber Eats y Rappi que son aplicaciones que pertenecen al conjunto de empresas del sector servicios, visiblemente los podemos catalogar como intermediarios entre los consumidores que quieren satisfacer su necesidad alimenticia y la cadena restaurantera, etc. Ahora bien desarrollemos las características que envuelven a estas dos empresas (restaurantes y aplicaciones de entrega como son Uber Eats y Rappi).

1.- La cadena restaurantera para aumentar su cuota de mercado debe ofrecer a sus clientes la opción de solicitar su producto o servicio alimenticio enviando entregas a domicilio, por supuesto debe adquirir vehículos o medios de transporte, por lo cual se asume un costo adicional a su función principal de preparar alimentos; o en su caso arrendar por parte de una empresa intermediaria de equipos de transporte, es una opción más barata para la empresa sin embargo aún debe desembolsar capital para tal motivo.

2.- Las aplicaciones, Uber Eats y Rappi identificaron una necesidad básica y la solución resultante, estas dos empresas ofrecen al mercado el satisfactor en varias direcciones:

- Las cadenas restauranteras están ubicadas en la base de datos de la aplicación a manera de directorio, por ubicación y tipo de servicio, así como la distancia.
- En ese sentido la cadena restaurantera se integra a una sola red digital donde cada local funciona independientemente, aquí ya podemos visualizar horizontalmente a un sector del conjunto servicios.
- Resalta que estas cadenas se pueden ver beneficiadas al desapegar los costos que suponen adquirir flotas de transportes para cumplir con el servicio a domicilio, así como las fuentes de energía y mantenimiento de dicha flota.
- Ubicamos ya un conjunto de colaboración entre dos empresas del sector servicios pero distintas plataformas que conviven entre sí en donde sus lazos de beneficio se haya en el ahorro de una por la diversificación de otra.

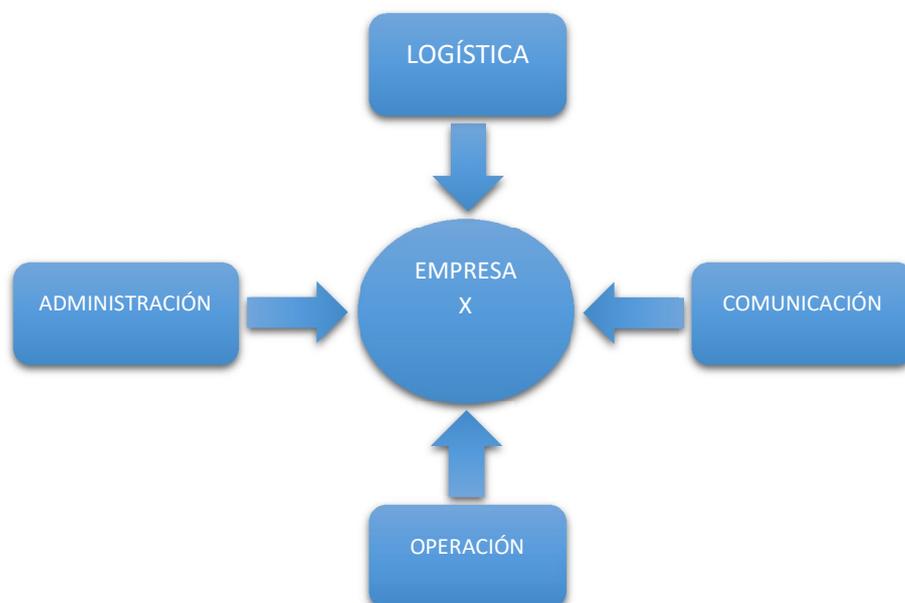
- Entonces, de la descentralización de la industria restaurantera en el aspecto del servicio de entrega a domicilio se pudo generar una industria con distintas empresas, propiciando la competencia en un elemento antes infravalorado y catalogado sólo como herramienta más no como fuente principal de valor.

### 3.- Analizando del lado de los consumidores:

- La alimentación es una necesidad básica para todo el mundo, eso es intuitivo pero cabe señalarlo dado que Uber Eats y Rappi identificaron una necesidad que es estrictamente primordial para la vida, luego que esa necesidad es mundial, en consecuencia, tiene un mercado potencial de escala global.
- Se identificó y se aprovechó el acceso a dispositivos móviles (teléfonos inteligentes), de la población, en ese sentido se ubicó el canal de comunicación en una nueva plataforma.
- Los hábitos y tareas de la población en crecimiento implican aprovechar el tiempo de la manera más eficiente, y tener una herramienta a la mano que ahorra tiempo en una necesidad básica.
- El acceso a la información y la calidad del servicio establece una relación de fidelidad entre el proveedor y el cliente. Con estas aplicaciones el consumidor puede apreciar en tiempo real el progreso de la operación, del establecimiento a la puerta de su casa.
- Luego entonces la visualización horizontal de la información expande la red de colaboración entre restaurante, servicio de entrega y cliente, en donde en cada elemento se distribuye información que es relevante para todo el conjunto, es decir: elección, transacción, operación, distribución y consumo.

En este ejemplo se ubican las tres matrices propuestas por Rifkin expresadas en el capítulo 1, la comunicación, la logística y también implícitamente el gasto energético, la entropía, es decir, el costo del aprovechamiento del combustible que suponía para los empresarios restaurantera y de establecimientos de abarrotes para su servicio de entrega a domicilio. El ahorro de la entropía energética se haya en que paralelamente se establece sólo un tránsito de punta A a B, anterior a estas aplicaciones el traslado del consumidor al mercado o al restaurante y de vuelta a la residencia. En un futuro que se espera no muy lejano se prevé que las fuentes renovables de energía alternativa mejoren colaborativamente todo el ciclo del proceso de elección, transacción, operación, distribución y consumo.

Lo que la nueva plataforma tecnológica 4.0 hace en el aspecto del diseño organizacional de la empresa es anular la jerarquización de la información que fluye dentro y fuera de la empresa y cambiar la forma y la condición de los intermediarios, siempre asegurando la eficiencia, es decir, la minimización de costos de operación, transacción, logística y comunicación para desarrollar un efecto colaborativo en la administración. El objetivo es delegar tareas como lo demuestra el ejemplo de las aplicaciones Uber Eats y Rappi en el sentido de segmentar las operaciones y generar valor a partir de la diversificación y colaboración, es decir que la empresa restaurantera puede reorientar sus capitales y recursos en áreas más estratégicas para competir en el ecosistema sectorial, dejar de lado la administración del elemento distributivo y externalizarlo hacia aplicaciones digitales controladas por empresas ajenas al control mismo del restaurante que le permite diseñar organizacionalmente sus capacidades y distribuir las decisiones de manera más óptima en la menor cantidad de departamentos específicos de la actividad propia del establecimiento (en el ejemplo en la cocina, exploración de distintos insumos, exploración de tendencias, gustos y preferencias).



Esquema 6. Elaboración propia. Centralización



Esquema 7. Elaboración propia. Descentralización lateral

#### 4.4 Plataforma Inteligente de Integración Horizontal

La convergencia de la plataforma tecnológica en la industria 4.0 ofrecida en el capítulo 1, punto 1.4 referente a los elementos que describen esta nueva etapa definen distintos aspectos que representan lo siguiente:

- Un modelo de organización y control de la cadena de valor a través de las tecnologías de la información.
- Eficiencia del sistema de producción durante el proceso de transformación.
- Unión de ecosistemas digitales (aplicaciones, softwares, redes, plataformas sociales, etc.)

La base de colaboración donde esta plataforma se inserta en la generación de valor y rediseño dentro del marco empresarial ofrece distintos elementos que se enuncian a continuación:

- **Soluciones Inteligentes**

La disposición de las nuevas herramientas de innovación en un aspecto de integración lateral está definida dentro de la capacidad de comunicación y de interacción humano-máquina en el sentido híbrido, es decir, que la tecnología representativa de la revolución 4.0 se vuelve colaborista gracias a que existe un canal de comunicación y transmisión de información entre los objetos y los operadores de estos (es el concepto de IdC que definiremos más adelante). Estos elementos se distribuyen en:

- I. Electrónica: Disposición de sensores que proporcionan información sobre el entorno, su condición propia y estado, arrojando indicaciones inmediatas para su mantenimiento.
- II. Softwares: Capacidad de autogestión y autofiltración de información del entorno para tomar decisiones descentralizadas.
- III. Red de conexión: Capacidad de conexión de colaboración *Person to Machine* (P2M), *Machine to Machine* (M2M), *Machine to Person* (M2P)<sup>51</sup>
- IV. Habitante: Convergencia de Electrónica + Software + Red de conexión + máquina, todo ello en el sistema físico-digital de la red.

La solución se encuentra en insertar dentro de la cadena de valor el “Habitante”, el cual de manera automática, dependiendo de la operación para la que se programa, captura información y la convierte en un canal de comunicación lateral es decir, se configura un ciclo entre P2M-M2M-M2P. (P) adopta cualquier condición en referencia a operadores, consumidores, reparadores, proveedores, etc. (M) consistente a la compatibilidad según el sector y la actividad para la que haya sido diseñado y programado, puede ser robot, vehículo, dispositivo, consola, modelo, etc.

El “Habitante” luego entonces, representa el objeto entre la hibridación física y digital que también y adopta la forma de valor agregado.

- **Innovación Inteligente**

Se trata de identificar en este rubro la representación en acción con la finalidad de ubicar las claves de intervención de la plataforma 4.0, las cuales están orientadas hacia:

- I. Innovación en el flujo de información desde y hacia la empresa.
- II. La posibilidad de crear un canal de interacción y convergencia, es decir, vincular objetos, consumidores y proveedores con el fin de convertirlos en colaboradores.  
Ejemplo: Nuestro objeto de estudio. Médicos + Informáticos + Pacientes + Algoritmos de asignación.
- III. Selección artificial, quiere decir que la innovación permite controlar el tiempo en la perspectiva de operaciones en comercio, finanzas, transacciones, regulaciones, trámites, etc. Cabe mencionar

---

<sup>51</sup> Del Val Román, J. (2018). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. 20/05/2019, de CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Sitio web: <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>

que se liga a facilitar el ejercicio del periodo que nos ocupa generar una respuesta y el intervalo en que tomamos decisiones.

- IV. Extiende la colaboración de innovación entre laboratorios científicos, academias, industrias, sociedades de conocimiento. Es decir, facilitar el acceso a la innovación e incentivarla.
- V. Innovación en la capacidad analítica facilitada por las herramientas informáticas.
- VI. Innovación en la recolección de datos (minería de datos) en la diversidad científica. Se captura información al mismo tiempo en que se genera.
- VII. Dado que la innovación actual permite la interconexión, propicia la flexibilidad de la producción. Ejemplo: No adquirir un producto o servicio sino una suscripción.
- VIII. Innovación en la identificación de riesgos e ineficiencias.
- IX. Personalización adaptativa, es decir, el libre acceso gracias a la nueva red permite que los consumidores se involucren y diseñen su producto o servicio ideal, es decir, un customer service focalizado.
- X. Autoajuste de la oferta, lo que implica que gracias a la conectividad lateral y colaborativa se tiene información en tiempo real de disposición de productos y servicios al mismo tiempo en que se genera la demanda. Esto implica un mejor control de inventarios y un mejor control del equilibrio de precios en el sentido de identificar oscilaciones y variaciones, así como un monitoreo efectivo de los recursos.

El aspecto que se mantiene constante entre todas estas bases de innovación es la capacidad de comunicación, sin la construcción de un canal efectivo por donde circule la información, es difícil valorar positivamente el progreso que promueve la revolución 4.0. El canal al que se refiere este trabajo está determinado a integrar personas y objetos (tangibles como un teléfono inteligente, o intangibles como un software), la innovación incremental nos ha permitido evolucionar y la innovación disruptiva es la manifestación de la transformación que estamos experimentando. Para ello existe una nueva categoría donde intervienen objetos y personas: el internet de las cosas (IdC) es la manifestación de insertar inteligencia, pero ¿Qué condición de inteligencia? Como se mencionó en el capítulo 1, la mayor manifestación de inteligencia la encontramos en la capacidad de comunicar y distribuir información para controlar nuestro entorno, para reproducir nuestro conocimiento y para evolucionar. Todos los seres vivos se comunican y es ese aspecto donde encontramos relaciones para formar sociedades.

#### 4.4.1 Internet de las Cosas (IdC)

“Se define como una serie de cosas, sea cuales sean esas cosas, que se conectan entre ellas o con seres humanos a través de una red y que tienen la capacidad de autodiagnosticarse y decir cómo se “sienten” y el estado en el que están, como de entender y “hablar” con otras cosas conectadas a una red central” (Bruno Juanes socio responsable de innovación y manufactura en consultoría Deloitte México).

Esta definición ofrecida por Bruno Juanes en una entrevista realizada con él y manifestada en YouTube<sup>52</sup> es una definición de manera sencilla para entender la concepción de esta categoría. En ella podemos sintetizar que el IdC es un esfuerzo Humano- Mecánico- Digital que conectados a una red se forma un canal de comunicación y un intercambio de información hacia un concepto llamado como “tecnología facilitadora”.

El entorno donde se desarrolla esta tecnología facilitadora del internet de las cosas es el más cercano posible a cada persona, expresar nuestras actividades más simples, cómo elegir la mejor hora para dormir, abrir el refrigerador, tan simple cómo abrir una ventana para ventilar o iluminar nuestra habitación, abrir el grifo del lavaplatos, etc. Es decir, sensorizar las cosas que son parte de nuestras actividades más domésticas. Comunicarte directamente con el hogar y todos los electrodomésticos que están dentro.

Esencialmente se trata de automatizar nuestra vida cotidiana desde la tarea más básica como procesar los desechos que generamos al hacer cualquier actividad. El esfuerzo tecnológico detrás de esta innovación es la capacidad de cómputo de información que generamos con el simple hecho de ocupar un espacio, el IdC es digitalizar y automatizar nuestros más básicos hábitos. Sin embargo no sólo se trata de automatizarnos, valga la redundancia, a nosotros mismos, la tecnología IdC corresponde un facilitador en distintos factores de procesamiento de cómputo como de almacenamiento, y en ese sentido en una reducción de todos los costos, tanto monetarios, administrativos, como ambientales.

La captación de información del entorno y su transformación digital por parte de sensores y emisores que traducen parámetros o magnitudes físicas (Inputs) y lo convierten en una señal de procesamiento del sistema (Outputs). Estos sensores miden su necesidad energética y consumen sólo lo necesario, implicando un ahorro en energía eléctrica, sensores en nuestra habitación que controla las persianas dependiendo de la luz ambiental dentro y fuera del espacio, un sensor que mide la cantidad de oxígeno

---

<sup>52</sup> Poner en el buscador de YouTube: “sábados de tecnología con Bruno y Stefan sesión 2 16 05 20”  
<https://www.youtube.com/watch?v=S1y7fSs6zeg&t=193s>

regulando la ventilación sin que el individuo se ocupe de hacerlo, o la capacidad de controlar desde nuestro teléfono celular desde la escuela o la oficina el equipo audiovisual de vigilancia de nuestro hogar.

Técnicamente los objetos físicos como vehículos, máquinas y electrodomésticos que forman parte de nuestra vida cotidiana, utilizan ya y en el futuro se les integraran más sensores y APIs, pero ¿Qué lo hace posible? El IdC es una integración de tecnologías, es decir una plataforma con distintos elementos conectados entre sí en una Interface de Programación de Aplicaciones (APIs) que conectan los dispositivos a internet. Para que esto se pueda llevar a cabo se apoya en otras tecnologías relativamente novedosas que son clave como el Big Data para la analítica predictiva, entra en acción la Inteligencia Artificial (IA) y el Machine Learnig, elementos de almacenamiento masivo de datos, la Cloud y los Identificadores por Radiofrecuencia (RFID).<sup>53</sup>

La empresa SAP, estima que ya en 2020, 20.4 billones de dispositivos inteligentes estarán conectados al IdC, del mismo modo estima que para el 2025 el potencial del impacto económico del IdC sea de \$11 TDD, y que en 2020 tendremos una plataforma tecnológica que tenga 50% de todos los activos operativos nuevos autosustentables, es decir, capaces de autogestión, autodiagnóstico y con autofiltración de datos.

SAP es el líder del mercado en software de aplicaciones empresariales, y esta empresa observa beneficios sustanciales en el IdC en el corto, mediano y largo plazo, con la capacidad de cambiar todos los esquemas cotidianos en la empresa redefiniéndola como “Empresa Inteligente”, sin embargo su apuesta va más allá al incluir el “Hogar Inteligente”.

Esta desarrolladora ve beneficios en:

- Nuevos modelos de negocio.- Reabastecimiento automático, Apps, servicios de suscripción.
- Eficiencia operativa.- automatización de fabricación y monitoreo.
- Customer service.- ofrecer servicios y/o productos personalizados.
- Productividad de la fuerza laboral.- La plataforma IdC, al ser colaborativa, es un complemento mas no un elemento de sustitución, ayudara a la mejor toma de decisiones, automatizar las tareas rutinarias y permitir que los trabajadores exploten mejor su desempeño intelectual, una

---

<sup>53</sup> ¿Qué es el internet de las cosas (IoT)? En SAP, consultado en: <https://www.sap.com/latinamerica/trends/internet-of-things.html>

capacitación más creativa y menos operativa en el aspecto del trabajo repetitivo, así como acelerar la comunicación entre distintas funciones del diseño organizacional.

#### 4.5 Intensidad de Trabajo por Intensidad de Conocimiento ¿Causará la tecnología una crisis de desempleo?

Precisamente el aspecto laboral es un tema de profundo debate, dado que la tecnología y su potencial operativo supone que muchas áreas laborales serán desplazadas por la ola digital, se comenta que muchos puestos de trabajos serán “arrasados”. Sin embargo esto es un debate y quizá muchas áreas estén propensas a ser automatizadas. La discusión no está dirigida a aceptar esta percepción falsa del potencial tecnológico para desempeñar tareas rutinarias como expresa SAP, sino que esta evolución precisamente corresponde a una transformación del trabajo repetitivo por esfuerzo intelectual o como se denomina, una reconstitución de la intensidad de trabajo por intensidad de conocimiento.

La pregunta que se plantea el Instituto Mises es sí ¿causara la tecnología una crisis de desempleo? Andrew Yang, abogado, empresario y fundador de la firma Venture for America, así como excandidato presidencial en 2017 en EUA, puso a discusión que “un tercio de todos los trabajadores estadounidenses perderán su trabajo en la automatización en los próximos 12 años. Nuestras políticas actuales no están equipadas para manejar esta crisis” (Andrew Yang, 2017).

Sin embargo esta postura resalta el análisis histórico de las pasadas revoluciones industriales, el argumento que ofrece el Instituto Mises a través de su centro de investigación refuta que *“si la tecnología hubiera estado destruyendo puestos de trabajo durante los cientos de años que la gente ha estado discutiendo sobre la automatización y las máquinas, difícilmente habría quedado trabajo”*<sup>54</sup>

El argumento está apoyado por la cantidad de trabajos que se crearon en cada fase de revolución industrial, la máquina de vapor que movía los telares no desplazó a los encargados de juntar la lana y a los que cultivaban y cosechaban el algodón, ni mucho menos desplazó a los agricultores de trigo para los molinos, la imprenta no desplazó a los escribas e intelectuales, que expresaban su conocimiento en los libros; la locomotora si desplazó sociedades pero fue para crear ciudades y asentamientos urbanos modernos, el desplazamiento que incentivó la locomotora fue para crear nuevas fuentes de trabajo revolucionarias en

<sup>54</sup> Pace, A. (2019). No, los robots no nos harán a todos desempleados. 15/05/2020, de MISES.ORG/ES Sitio web: [https://www.mises.org/es/2019/03/no-los-robots-no-nos-haran-a-todos-desempleados/?utm\\_source=divr.it&utm\\_medium=facebook&fbclid=IwAR3Xl3GCpy6yvBDRrgq4cAjdMZMFHeMvNA8PgGklPzDKQ-wZM3IbPgvWcUc](https://www.mises.org/es/2019/03/no-los-robots-no-nos-haran-a-todos-desempleados/?utm_source=divr.it&utm_medium=facebook&fbclid=IwAR3Xl3GCpy6yvBDRrgq4cAjdMZMFHeMvNA8PgGklPzDKQ-wZM3IbPgvWcUc)

su época, posteriormente, el automóvil no desplazó a los maquinistas de la locomotora, el telégrafo no desplazó al servicio postal. Dichos elementos tomaron en su momento el lugar de muchas personas, sin embargo la tecnología no representa la eliminación del trabajo, sino su transformación, evidentemente para algunos el avance los tomó por sorpresa y tuvieron que verse en la necesidad de ajustarse a las necesidades del mercado de trabajo.

EUA es una de las potencias tecnológicas en toda la trayectoria industrial moderna, y son unos de los primeros en aplicar sus conocimientos en la creación de nuevas herramientas, ahora informáticas, en nuestra línea del tiempo vemos que Apple Computers y Microsoft se fundaron en los años 70-80's, 50 años después estas dos tecnológicas son la empresa más valiosa con un valor de mercado por 206,000 mdd con una tasa de crecimiento anual del 12% con respecto del 2018; y la tercera más valiosa en el mundo con un valor de 125,300 mdd con una tasa de crecimiento anual del 20% respectivamente según la lista Forbes 2019 en las marcas más valiosas 2019<sup>55</sup>

Para hacer un contraste la tasa de desempleo en EUA ha sido la más baja históricamente desde que comenzaron los registros en 1969, como suscribe la cadena de noticias alemana DW.

*“La creación de puestos de trabajo en Estados Unidos se mantuvo sólida en septiembre y la tasa de desempleo cayó a 3,5 por ciento, el registro más bajo desde diciembre de 1969, anunció este viernes (04.10.2019) el Departamento del Trabajo.*

*La economía estadounidense creó 136.000 empleos en ese mes, después de sumar 168.000 en agosto, cuya cifra revisada fuertemente al alza desde los 130.000 inicialmente estimados. Los analistas esperaban, no obstante, un número mejor para septiembre, de 150.000.”<sup>56</sup>*

---

<sup>55</sup> Badenhansen, K. (2019). Marcas más valiosas 2019: Apple, la primera en superar los 200,000 mdd. Recuperado el 20/05/2020, de Revista Forbes Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/marcas-mas-valiosas-2019-apple-la-primera-en-superar-los-200000-mdd/>

<sup>56</sup> Kowalsky, J.. (2019). Desempleo en Estados Unidos cae a su menor tasa en 50 años. Recuperado el 20/05/2020, de DW Sitio web: [https://www.dw.com/es/desempleo-en-estados-unidos-cae-a-su-menor-tasa-en-50-a%C3%B1os/a-50707354#:~:text=Desempleo%20en%20Estados%20Unidos%20cae%20a%20su%20menor%20tasa%20en%2050%20a%C3%B1os,-Los%20%C3%ADndices%20de&text=La%20creaci%C3%B3n%20de%20puestos%20de,2019\)%20el%20Departamento%20del%20Trabajo.](https://www.dw.com/es/desempleo-en-estados-unidos-cae-a-su-menor-tasa-en-50-a%C3%B1os/a-50707354#:~:text=Desempleo%20en%20Estados%20Unidos%20cae%20a%20su%20menor%20tasa%20en%2050%20a%C3%B1os,-Los%20%C3%ADndices%20de&text=La%20creaci%C3%B3n%20de%20puestos%20de,2019)%20el%20Departamento%20del%20Trabajo.)

Esta tasa de desempleo se ha mantenido por debajo del 4% desde la crisis mundial del 2008 dado que muchos trabajadores han regresado al mercado laboral después del derrumbe económico.

Los números nos revelan que el avance tecnológico en digitalización permite la creación de empleo y por otro lado la especialización científica más compleja para desempeñarlo.

*“La tecnología sirve para fortalecer la economía. Las máquinas y herramientas nos hacen más productivos.”* (Austin Pace, 2019).

Estigmatizar el avance tecnológico corresponde al reordenamiento de la inversión de capitales para sustituir la plataforma tecnológica, los retornos en el tiempo hacia un nuevo paradigma industrial y social corresponden capitales de alto riesgo, por lo cual este trabajo estima que desincentivar la revolución tecnológica corresponde una alta tendencia adversa al riesgo por parte de las empresas tradicionales que ven a la transición como un peligro y distribuyen su negatividad al cambio insertando en la sociedad que representa un peligro para el *statu quo*.

Reguladores antimonopolio de la Unión Europea acusaron a BMW, Daimler y VolksWagen de coludirse para bloquear el despliegue de tecnologías más limpias en los motores de sus vehículos, en una medida que podría dar pasó a fuertes multas. *“Daimler, VW y BMW podrían haber violado las normas de libre competencia. Como resultado, los consumidores europeos podrían haber quedado marginados de la oportunidad de comprar autos con la mejor tecnología disponible”*, dijo en un comunicado Margrethe Vestager, comisaria de competencia de la UE.

Menciona específicamente los sistemas catalíticos selectivos que reducen las emisiones de gases nocivos en los autos diésel de pasajeros mediante la inyección, le preocupa una posible colusión en los filtros de partículas llamados “Otto”, que disminuyen las emisiones dañinas de partículas a partir de gases en los autos de pasajeros de energético a base de petróleo.<sup>57</sup>

La nota refleja una situación compleja y preocupante en cuanto a las actividades empresariales, la actitud de las empresas gigantes para adueñarse del mercado haciendo prácticas anticompetitivas no sólo cuestiona la moral, la visión y la misión de las empresas que incurren en prácticas desleales, en este caso dichas prácticas se vuelven dañinas para diferentes ámbitos económicos, empezando por la colusión como

---

<sup>57</sup> “BMW, Daimler y Volkswagen se coludieron para bloquear tecnologías limpias: UE” Forbes. [México], abril 5, 2019 Edición digital disponible en: <https://www.forbes.com.mx/bmw-daimler-y-volkswagen-se-coludieron-para-bloquear-tecnologias-limpias-ue/?fbclid=IwAR2mwMH7OYS6MQ5etxoXX3b-cAKefu-jmEwqx5EZY2ZAsGFHyI3gH3Pz3nQ>

práctica para ocultar información valiosa que agrede a los consumidores y su libre elección; las empresas involucradas no compiten con mejores e innovadores productos, sino que compiten ocultando información que vulnera y limita el progreso tecnológico (específicamente el de control de emisiones nocivas para el ambiente), también daña de forma agresiva la entrada de nuevas empresas con visión futurista, en este caso, en el sector de la automoción suena el caso de Tesla, marca que se ha visto atacada por diferentes flancos, lo cual ha limitado su papel protagónico en el mercado de los automóviles ecológicos tan necesarios para reducir las emisiones contaminantes.

Esta nota también refleja barreras a la entrada que se vuelven desincentivos para la innovación, pues en el caso citado es evidente que las grandes empresas atacan directamente con su tamaño de influencia centralizada y vertical, que con el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, empresas que ponen en prioridad los beneficios monetarios aplastando la solución a problemas intrínsecos de sus productos, es decir, construyen un proyecto financiero alrededor del beneficio, y no como Tesla que construyen productos alrededor de soluciones.

## 4.6 Índice Elcano de Presencia Global en Tecnología

El Índice Elcano de Presencia Global agrega y cuantifica, sobre la base de datos objetivos, la proyección exterior y el posicionamiento internacional de los países en función de las tres dimensiones que conforman su presencia: económica, militar y blanda. Para esta sección se toma en cuenta el agregado de variables blandas.

La presencia global podría definirse como la medida y forma en que los países están “ahí fuera”, independientemente de que ejerzan influencia o poder. La presencia global podría ser la base de ventaja comparativa, la plataforma o activo a transformar en influencia o poder, si es que el país tiene la capacidad y la voluntad de hacerlo.<sup>58</sup>

- **Poder duro** es un concepto principalmente utilizado en las relaciones internacionales, y que se refiere al poder nacional radicado en los medios militares y económicos.<sup>59</sup>
- **Poder blando** es un término usado en relaciones internacionales para describir la capacidad de un actor político, como por ejemplo un Estado, para incidir en las acciones o intereses de otros actores valiéndose de medios culturales e ideológicos, con el complemento de medios diplomáticos.<sup>60</sup>

En la base del poder blando también se toma en cuenta la influencia tecnológica, educativa, de acceso a la información y cooperación internacional que es un objetivo para medir el grado de globalización de cada país analizado en este sentido y en este trabajo. Por lo tanto, en países como EUA, Alemania, Reino Unido, Francia, Rusia, China, Japón e India, al ser países con potencia militar considerable, no se está tomando en cuenta dicha afluencia pues únicamente se requiere utilizar los parámetros tecnológicos, educativos y científicos para proyectar la presencia global en este rubro y su proyección internacional con el objetivo de visualizar y demostrar el terreno desaprovechado en esta área blanda, retomando lo del poder duro, parámetros estrictamente económicos como inversión, manufactura y servicios en aprovechamiento tecnológico, lo cual, en el caso de México, se intenta posicionar globalmente su participación en las medidas antes mencionadas, es decir, la capacidad científica-tecnológica, así como la

<sup>58</sup> Índice Elcano de Presencia Global. Revisado en : [https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/acerca\\_de](https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/acerca_de)

<sup>59</sup> Poder Duro. Revisado en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Poder\\_duro](https://es.wikipedia.org/wiki/Poder_duro)

<sup>60</sup> Poder Blando. Revisado en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Poder\\_blando#:~:text=Poder%20blando%20es%20un%20t%C3%A9rmino,el%20complemento%20de%20medios%20diplom%C3%A1ticos.](https://es.wikipedia.org/wiki/Poder_blando#:~:text=Poder%20blando%20es%20un%20t%C3%A9rmino,el%20complemento%20de%20medios%20diplom%C3%A1ticos.)

base educativa para relacionar objetivamente dónde hay que analizar para poder aportar recomendaciones con base en el tema de la revolución industrial 4.0.

#### 4.6.1 Estructura del Índice Elcano de Presencia Global

- La valuación tiene una sola dirección, partiendo de un origen numérico donde se proyecta cada país tomado en cuenta en este anexo, luego entonces, la métrica es unidireccional.
- El índice mide resultados, no medios para alcanzar la presencia global, en ese sentido el índice es transfronterizo.
- La presencia global se da en términos absolutos, no relativos al tamaño de la economía o la población, así mismo se busca la máxima capacidad explicativa con el mínimo número posible de variables e indicadores. En ese sentido en índice trata de dar una visualización a partir de un razonamiento eficiente sin perder objetividad de las posiciones.
- Por lo tanto, se toman datos duros de presencia global y no datos basados en juicios u opiniones.

Para definir la ponderación de los elementos numéricos del índice, se ha recurrido a la valoración de expertos en relaciones internacionales de los cinco continentes. Las encuestas se realizaron en 2011, 2012, 2015 y 2018, a expertos seleccionados sobre la base del informe Global Go To Think Tanks<sup>61</sup> que publica anualmente la Universidad de Pensilvania. El cuestionario fue enviado a 45 instituciones norteamericanas, 40 europeas, 27 asiáticas, 17 latinoamericanas, 12 africanas, 8 de Oriente Medio y Norte de África, y 3 de Oceanía.

El diagrama 4 que se expone a continuación se tomó de la página web de Elcano Royal Institute.

---

<sup>61</sup> <http://gotothinktank.com/>

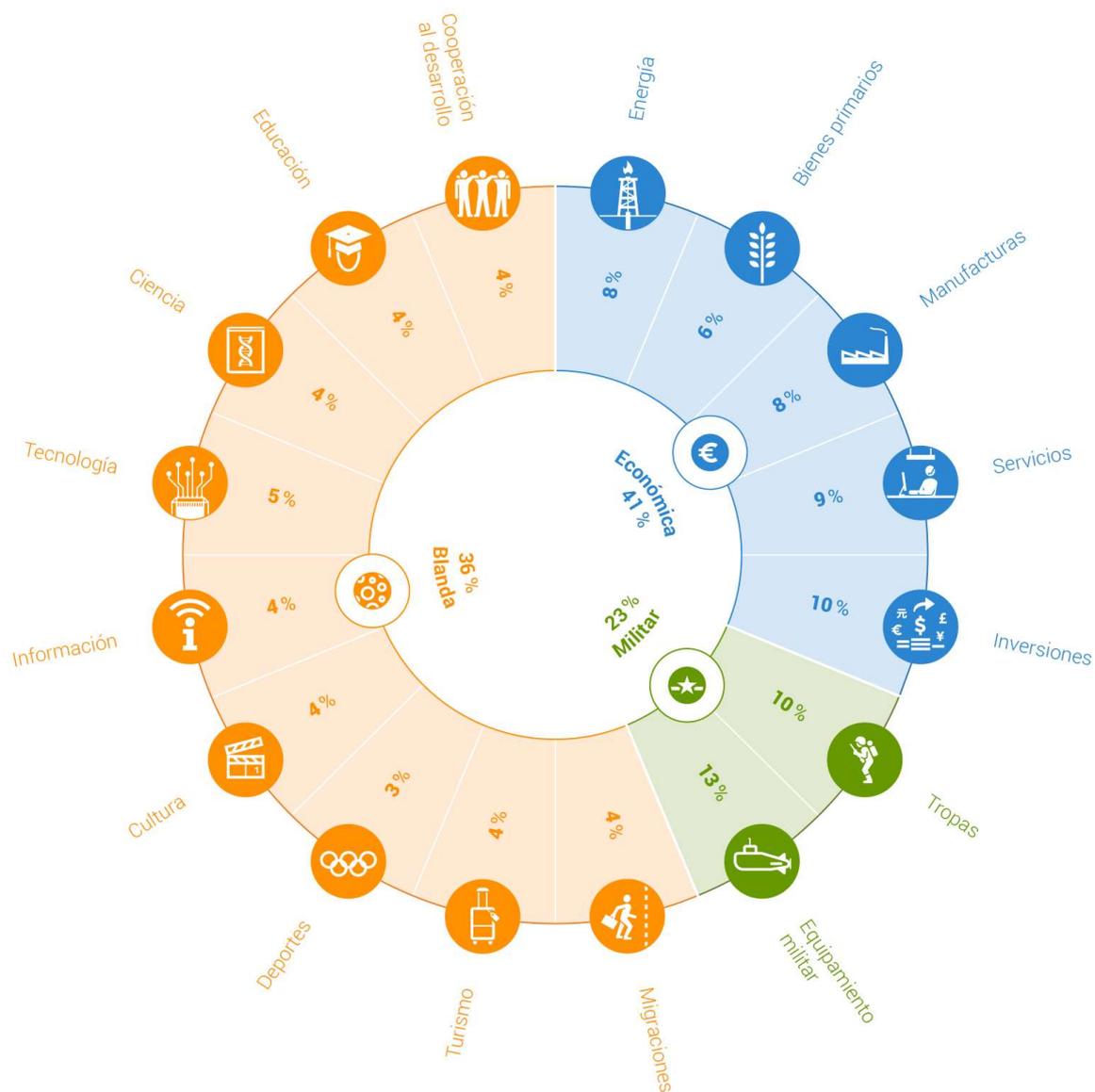


Diagrama 4 Fuente: Real Instituto Elcano Royal Institute. <https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/estructura>

En lo que se refiere a la estructura se observa que existe peso que en términos de influencia se focaliza en el poder duro (economía y militar), es importante reflexionar más no ocuparnos de analizar esta característica para no desviar el punto principal que es la tecnología, ciencia e innovación; la economía es un importante factor global, sin embargo el aspecto militar llama la atención de los expertos en relaciones internacionales para ubicar el peso de este factor, no por ello implica que el poder blando sea menos importante, recordemos que la segunda guerra mundial influyo en la generación de energía nuclear, y que la guerra fría dio lugar a la carrera por conquistar la frontera atmosférica de nuestro planeta, satélites, etc.

## 4.6.2 Metodología

El Índice Elcano de Presencia Global cubre una recopilación de 120 países. Esta selección se realiza según el orden de estos países en términos de PIB mundial con la excepción de Baréin, Nepal, Papúa Nueva Guinea, Afganistán, Bosnia, Camboya, Laos, Georgia y Albania, que han sido sustituidos por países de África Subsahariana y América Central con la finalidad de aumentar la representación de estas regiones.

## 4.6.3 Variables, indicadores y fuentes del Índice Elcano de Presencia Global

Para poner en perspectiva dichas variables y fuentes de información y componer el índice, este trabajo se concentrará en aquellas tomadas en cuenta para el anexo estadístico gráfico, es decir: Presencia Económica, Presencia Manufactura, Presencia Servicios, Inversión, Información, Tecnología, Ciencia, Educación y Cooperación.

- **4.6.3.1 Presencia Económica**

Variable	Indicador	Fuente
Manufacturas	Flujo de exportación de manufacturas (productos químicos, maquinaria, equipos de transporte, otros productos manufacturados) (SITC 5 a 8 menos 667 y 68)	UNCTADStat
Servicios	Flujo de exportación de servicios totales (servicios relacionados a bienes, transporte, viajes, y otros servicios como construcción, seguros, servicios financieros, informática, medios de comunicación, propiedad intelectual, otros servicios)	UNCTADStat

	empresariales, servicios personales, culturales y de ocio y servicios públicos)	
Inversiones	Stock de inversión directa extranjera en el exterior	UNCTADStat

Cuadro 14 Fuente: Real Instituto Elcano Royal Institute en: <https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/metodologia>

- **4.6.3.2 Presencia Blanda**

Variable	Indicador	Fuente
Información	Número de menciones en noticias de las principales agencias (Associated Press, Reuters, AFP, DPA, ITAR-TASS, EFE, ANSA, Xinhua) y ancho de banda de Internet (Mbps)	Base de datos de Factiva y Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)
Tecnología	Familia de patentes orientadas al exterior: número de solicitudes de patentes relacionadas entre sí depositadas en uno o más países extranjeros para proteger la misma invención	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI)– Statistics Database
Ciencia	Número de artículos, notes y reviews publicados en los ámbitos de artes y humanidades, ciencias sociales y ciencias	Clarivate Analytics – Web of Science, Primary Collection
Educación	Número de estudiantes extranjeros en educación	UNESCO – Institute for Statistics

	terciaria en territorio nacional	
Cooperación al desarrollo	Flujo de ayuda oficial al desarrollo bruto total o datos homologables	OCDE, SEGIB y fuentes nacionales oficiales

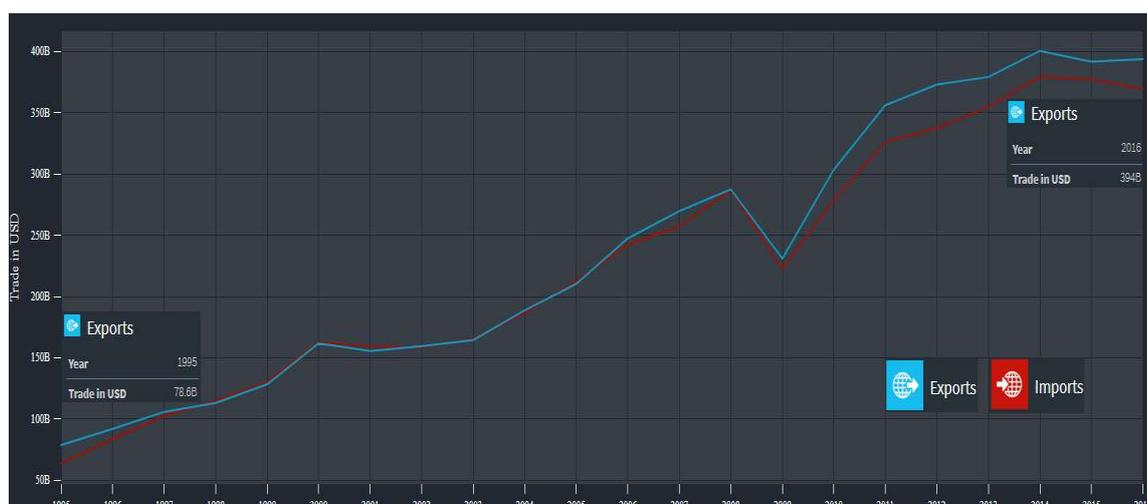
Cuadro 15 Fuente: Real Instituto Elcano Royal Institute en: <https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/metodologia>

#### 4.7 Oportunidades Para México

Una vez revisadas las fuentes que componen el índice, para finalizar este apartado y con ello este trabajo, cabe concentrarnos en qué situación particular se halla México para poder desempeñarse en el exterior, es decir, que papel juega y cómo aprovecha sus oportunidades, así como su influencia, tanto sus ventajas comparativas.

Resulta compleja la saturación de mano de obra en las urbes, lo que genera presiones a la baja de las remuneraciones y la productividad del salario dentro de la economía real y la demanda agregada, aunado a la nula innovación organizacional y técnica en el campo e industria que no aporta valor agregado, dado que nuestro producto depende de una gran red de ensamble en las cadenas de valor, crea una serie de efectos en cadena nocivos para la economía mexicana reflejándose en el producto total y el déficit en la balanza comercial, balanza de pagos, pago por servicios factoriales, balanza financiera, costos de transacción, etc. Son síntomas, causas y efectos de una baja productividad, a manera de analogía es como caminar con una pierna que es 78% más grande que la otra, un avance que carece de ritmo y agilidad, la situación se complica cuando formamos parte de una carrera representada por la globalización.

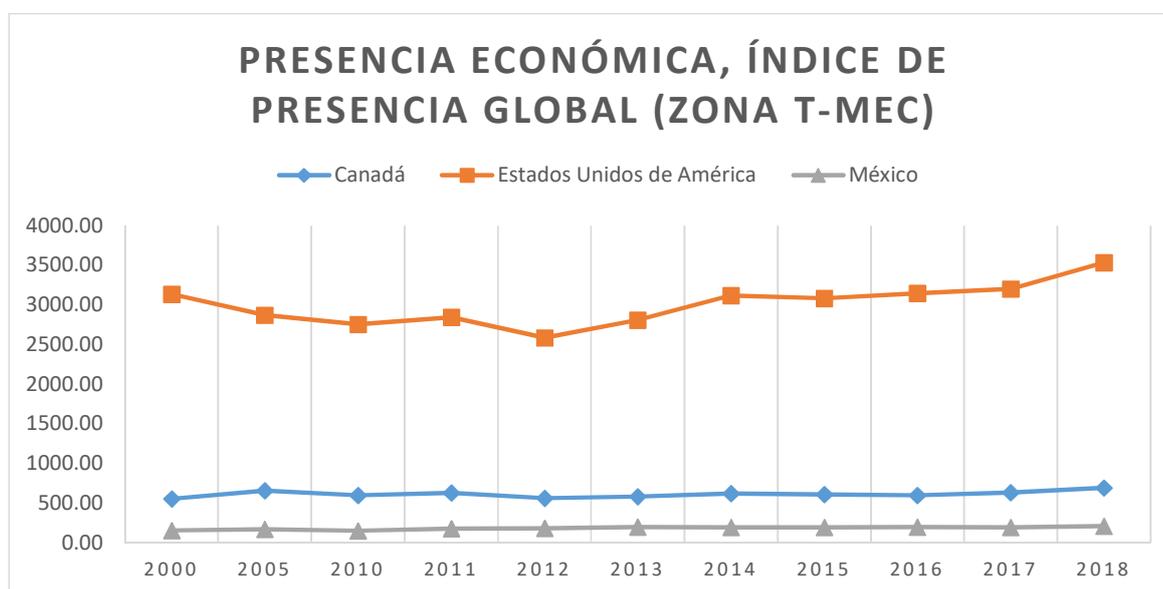
Como lo muestra la gráfica de exportaciones, 1995 representa para México un punto de partida en el comercio exterior, dado que entra en vigor el TLCAN y su participación en el comercio global, para ese año reporta en exportaciones netas \$78.6 BDD, para 2016 su desempeño ha escalado 401% para reportar \$394 BDD.



Gráfica 1 Exportaciones de México Fuente: <http://atlas.media.mit.edu/en/visualize/line/hs92/show/chn/all/all/1995.2016/mexico/>

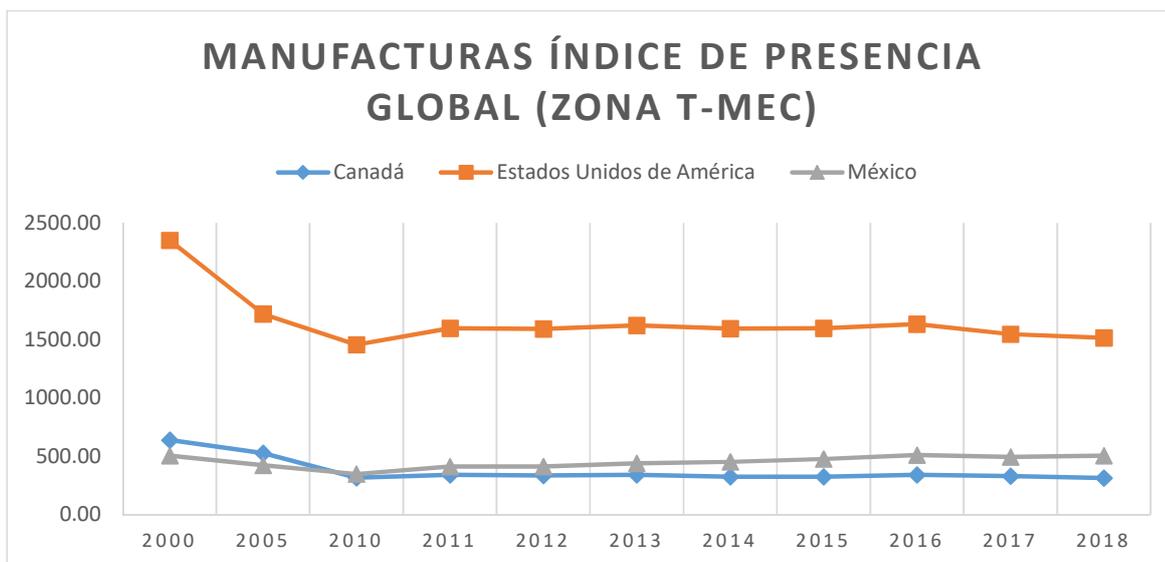
México se ha caracterizado por ser partidario de su vecino del norte, ha tomado un papel leal y activo en las decisiones tomadas por la economía dominante que es EUA, nuestro aliado comercial y estratégico. En ese sentido el Índice Elcano está dividido por bloques comerciales, siendo el primero:

- 4.8 zona T-MEC



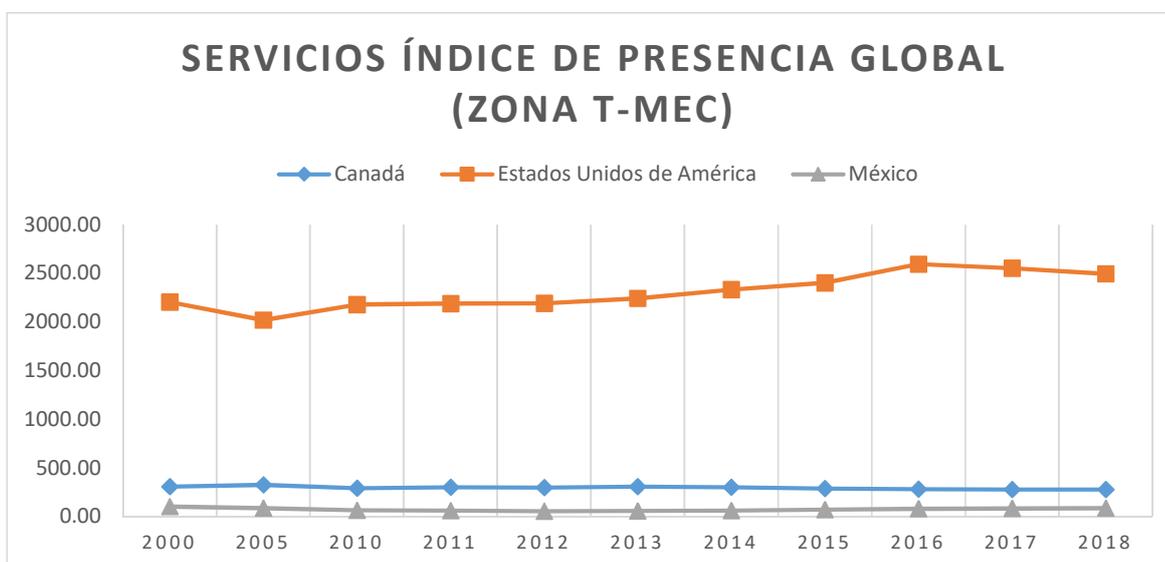
Gráfica 1 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

EUA sigue su trayectoria ascendente, obviamos que su presencia global es la hegemonía en los rubros tanto de poder duro como de poder blando. La trayectoria de Canadá y México, aunque alejadas por sus características económicas, reportan un comportamiento similar en su crecimiento regional con un evidente rezago con respecto de EUA.



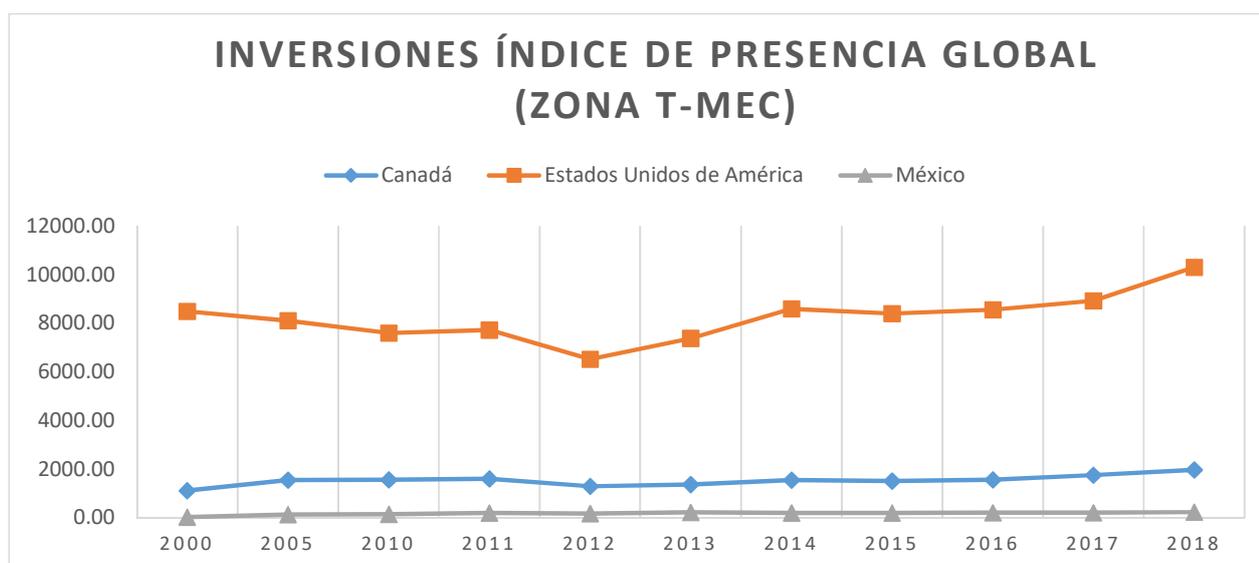
Gráfica 2 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En el aspecto manufacturero que se visualiza en la gráfica, México, a partir del 2010 a 2018 logra superar en presencia global a Canadá, sin embargo las trayectorias de los tres países que componen el T-MEC van en decrecimiento.



Gráfica 3 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

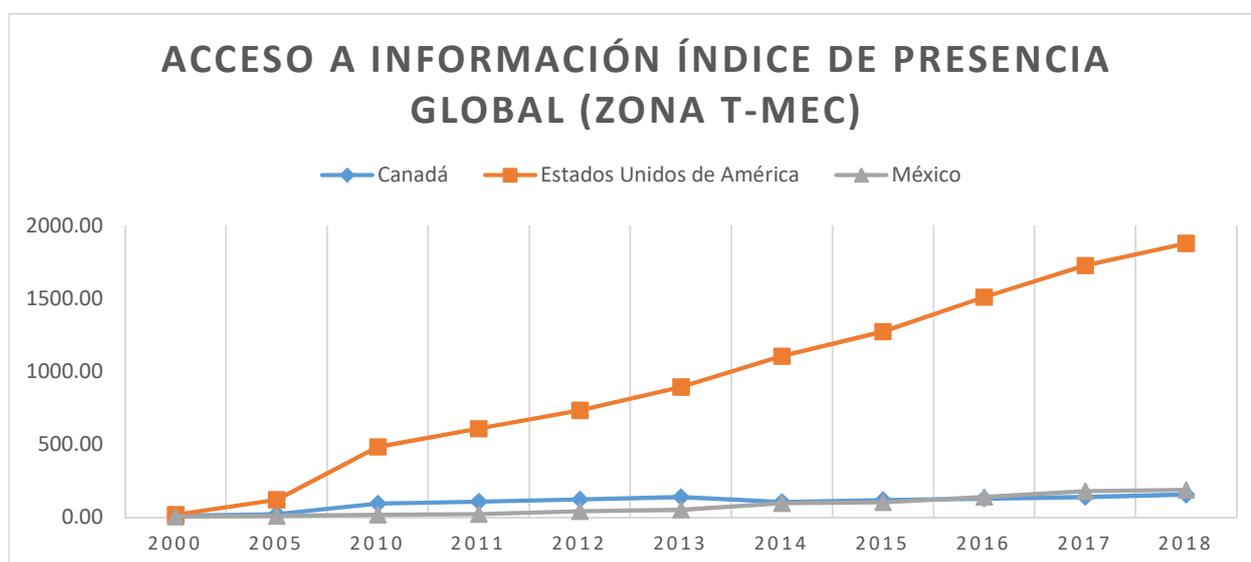
En el aspecto de los servicios se visualiza un rezago de presencia global, quizá se deba a que México cuenta con una fuerte penetración de empresas extranjeras del sector servicios.



Gráfica 4 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

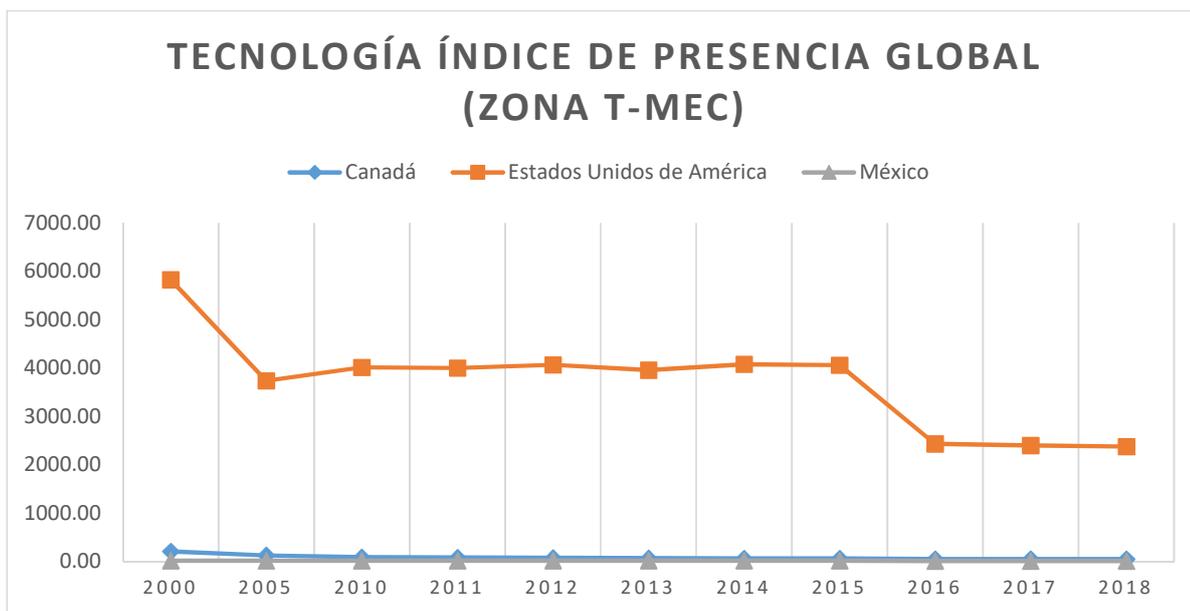
El caso de la inversión la presencia global es casi nula dado que México recibe más capitales extranjeros de lo que invierte al exterior de las fronteras.

- **Variables Blandas**



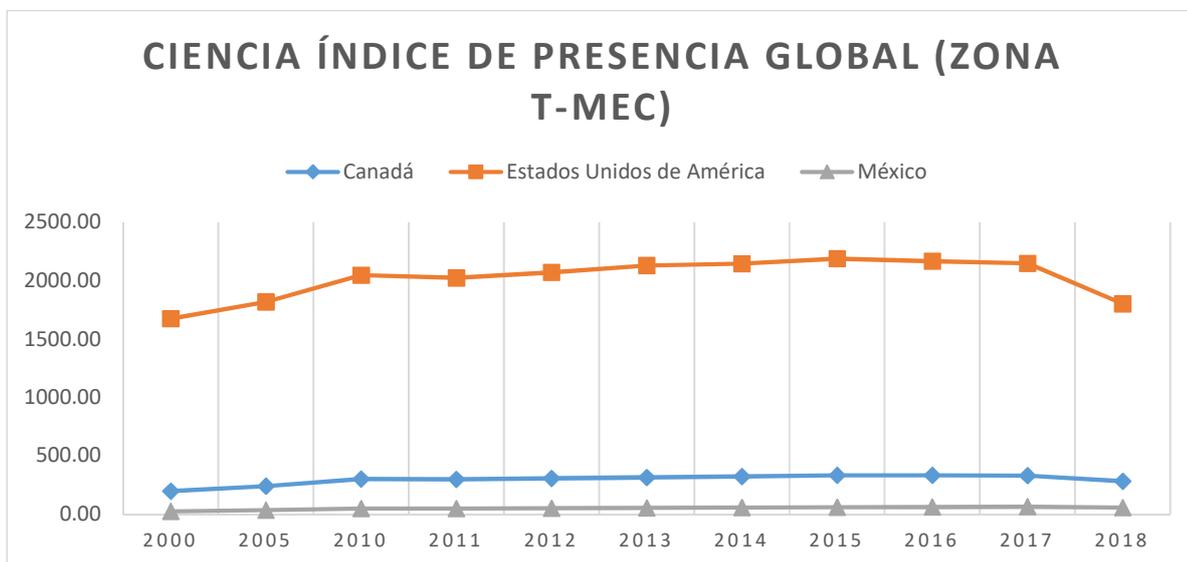
Gráfica 5 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En el acceso a la información tecnológica Estados Unidos evidentemente domina la gráfica, sin embargo haciendo un contraste observamos que México y Canadá tienen aperturas a la información similares en la región.



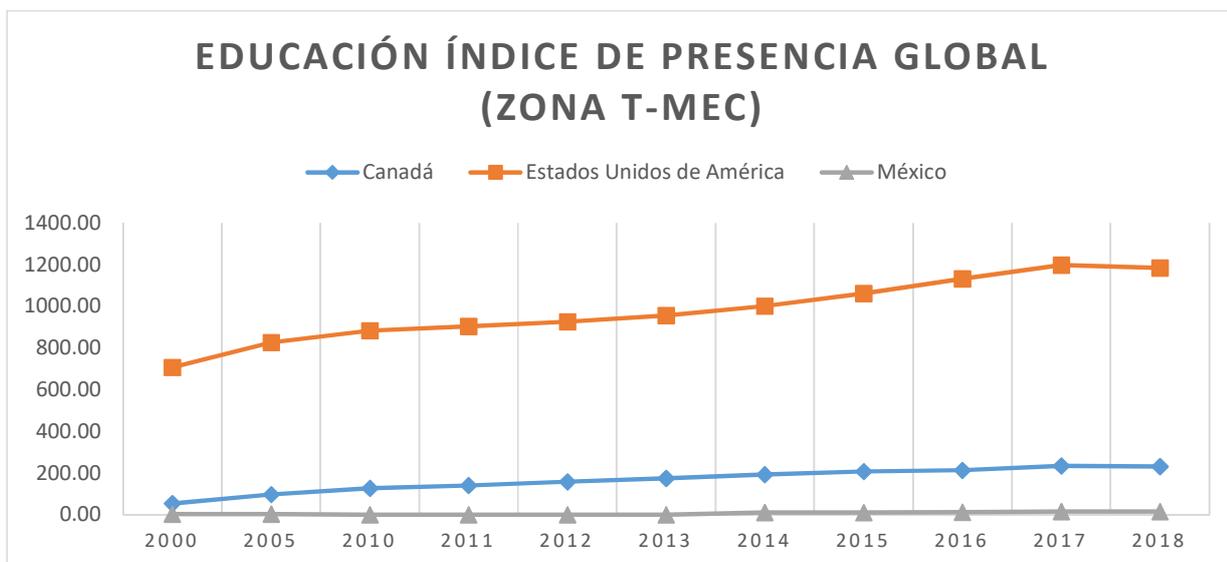
Gráfica 6 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En el rubro tecnológico de exportación, Canadá y México con respecto de EUA no tienden a exportar tecnología con contenido nacional, esto se debe a que las firmas tecnológicas preponderantes pertenecen a EUA.



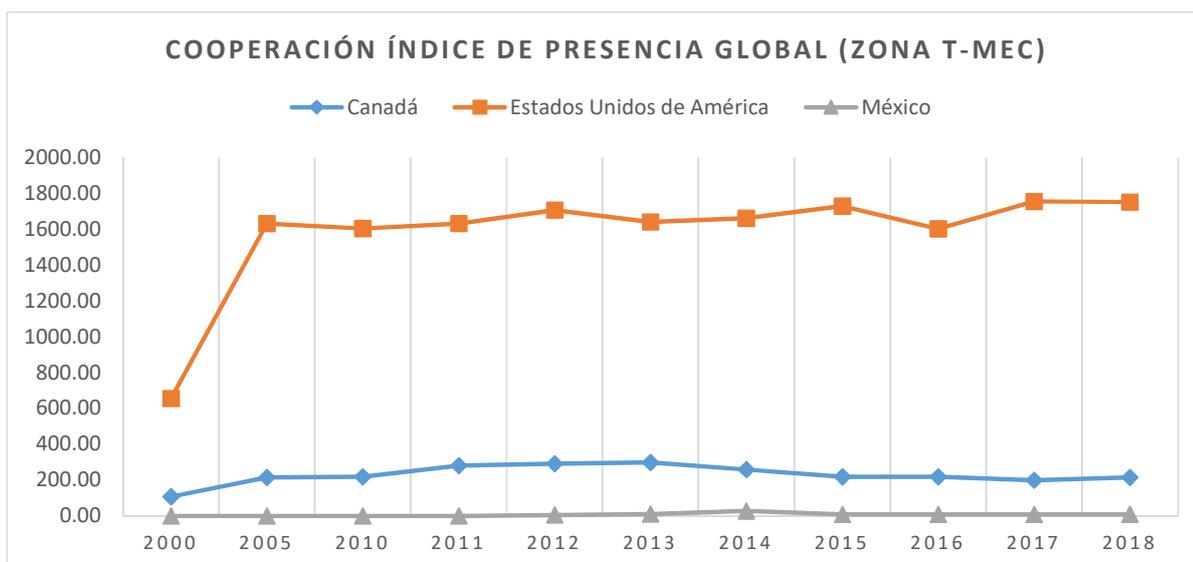
Gráfica 7 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

México se encuentra rezagado en el aspecto científico, sector en donde debe orientar su capacidad académica y ofrecer mecanismos e inversiones para desarrollarse mejor y competir.



Gráfica 8 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

El índice de presencia global educativa refleja el principal problema de México para competir en la generación y absorción de conocimiento, en ese sentido la orientación de capitales y políticas, así como gasto público debe propiciarse a incentivar una educación mucho más integral desde niveles escolares básicos, para incentivar en las nuevas generaciones la importancia científica y académica con el fin de apoyar el esfuerzo industrial en sus distintos sectores productivos. Hay mucho por hacer en este campo y la responsabilidad recae en la sociedad en conjunto, tanto generaciones vigentes y nuevas con una reorganización en la disciplina, en los objetivos y en la inclusión colaborativa de la ciencia.



Gráfica 9 T-MEC. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

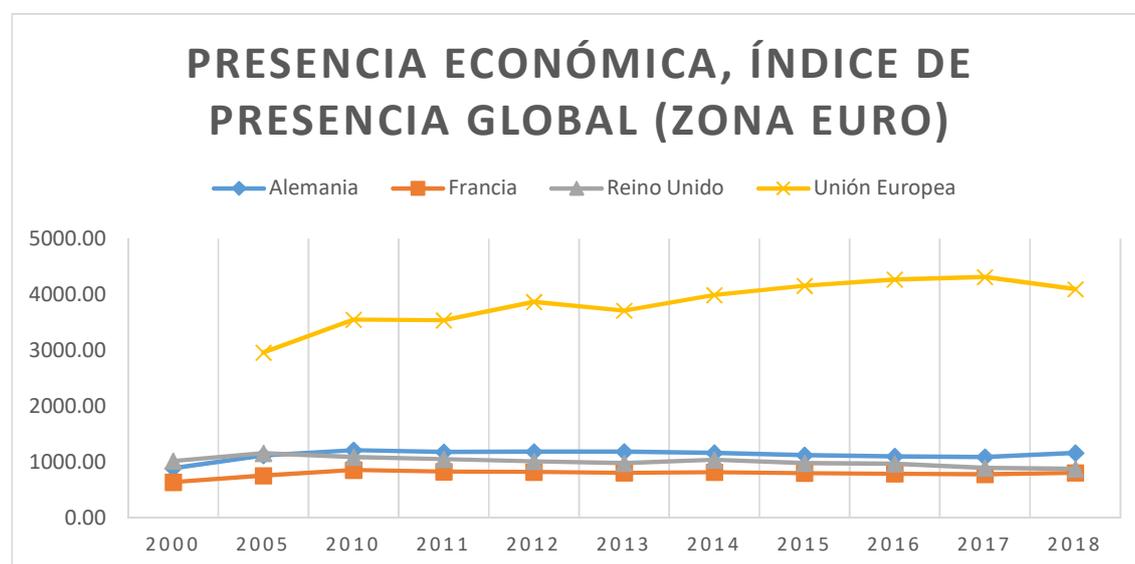
La cooperación se dificulta cuando las bases de apoyo científico y tecnológico, así como industrial no están bien estructuradas y reforzadas por una tecnificación objetiva y racional en donde cada elemento de la pentahélice se involucre en tomar una misma dirección colaborativa y extensiva. Hay mucho donde trabajar para poder establecer nuevos lazos de cooperación y fortalecer los vigentes.

Ahora para lograr una visualización más horizontal cabe proporcionar los contrastes donde podemos aprender y ajustar, en un escenario muy positivo, dada la transición a una nueva era que proporciona la revolución industrial, debemos aprender de los aciertos y errores de los demás países que integran la visión global a los estándares económicos y blandos.

A Continuación se muestran los mismos rubros en bloques globales que sin duda llevan la delantera para integrarse a la revolución tecnológica que está ocurriendo.

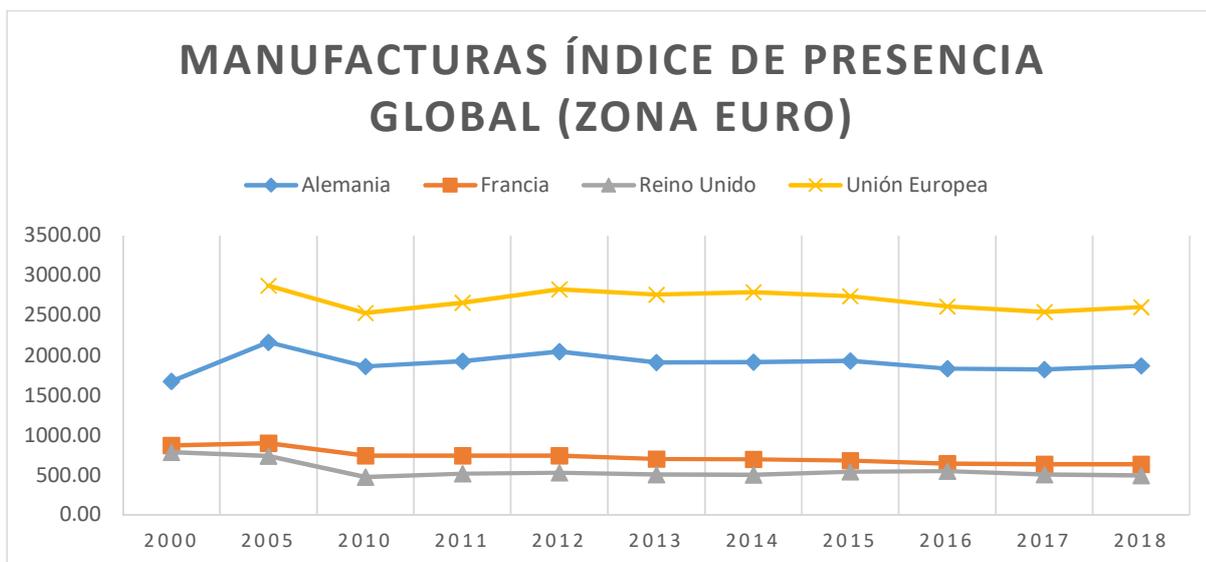
- 4.9 Bloque de la Unión Europea

Cabe señalar que se contrasta la UE en su conjunto y luego las potencias más representativas del bloque (Actualmente el BREXIT se ha consumado sin embargo la gráfica muestra datos históricos previos a la separación de Reino Unido).



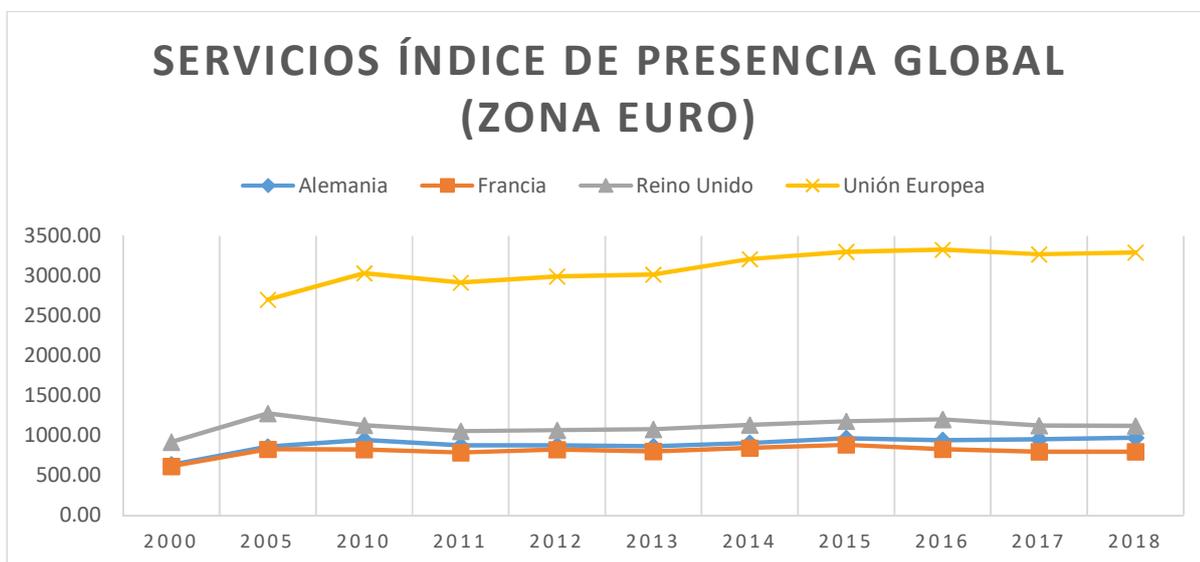
Gráfica 1 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

El bloque se ha mantenido al alza, mientras que se puede observar que las potencias seleccionadas se mantienen constantes, rasgo que nos indica el orden cooperativo dentro de la UE.



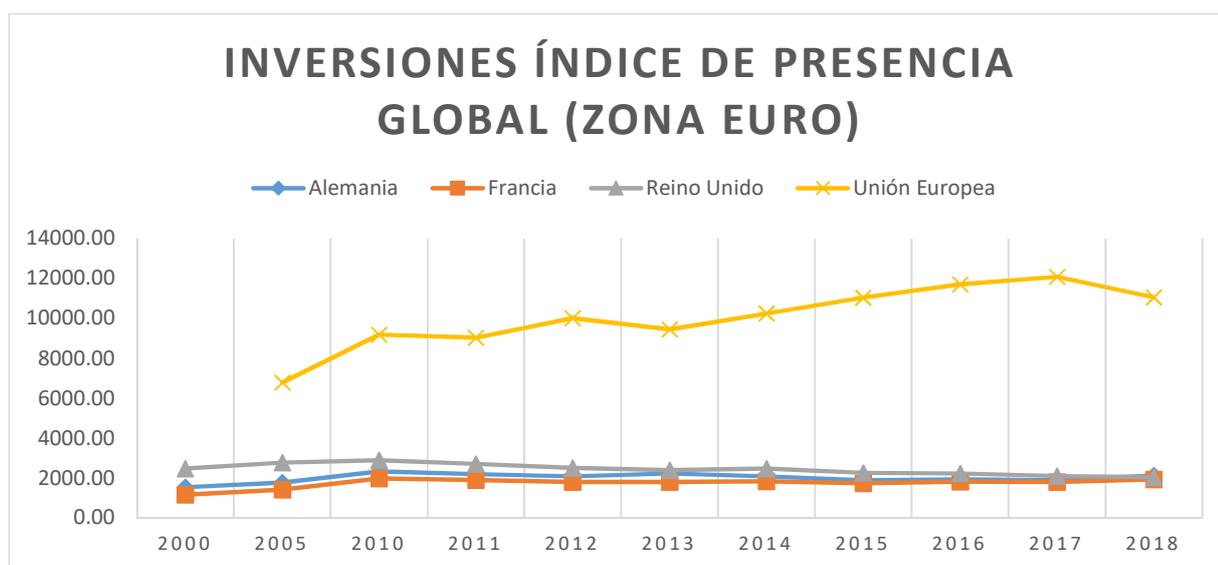
Gráfica 2 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

La manufactura igualmente se mantiene constante, con una pendiente casi horizontal, lo que nos indica el nivel colaborativo de la región, los países elegidos del bloque se mantienen con la misma trayectoria.



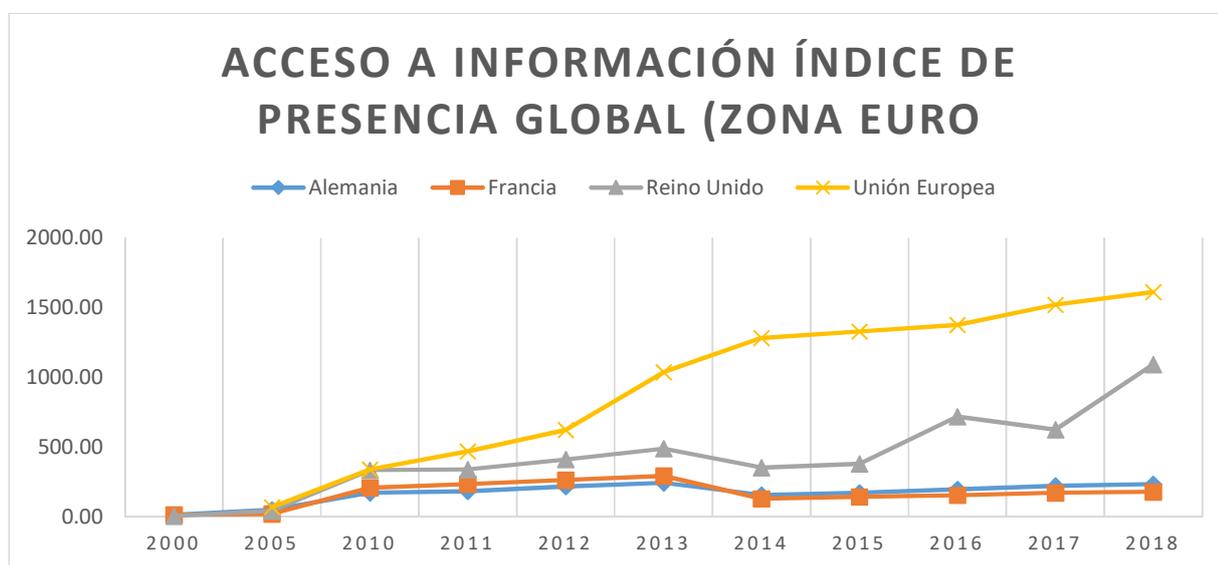
Gráfica 3 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Igualmente el sector de los servicios se mantiene a grandes rasgos ordenado y los países seleccionados se comporta fluctuando mínimamente al igual que la del todo el conjunto UE.



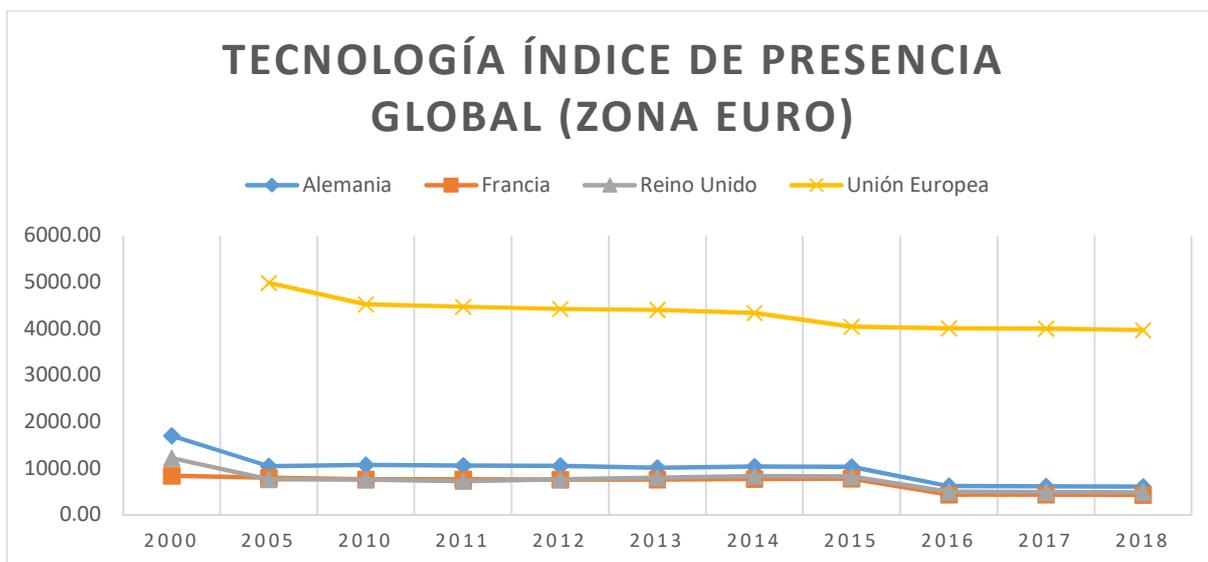
Gráfica 4 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

La inversión tiene un comportamiento interesante, todo el bloque en su conjunto aumenta positivamente su participación global, podemos asegurar que los fondos europeos benefician a países en desarrollo, tanto dentro del bloque como fuera del él, se puede observar también que los países seleccionados orientan más sus inversiones hacia dentro del bloque.



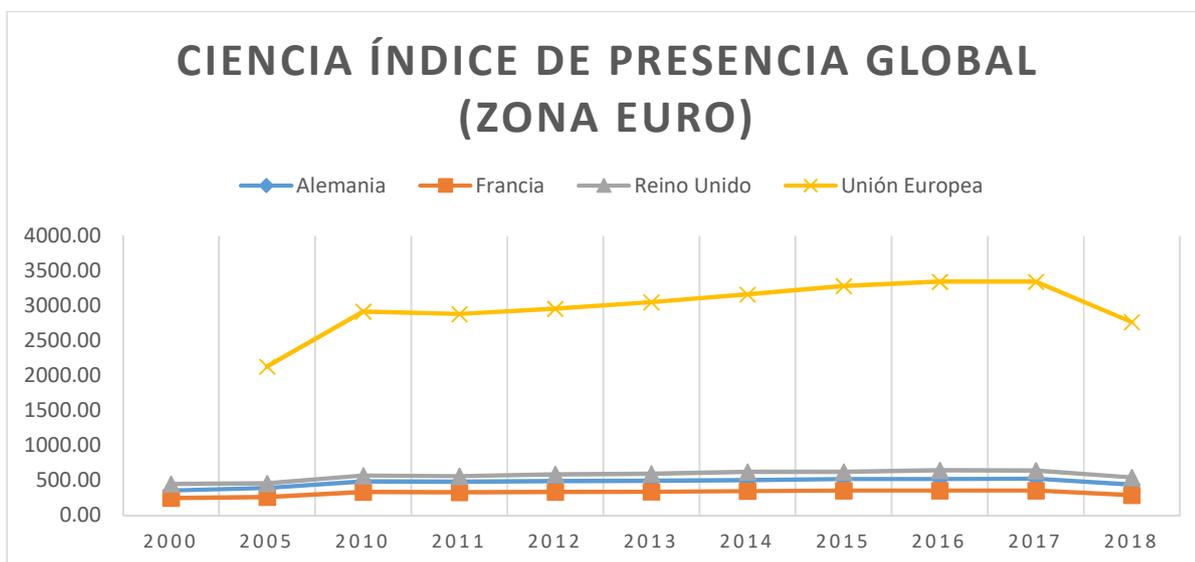
Gráfica 5 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En el acceso a la información se indica en la gráfica que existe una apertura benéfica por parte del bloque y del Reino Unido, Francia y Alemania por su parte de hecho decrecieron.



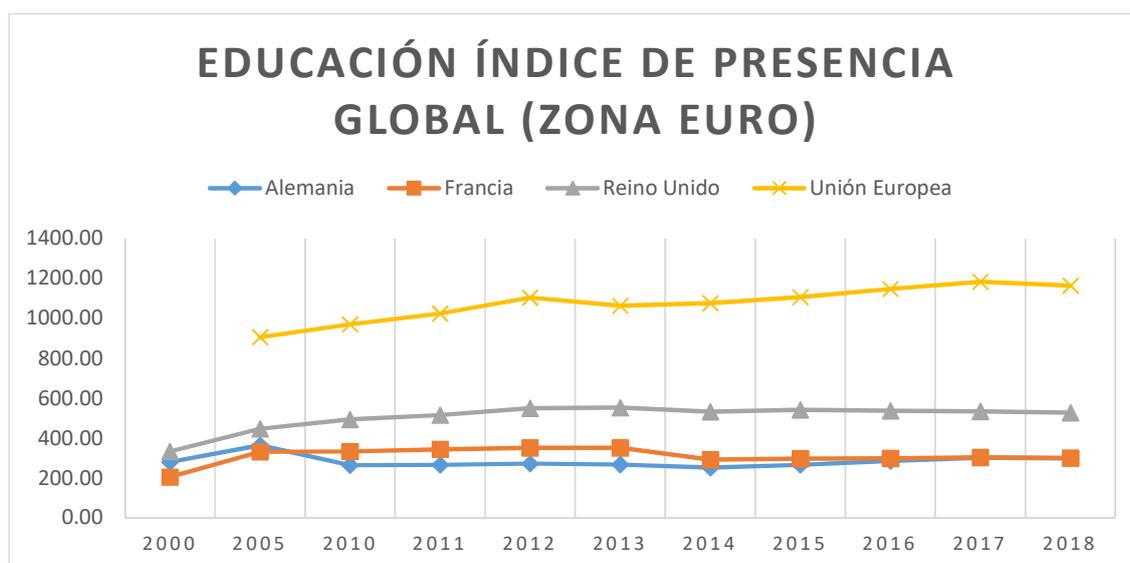
Gráfica 6 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

El índice tecnológico demuestra una disminución competitiva global en ese rubro que ha ido disminuyendo en el tiempo, un sector donde China y EUA lideran globalmente



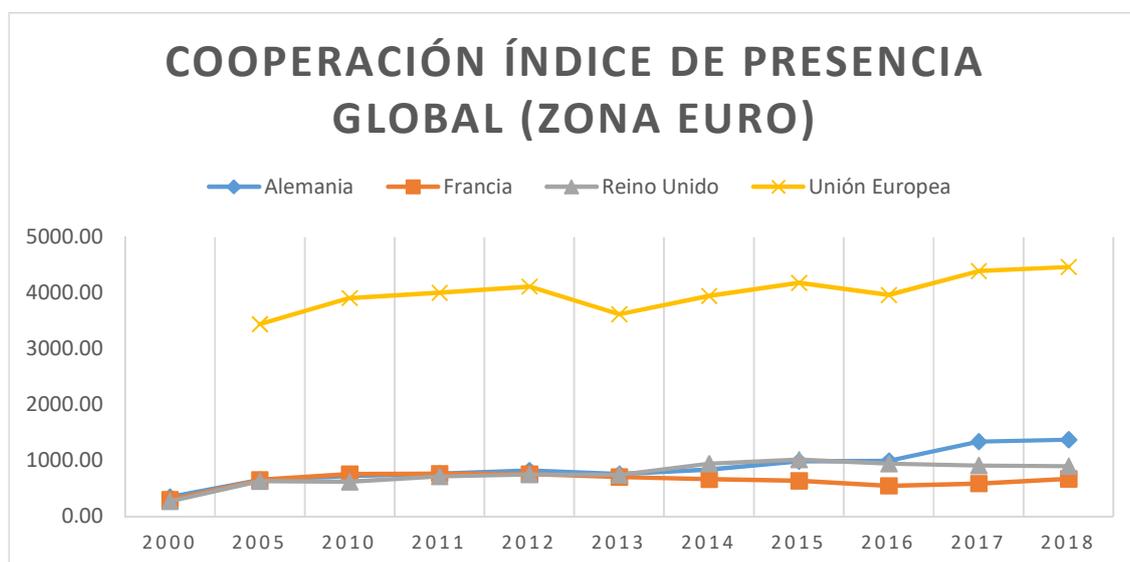
Gráfica 7 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En el aspecto científico su influencia global está determinada por bloque, mientras que individualmente se comportan de manera lineal cada país de forma independiente pero con la misma trayectoria.



Gráfica 8 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

El nivel de la educación destaca positivamente, siendo un destino seleccionado en el mundo para realizar estudios y adquirir conocimiento, Europa, con algunas de las mejores universidades del mundo se convierte en la escuela global



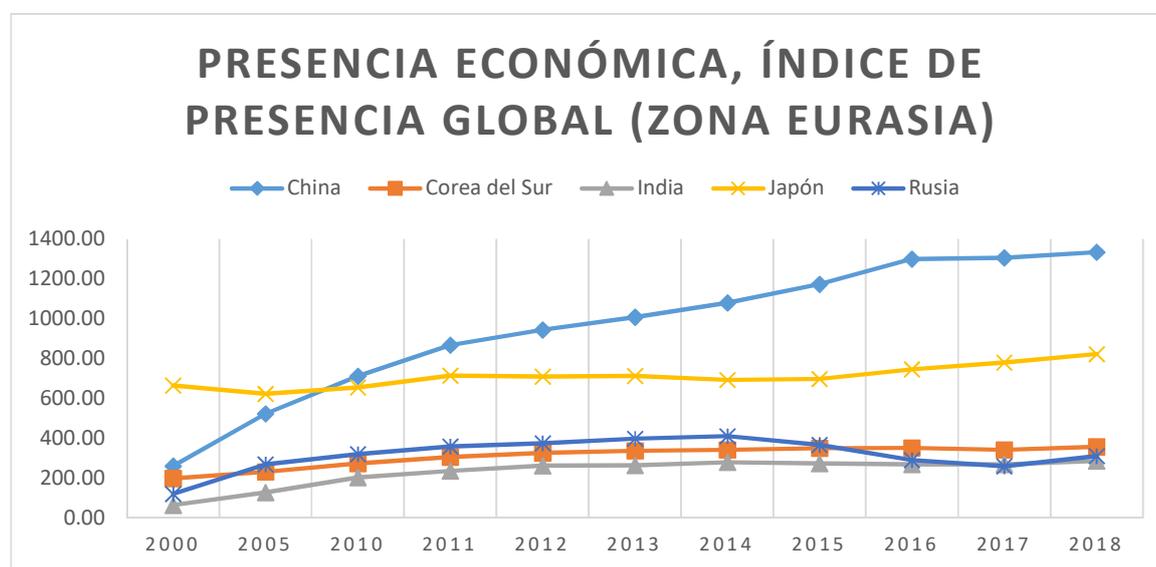
Gráfica 9 Zona Euro. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

La cooperación es un rasgo que define la zona UE, desde su concepción se destaca por unificar y cooperar para salir adelante en bloque, y el comportamiento constante y sin fluctuaciones de esta como de las pasadas gráficas lo demuestra.

A continuación se refleja la misma lógica esta vez para países de Eurasia, es decir, Asia con la presencia de Rusia, lo cual genera un contraste interesante, como se suscribe, la lógica radica en diferenciar la presencia global en los rubros antes descritos. Lo que podemos ver a continuación es a los países que llevan la delantera, principalmente los asiáticos, sin contar a Rusia, la preparación de estos países está bien reflejada y los avances descritos comprueban que el índice es objetivo.

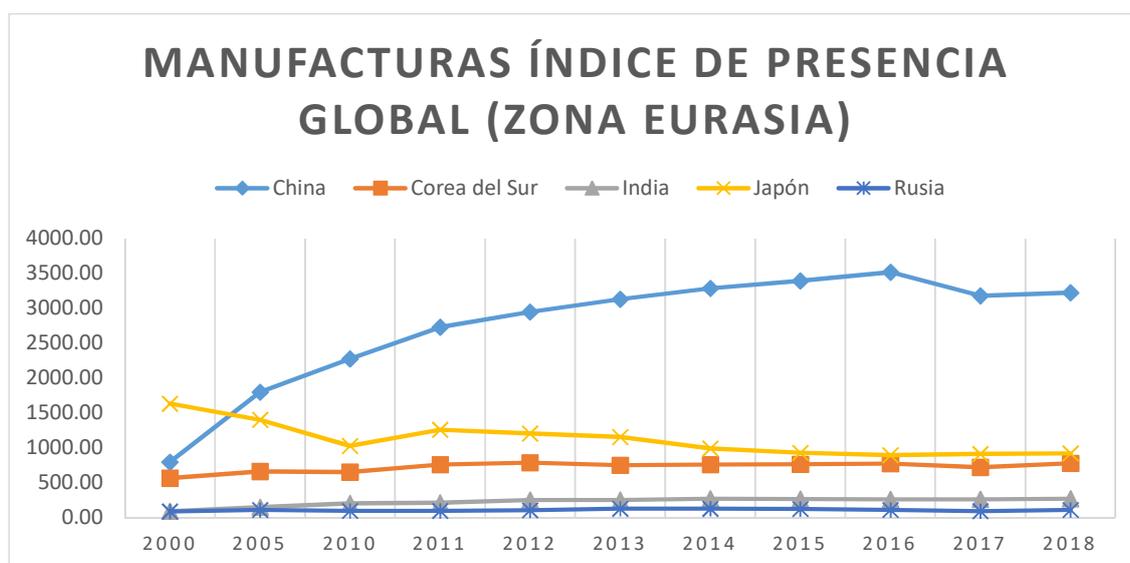
Más adelante, al concluir este capítulo se ofrecerá una breve razón de aventajar y retomar un crecimiento sostenible visualizando alianzas con estos gigantes asiáticos.

- 4.10 EURASIA



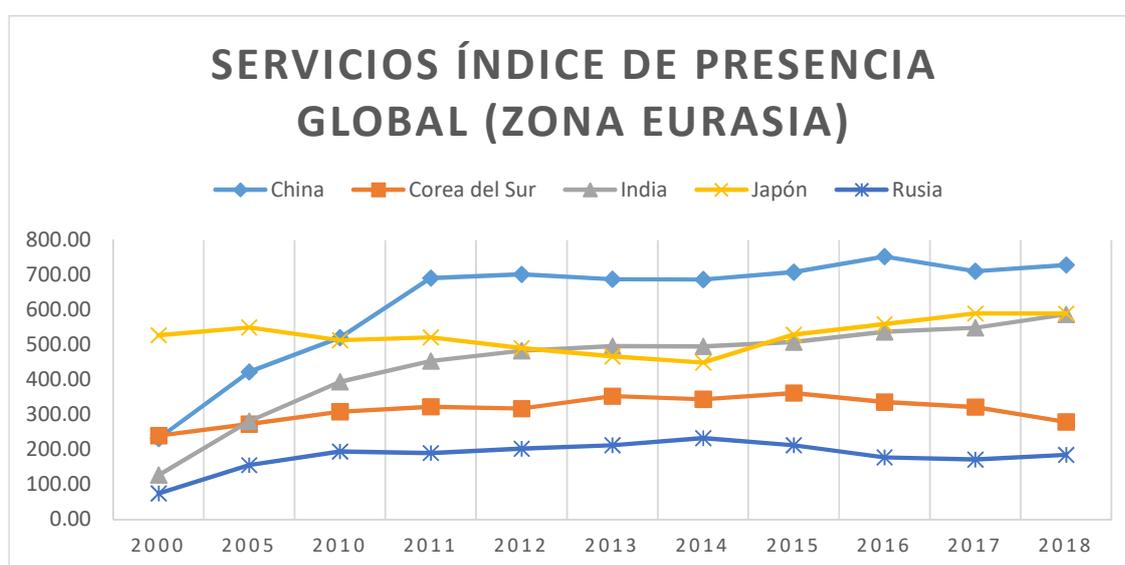
Gráfica 1 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Es necesario apuntar que Rusia, Corea del Sur e India representan en conjunto una presencia similar al bloque de la UE. Su crecimiento es a grandes rasgos constante con respecto de China que refleja una pendiente más inclinada, Japón se mantiene con una presencia alta pero fluctuante.



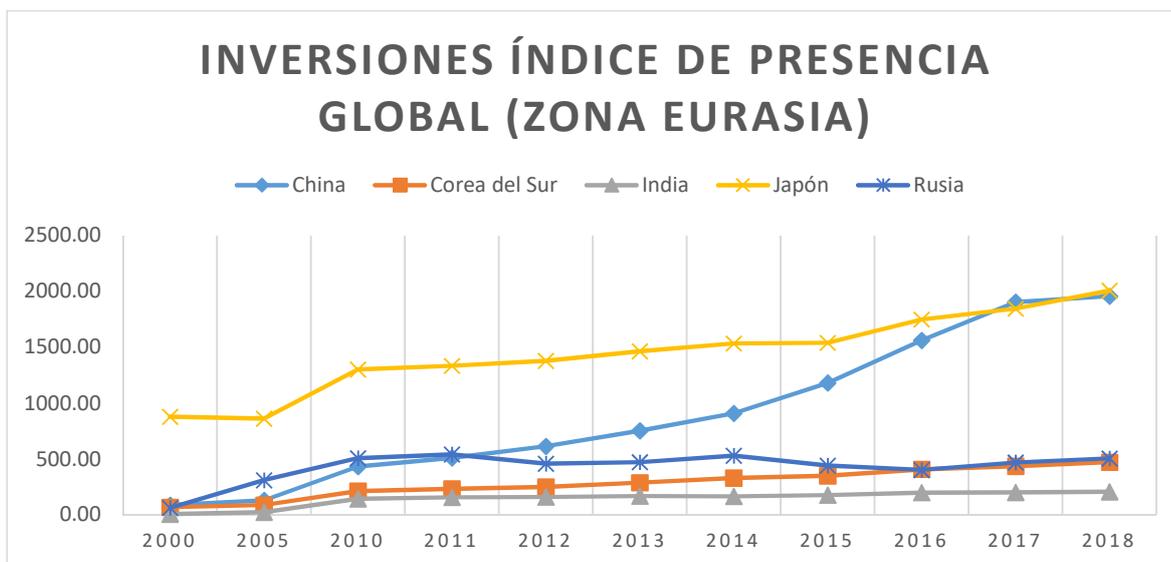
Gráfica 2 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Como cabe esperar, China reporta una aceleración con un alza muy considerable. Corea, India y Rusia están relativamente cercanos entre sí, cabe resaltar que Japón, aunque no tan marcado pero presenta un descenso a medida que el tiempo transcurre.



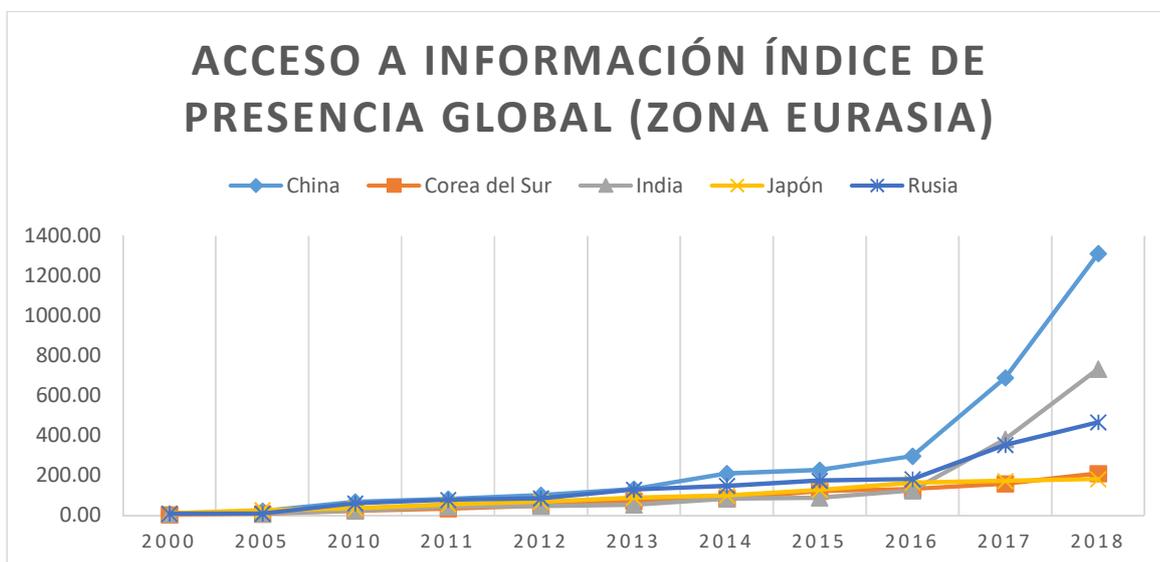
Gráfica 3 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En esta gráfica podemos observar más diferencias y distancias entre los países euroasiáticos, la lista evidentemente la lidera como es constante China, seguida de Japón e India, con una fuerte presencia global en servicios operativos, administrativos y contables, Rusia y Corea del Sur se mantienen con un desempeño destacado sí lo comparamos con el T-MEC.



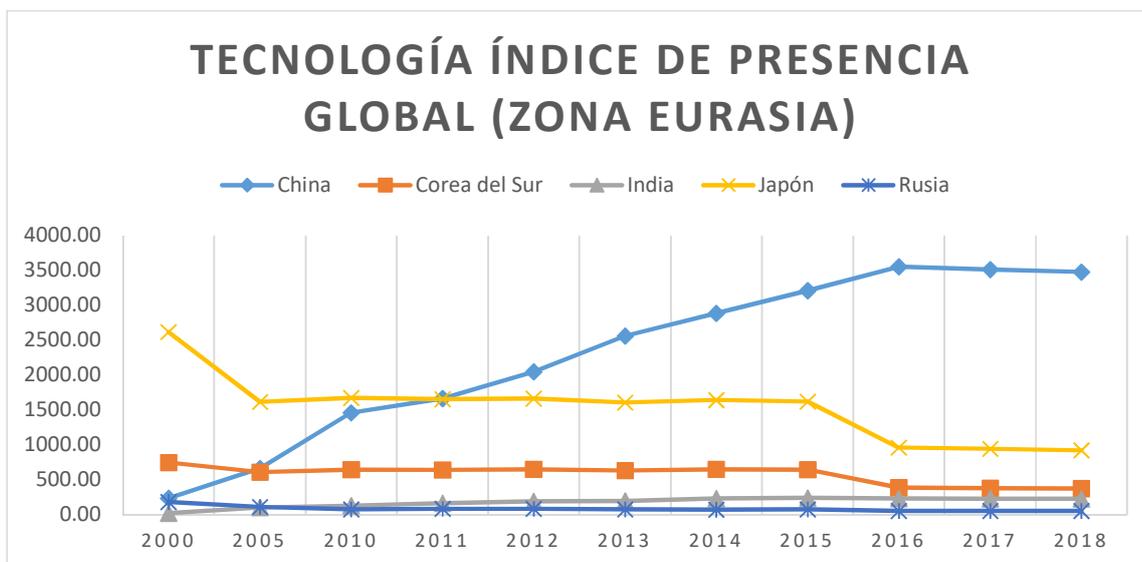
Gráfica 4 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

China y Japón mantienen una fuerte presencia global en cuanto a inversión destinada en el extranjero, lo que asienta su hegemonía económica y financiera global.



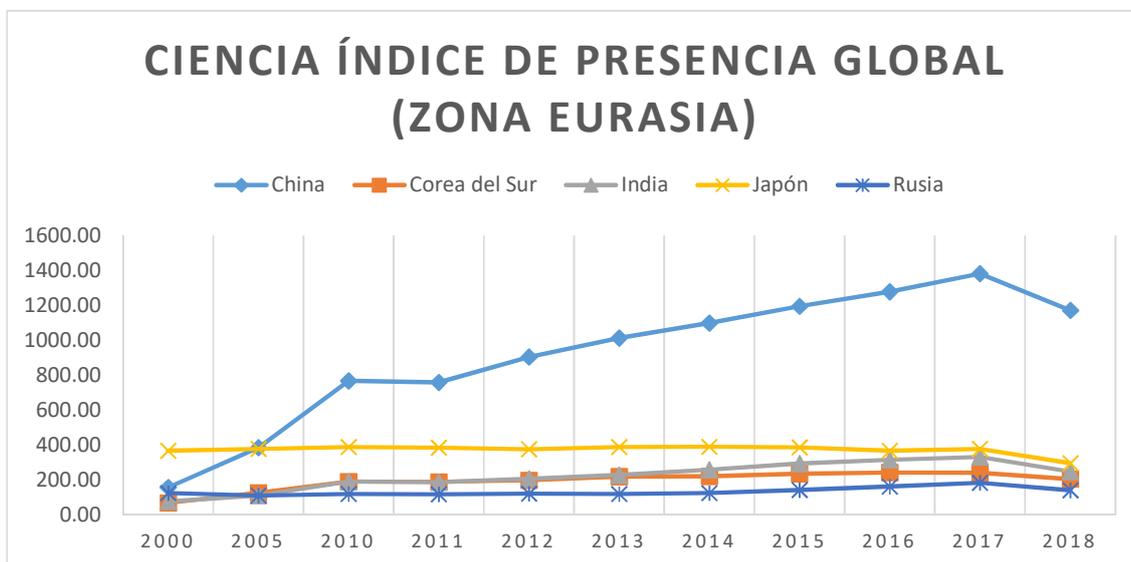
Gráfica 5 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Esta gráfica denota su extenso hermetismo en cuanto a proporcionar información de sus operaciones globales, sin embargo en los últimos años cada país de este bloque se ha dado a la necesidad de abrir sus fronteras en cuanto a información se refiere.



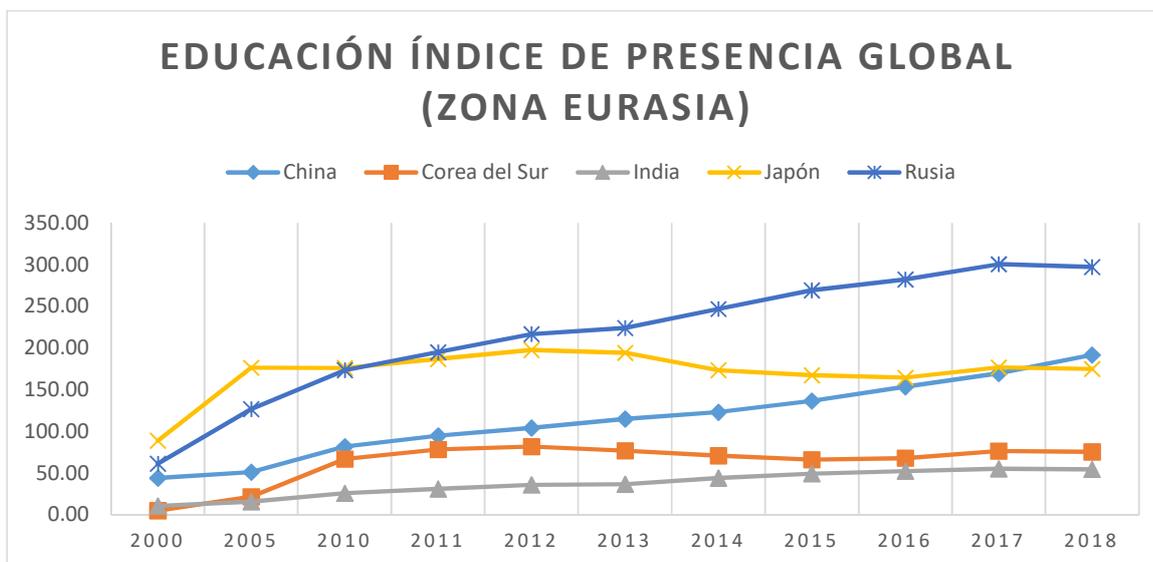
Gráfica 6 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Como se puede percibir aún sin un estudio muy profundo, China es el líder mundial de tecnología en muchas áreas y sectores, el caso de Japón es más llamativo dado que ha ido en un descenso pronunciado casi a emparejarse con los otros países.



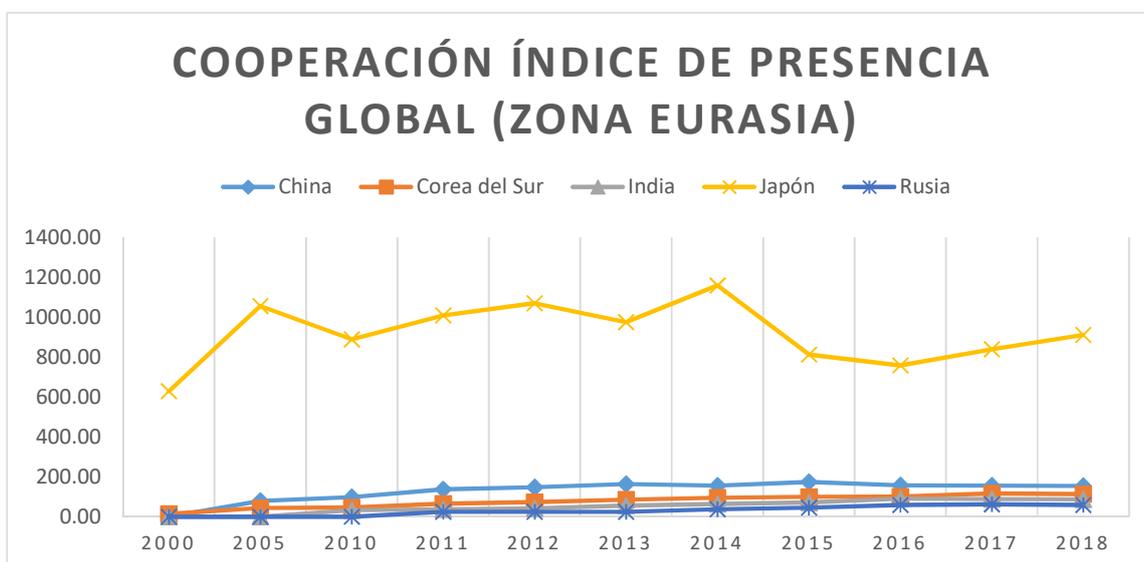
Gráfica 7 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

La disciplina científica de China una vez más se manifiesta, si hacemos una comparación con la gráfica anterior podemos justificar su presencia tecnológica, en esta gráfica se manifiesta su capacidad para crear, innovar y utilizar el conocimiento para crecer y desarrollarse.



Gráfica 8 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

La educación, la base de las dos gráficas anteriores, hay mucho que seguir de China en su disciplina educativa, si buscamos una representación gráfica de la justificación de su liderazgo en ciencia y tecnología podemos observarla en esta gráfica. El caso de Rusia destaca mucho más en este rubro, como sabemos Rusia es una fuente de ciencia, origen de muchos de los científicos más destacados e intelectuales de todos los tiempos.

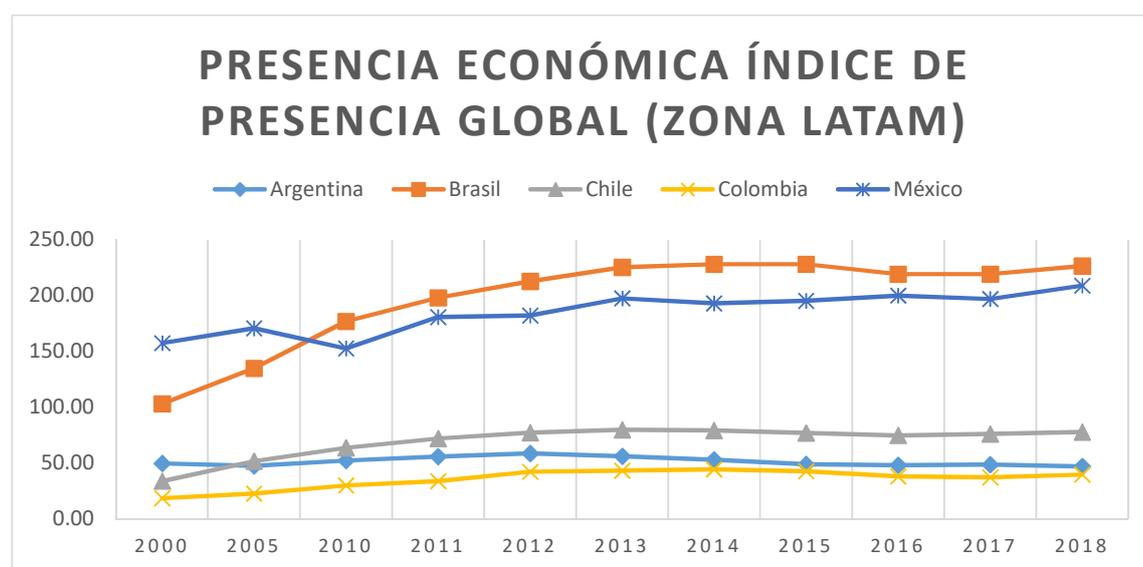


Gráfica 9 Zona EURASIA. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

El hermetismo una vez más es evidente en esta gráfica, Japón se separa del resto de países dado que es aliado occidental. Rusia, India, Corea y China, se mantienen al margen.

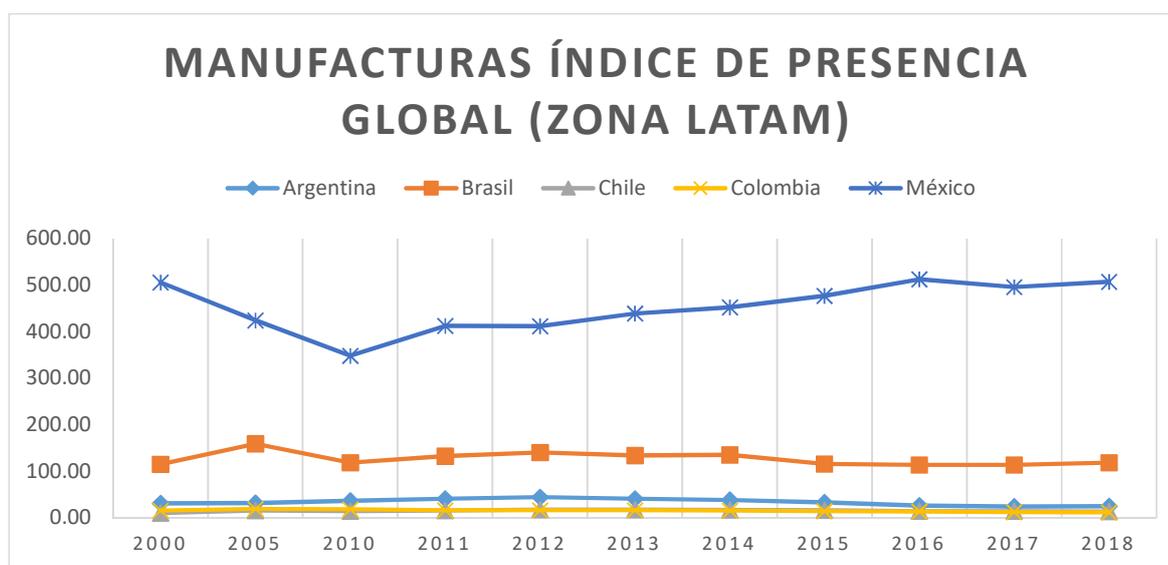
Sí comparamos a México con las potencias de estos bloques podemos asegurar que no dejará la parte inferior y hacer un contraste no daría mayor información más que la distancia que separa a México del resto. Sin embargo podemos hacer un comparativo con países en igualdad de condición y de la región, aunque no se haya visto una relación más cercana con los países latinoamericanos y sudamericanos tomados en cuenta, sí compiten en varios rubros y podemos hacer una separación de ellos mediante la idea de posicionar a México en un sentido positivo. Este trabajo no tiene la intención de proponer que México aún no está preparado para tal transición tecnológica, científica y educativa principalmente, queremos aportar la percepción de que hay mucho por hacer y que existen áreas de oportunidad que podemos explotar como sociedad para ponernos en marcha y en un futuro que se ve a largo plazo proporcionar a las nuevas generaciones en camino un modelo diferente al pasado.

- 4.11 Zona LATAM



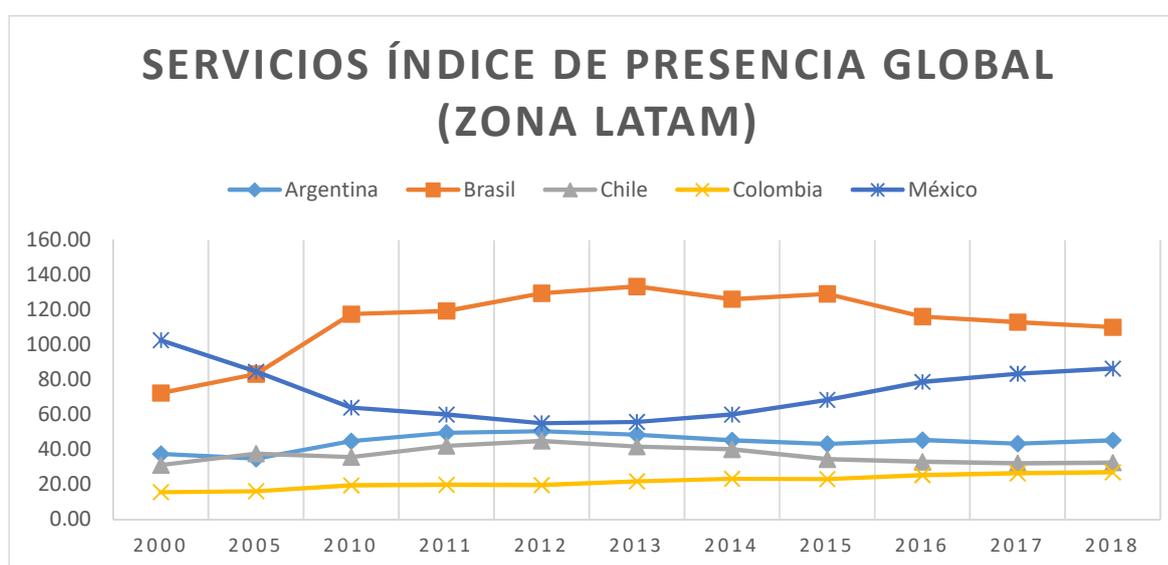
Gráfica 1 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Podemos observar en este comparativo gráfico que México puede destacar cuando se toman en cuenta países en igualdad de condiciones, y que tenemos una trayectoria destacada cuando podemos asegurar que hemos avanzado, pero que aún nos queda camino por recorrer. Vemos que nuestro mayor competidor en la zona, como se ha visto a lo largo del tiempo es Brasil.



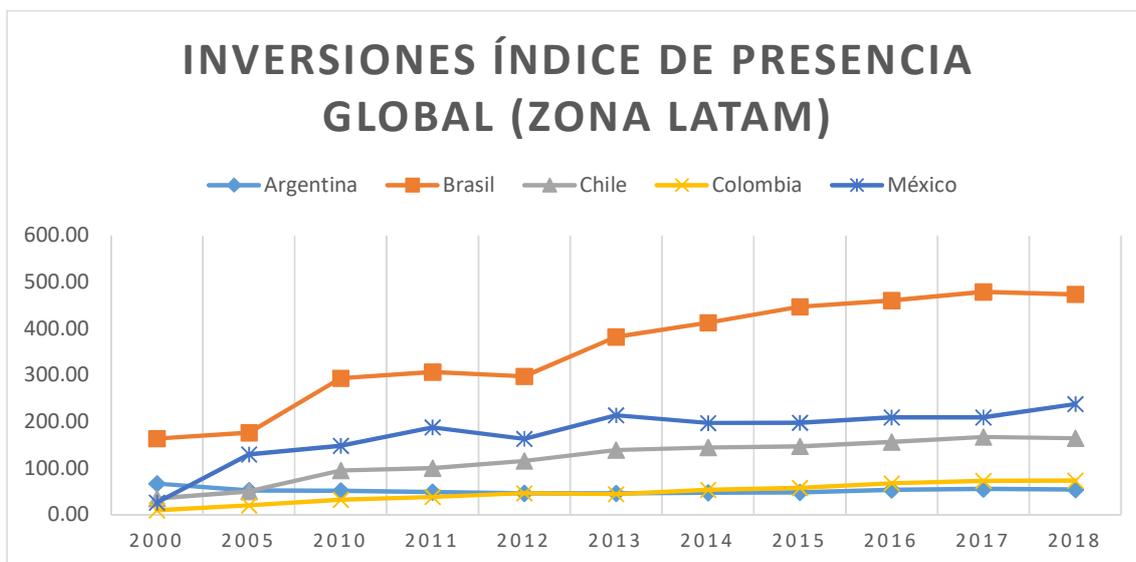
Gráfica 2 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

México se separa del resto en este rubro, sus conexiones comerciales globales denotan que en la zona LATAM es líder de empresas de transformación, Brasil se halla lejano, en este sentido, México se defiende con su tamaño de economía.



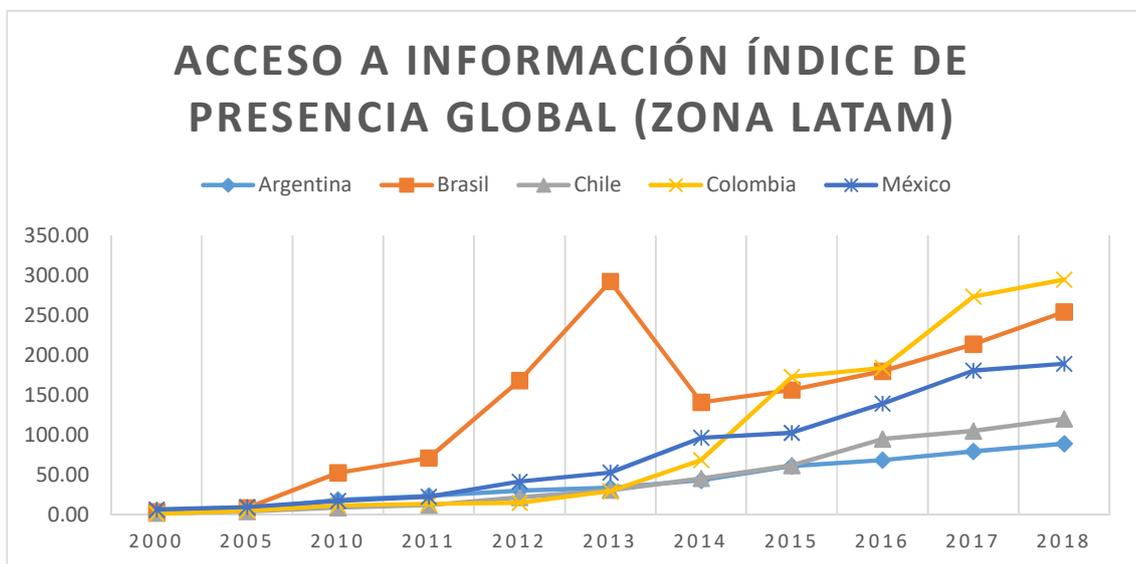
Gráfica 3 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En este rubro Brasil repunta y supera a México, esta gráfica refleja la competencia entre estos dos países, lo que también podemos apreciar es que Brasil ha disminuido su influencia y México la ha aumentado. Aunque también resalta que México empezó la serie dominando y que en 2005 se invirtió la situación contra Brasil.



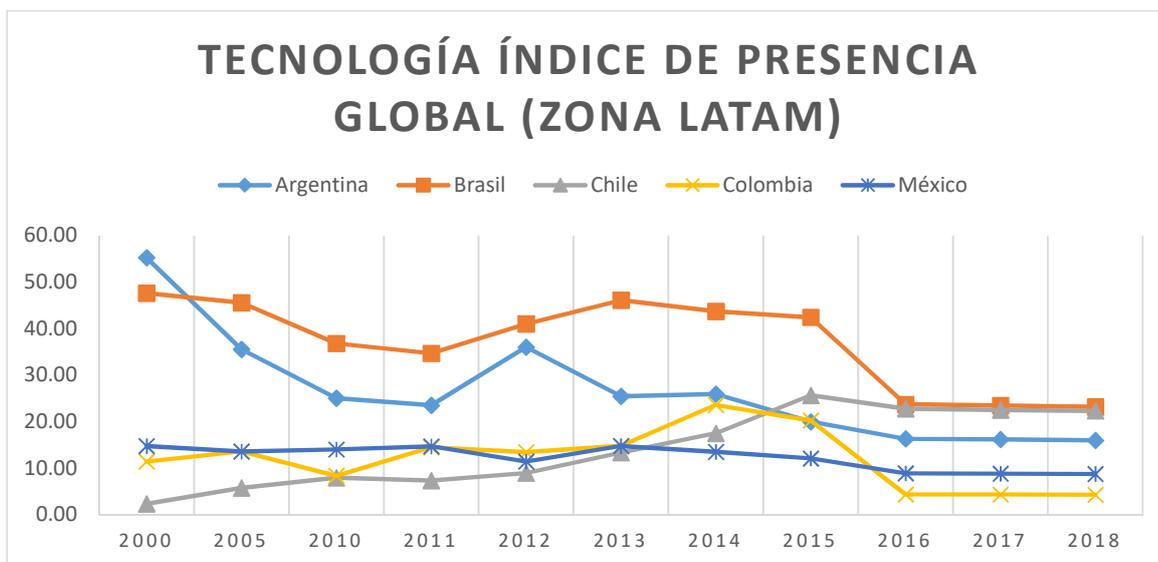
Gráfica 4 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Brasil denota mucha fortaleza en la región en invertir al exterior, seguido por México como ya es una constante en este bloque, Argentina toca el fondo de la gráfica casi emparejado con Colombia, Chile se mantiene en una situación compatible aceptable en influir capitales al exterior.



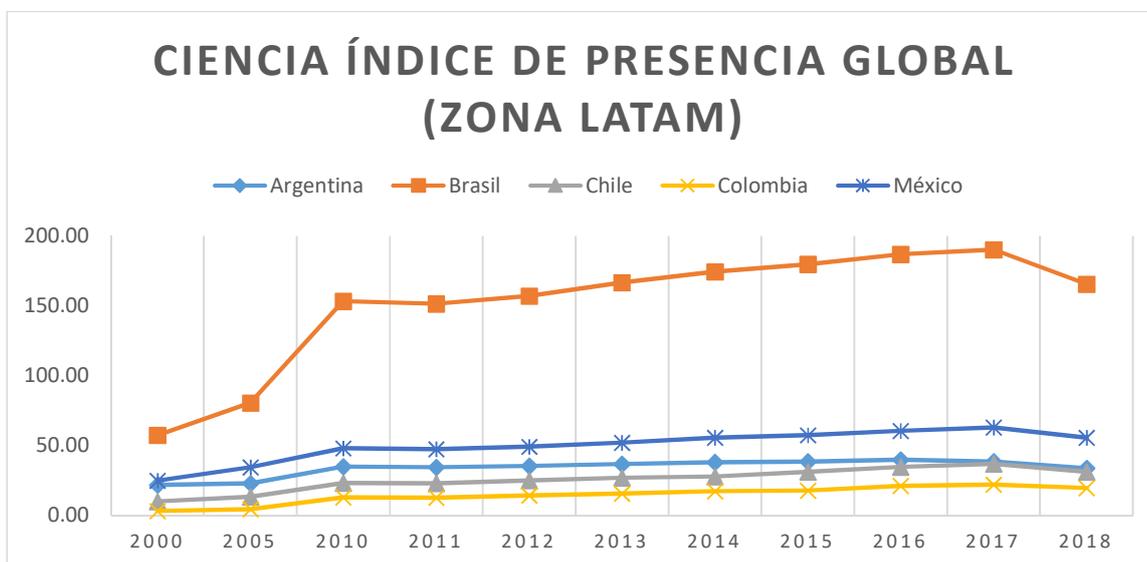
Gráfica 5 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

En este rubro podemos apreciar que la apertura y el acceso a información global están al alza, destaca Colombia, seguida de Brasil y México, Argentina no refleja mucha información al exterior.



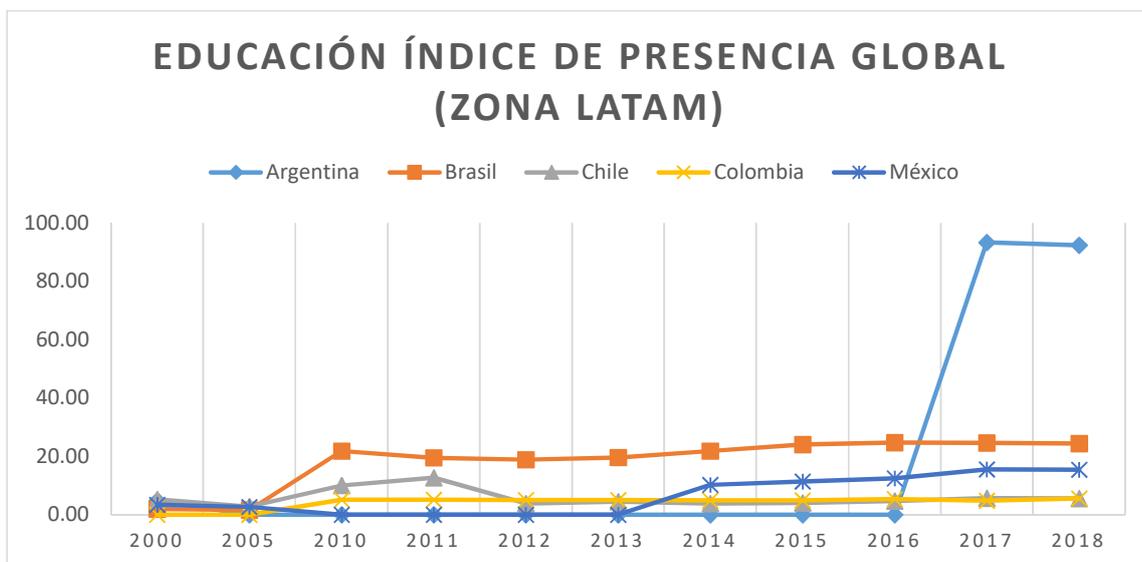
Gráfica 6 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Esta gráfica es un tanto demostrativa en el sentido negativo, lo cual es evidente, principalmente en la deficiencia, aunque puede razonarse desde el punto de vista que la zona no es representativa en ofrecer tecnología al mundo, sino de adquirirla e importarla.



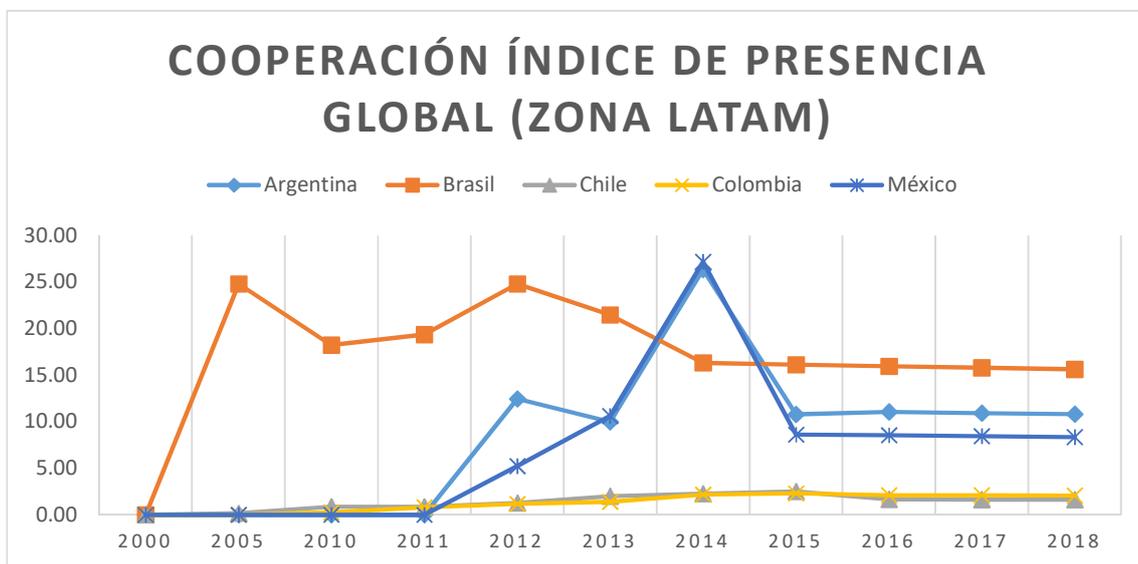
Gráfica 7 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Esta gráfica denota una situación en la que México se queda atrás en la competencia, cabe analizar la tasa de alfabetización, el grado académico entre cantidad de habitantes, quizá es aventurado asegurar que el índice de personas con estudios universitarios es más elevado en Brasil que en México.



Gráfica 8 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Se asienta aún más la brecha del rezago educativo en esta gráfica, lo cual no es atractivo para los extranjeros adquirir nuevos conocimientos en México, cae al tercer lugar competitivo en educación, desde la perspectiva global, la preferencia de alumnos de intercambio es más evidente en tomar como destino Argentina.



Gráfica 9 Zona LATAM. Elaboración propia con datos de <http://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org>

Brasil denota que es más cooperativo al exterior, quizá podamos deducir que su buen desempeño competitivo en la mayoría de variables de este bloque se deba a este factor definitorio, su apertura a los negocios internacionales lo beneficia.

En términos comparativos resulta evidente el desempeño económico dadas las condiciones de la distribución de los sectores tanto en México como en China. Este trabajo pretende partir de la situación del crecimiento en la presencia global de los dos países.

#### 4.12 México: Mercado y Competencia

Dadas las condiciones, el potencial y dinamismo comercial, en términos competitivos es evidente que México se ve atropellado por el comportamiento económico de China. El fenómeno global chino representa un peligro por la ventaja tecnológica. Independientemente de Canadá, EUA y México, China es el mayor socio comercial de la región T-MEC, debido a la desaceleración de la región, China ve una oportunidad en esa debilidad para abordar agresivamente con participación en los mercados ¿Cómo lo hace? Introduciendo bienes intermedios, bienes de capital y tecnología en sectores clave como el automotriz, textil y el de la electrónica, sectores con gran valor agregado.

¿Representa China una amenaza para el comercio en la región? Es importante destacarlo dado que México debe gran parte de su desempeño comercial a la relación con EU y Canadá, una intervención china representaría presiones negativas a la competitividad de México, para poner en contexto la coyuntura, Enrique Dussel proporciona un panorama apoyado por índices que sustentan dicha intervención china.

El índice Herfindahl Hirschmann representa una escala de mercado concentrado y diversificado, un índice mayor a 0.18 se considera un mercado concentrado, menor a 0.10 un mercado diversificado, destaca que:

- Canadá es un mercado moderadamente concentrado con un valor entre 0.10 y 0.18.
- EUA es un mercado concentrado, índice mayor a 0.18
- China es un mercado diversificado, índice menor a 0.10
- México es un mercado diversificado, índice menor a 0.10

Para Dussel resulta evidente que China representa más una amenaza para EUA que para México, entre ellos tienen en común la descripción del mercado según el índice.

La injerencia China en el comercio T-MEC pone en relieve la desintegración del comercio del 2001 a 2018 dado que el comercio pasó de tener características intra-industria a una inter-industria, por las perturbaciones en el equilibrio de las tres economías del T-MEC.

Sin embargo hay que destacar algo, apoyado en Dussel, las naciones de América Latina y el caribe resultan más beneficiadas que amenazadas por el dinamismo comercial de China, ello debido a que en EUA y Canadá están amenazados 97% de los productos, mientras que México solo el 66%, un margen con respecto a los vecinos del norte que bien podría ser un nicho de oportunidad que represente una relación estratégica de México como puerta de entrada a la región T-MEC, principalmente en la participación de México en el sector automotriz, en donde China podría aparecer como proveedor, en la industria textil México solo está comprometiendo negativamente el 8.1% del producto.<sup>62</sup>

Bajo este escenario a México parece que le sienta bien la presencia de China en la región en otros ámbitos como el de la transferencia de inversión en innovación de sectores donde más bien pueden ser aliados. Para la transmisión de conocimiento técnico así como la propagación del capital y tecnologías.<sup>63</sup>

En ese sentido, triangulando la participación de China - EUA, México - EUA, dado que de igual manera compartimos el mayor consumidor de las exportaciones. En la gráfica 1.1 muestra los productos y el valor que EUA como principal aliado comercial consume de china.

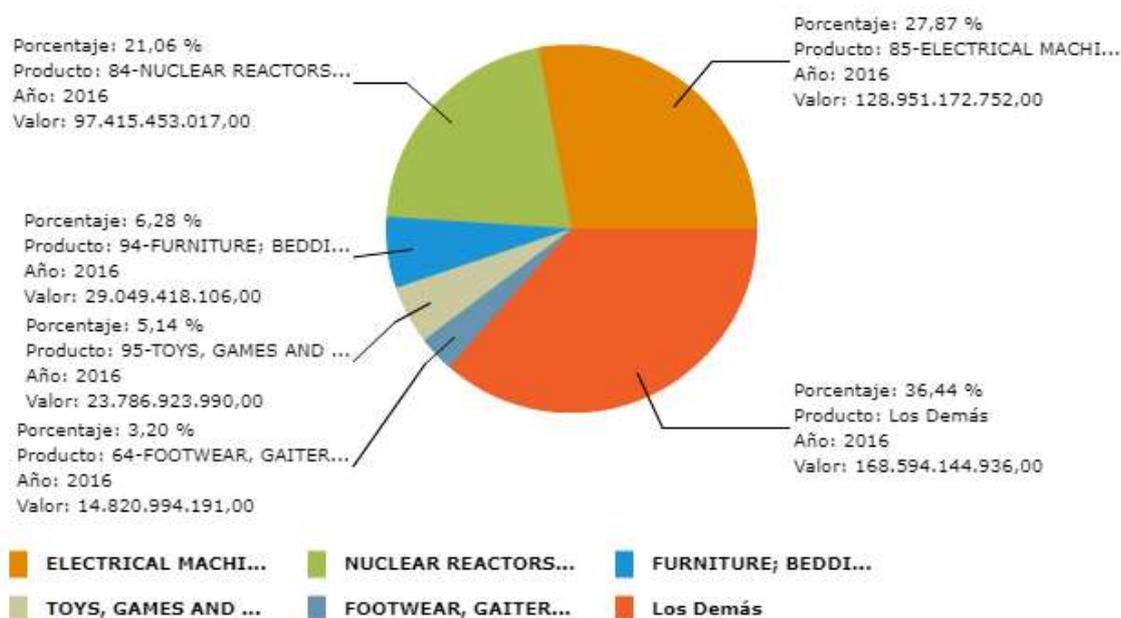
El caso de México en la gráfica 1.2 observamos una disputa en términos de la estructura del comercio por las exportaciones de mecanismos y maquinaria eléctrica y sus componentes, sin embargo, las cifras reportan que México es más fuerte en exportación de vehículos hacia EUA.

---

<sup>62</sup> Dussel Peters, Enrique y Samuel Ortiz Velásquez. 2016. "El Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ¿contribuye China a su integración o desintegración?". En, Enrique Dussel Peters (coordinador). La nueva relación comercial entre América Latina y el Caribe-China: ¿integración o desintegración regional?. Red ALC-China, UDUAL, UNAM y CECHIMEX-FEC-UNAM,

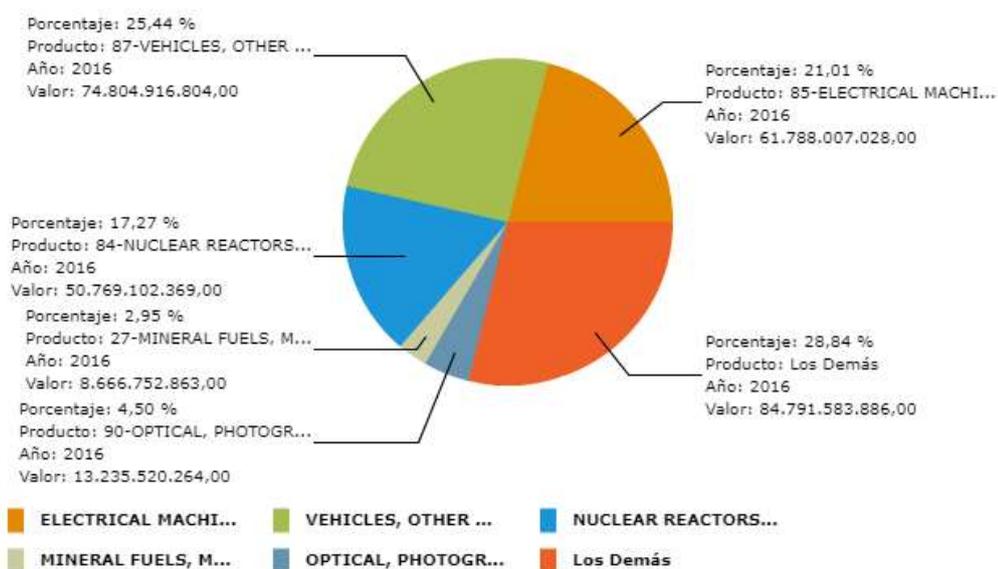
<sup>63</sup> BUSTELO, Pablo (1992): "Economía del desarrollo. Un análisis histórico de la Teoría de la Modernización."

United States of America, Importaciones desde CHINA, de Todos los Productos, años 1995 y 2016  
Valor (dólares)



Grafica 1.1 Fuente: [https://www.cepal.org/magic/magic\\_new/index.html](https://www.cepal.org/magic/magic_new/index.html)

United States of America, Importaciones desde MEXICO, de Todos los Productos, años 1995 y 2016  
Valor (dólares)



Grafica 1.2 Fuente: [https://www.cepal.org/magic/magic\\_new/index.html](https://www.cepal.org/magic/magic_new/index.html)





industriales estando al frente, este nuevo paradigma científico tecnológico debe ser un impulso, como lo demuestran los datos existe mercado en donde México ya ha incursionado, desarrollar la productividad en el sector tecnológico, en términos productivos debe ser prioridad para la administración, ya que enfrenta el reto de aumentar su participación y presencia global en beneficio de una asociación bilateral con China como aliado científico, tecnológico, así como de cooperación académica y de esa manera generar valor agregado.

## Conclusión

La tecnología de reemplazo de la llamada industria 4.0 combinada con un marco regulatorio lateral colaborativo industrial basado en el conocimiento científico, proporciona a las empresas y a la sociedad, elementos innovadores para establecer un cambio de generación orientado a incrementar el índice de conocimiento como empuje del crecimiento económico para la implementación de startups, clusters, joint ventures, así como hubs de innovación caracterizados por maximizar beneficios (efectividad) al mismo tiempo que reducen sus costos (eficiencia).

Con base en la experiencia surgida en la interacción de los elementos centrales de esta tesis, así como de la hipótesis, resulta evidente un cambio de paradigma que es consistente con un impulso evolutivo de la sociedad global hacia un esquema horizontal: la colaboración del conocimiento es el motor del nuevo paradigma en esferas sociales tanto productivas que se involucran para acelerar el cambio efectivo hacia un futuro más eficiente.

Cabe aclarar que lo que se propone en esta tesis es que el Estado (población, territorio y gobierno) tome decisiones basadas en la ciencia unificada y colaborativa, incentivada por la generación de conocimiento. Por el contrario, no se impulsa que la ciencia tome decisiones basadas en la política, pues limita la posibilidad de que exista el crecimiento endógeno.

Dicho crecimiento endógeno está ligado al problema de raíz que es la educación y la formación de sociedades preparadas y concientizadas de los procesos evolutivos y cognitivos que experimenta el mundo, en donde la generación y utilización de conocimiento marca el paso hacia el nuevo paradigma. La sociedad interviene en la libertad de experimentar el cambio tecnológico mediante las cuestiones éticas y morales, la ciencia de frontera aporta que el universo de los datos extraídos de la sociedad se puede computar, por lo tanto se puede proyectar, simular estadísticamente. Por lo tanto: Ciencia, sociedad y Estado están limitados a responder cuestionamientos evolutivos y transitorios en función del acceso y aprovechamiento del conocimiento.

La principal motivación que se halla manifestada en este trabajo es la de reflexionar el paso de la humanidad y su evolución en el planeta tierra, dar importancia al principal rasgo que nos caracteriza y diferencia con respecto de todos los demás complejos sistemas del universo, dado que hasta nuestros días no se ha hecho contacto con otra inteligencia con la misma capacidad creativa compuesta en un complejo sistema mental que se halla aún inexplorado en la mente de cada individuo sobre la superficie del planeta.

También pertenece a la reflexión de la búsqueda de una incógnita en común, que no es ajena a personas y sociedades que experimenten la ciencia como una búsqueda de respuestas más abstractas, nuestro propósito fundamental en la evolución, porque, hasta que no se demuestre lo contrario, somos una especie única en el universo conocido, en ese sentido somos tan relevantes para la naturaleza, como al mismo tiempo tan insignificantes con respecto de la dimensión y el lugar que ocupamos en este vasto sistema universal. Preservar nuestra evolución va más allá de comprender que nuestros problemas como humanidad se diferencian entre los internos, cada comportamiento humano llevado a lo social, político y económico. Pero también al plano externo de nuestra capacidad intelectual, el científico; el conocimiento depende de un mecanismo que hasta nuestros días es tan vasto e inexplorado como lo es nuestro entendimiento del universo mismo, y buscar las respuestas para ordenar y describir nuestra transcendencia comprende dar una solución a nuestra convivencia en todo sentido social, sin embargo, este trabajo trata de ir más allá y cruzar la frontera de las reflexiones a comportamientos que son propios de la construcción social y de convivencia.

¿Cuál es la dimensión? El conocimiento de la humanidad es un recurso renovable mientras la especie humana siga trascendiendo para conservarse en el tiempo y el espacio, por ello siempre buscamos la manera de resolver mecanismos y crear herramientas para asegurar nuestra presencia en el universo y manifestarnos con cultura; sin embargo dado que no hemos hecho un salto para encontrar vida con inteligencia similar a nuestras mismas capacidades –o superiores- fuera de nuestro globo, de nuestra biosfera, dicho conocimiento se vuelve muy valioso por su escasez en el universo, dado que la dimensión del cosmos es indescriptible objetivamente, pues no hemos encontrado otro tipo de inteligencia capaz de crear sus medios de sobrevivencia a partir de la transformación de la naturaleza, es decir, existe una selección natural que la ciencia busca resolver, esta selección natural comprende descifrar la respuesta del cómo funciona el cosmos y sí, como en nuestro planeta, es capaz de encontrar vida inteligente más allá de nosotros, objetivamente no se ha hecho tal hallazgo. Una Primera conclusión en ese sentido sería que nuestra verdadera crisis en nuestro mundo más allá de ser de carácter social, política y económica, es una crisis de conciencia, por la incapacidad de experimentar directamente nuestra verdadera naturaleza intelectual y por la incapacidad de reconocer esto en todo el mundo y en todas las cosas que nos rodean y a las que hemos tenido acceso por la condición que es nula fuera de nuestro planeta, la condición de ocupar nuestro conocimiento como base de nuestra evolución en todo aspecto, es decir, que caracterizar y separar cada ciencia en caminos diferentes en lugar de integrarla en un solo núcleo colaborativo y lateral que involucre cada acuerdo social, cada rama científica y cada esfuerzo por conservar el único lugar donde es

posible –hasta donde sabemos- vida inteligente, lo que la hace muy valiosa en todos los aspectos, hablar de economía es, en segunda conclusión, igual a hablar de informática y medicina, y tomar el ejemplo de nuestro objeto de estudio para comprender que la unión científica es posible porque proviene de la misma fuente intelectual, la capacidad de resolver problemas utilizando nuestro ingenio y nuestro conocimiento construido durante muchos siglos de evolución, transformación y relación, cabe señalar que la ciencia y conocimiento al que nos referiremos es una ciencia unificada sin discriminar entre ciencias exactas y sociales.

Se cierra este trabajo con esta tercera conclusión basada en las dos propuesta anteriormente expuestas, somos capaces de crecer si logramos unificar y colaborar en un nuevo modelo que lo permite por su capacidad tecnológica facilitadora, la cual tiene el potencial de unir dos o más regiones físicas en una plaza virtual y digital, el ejemplo que lo materializa son las redes sociales, en donde podemos ejercer nuestro comportamiento social dando igual en donde nos encontremos, si en México o en España, podemos unir esos dos polos y colaborar con la única barrera del tiempo en que transita la información de país a país que es por segundos en una red digital unificada en la fibra óptica que esta por evolucionar y acortarse por el desarrollo y perfeccionamiento de la introducción de la quinta generación de la red (5G), que puede conectar dos regiones separas geográficamente en un mínimo tiempo medido en segundos.

Para enfrentar nuestras crisis en todo sentido debemos dar mayor énfasis al conocimiento científico en todas sus ramas de aplicación, el reto es complicado, este trabajo no se centra en un ideal sino en la comprobación de que tenemos que enfrentar esos retos pues la naturaleza actúa en defensa ante la expansión de la humanidad hacia fronteras ambientales donde la biosfera trata de ajustarse, y sobre esa idea, si es un ideal o una realidad hasta que los comportamientos no evolucionen por la resistencia al cambio, no lo podremos saber, pues la disrupción, no es solamente un proceso lógico, sino un proceso creativo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ¿Qué es el internet de las cosas (IoT)? En SAP, consultado en: <https://www.sap.com/latinamerica/trends/internet-of-things.html>
2. “América del Norte, ¿contribuye China a su integración o desintegración?”. En, Enrique Dussel
3. “BMW, Daimler y Volkswagen se coludieron para bloquear tecnologías limpias: UE” Forbes. [México], abril 5, 2019 Edición digital disponible en: <https://www.forbes.com.mx/bmw-daimler-y-volkswagen-se-coludieron-para-bloquear-tecnologias-limpias-ue/?fbclid=IwAR2mwMH7OYS6MQ5etxoXX3b-cAKefu-jmEwqx5EZY2ZAsGFHyI3gH3Pz3nQ>
4. “Fisión Nuclear” en wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fisi%C3%B3n\\_nuclear](https://es.wikipedia.org/wiki/Fisi%C3%B3n_nuclear)
5. “sábados de tecnología con Bruno y Stefan” sesión 2 16 05 20 <https://www.youtube.com/watch?v=S1y7fSs6zeg&t=193s>
6. Ayres., R, (1989). “*Technological Transformations and Long Waves*”
7. Badenhause, K. (2019). “Marcas más valiosas 2019: Apple, la primera en superar los 200,000 mdd”. Recuperado el 20/05/2020, de Revista Forbes Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/marcas-mas-valiosas-2019-apple-la-primera-en-superar-los-200000-mdd/>
8. Bautista Ruíz, J.A. *Reporte de Trabajo Profesional. (2015) Sistema de Asignación Renal para el Instituto de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán*. Facultad de Ciencias UNAM.
9. Bradley, S., Arnoldo C., Hax and Thomas L. *Applied Mathematical Programming*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1977
10. Bustelo, P.,(1992): “*Economía del desarrollo. Un análisis histórico de la Teoría de la Modernización.*”
11. Cazadero. M., (1995). *Las Revoluciones Industriales*. México: Fondo de Cultura Económica.
12. Del Val Román, J. (2018). “*Industria 4.0: la transformación digital de la industria*”. 20/05/2019, de CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Sitio web: <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
13. Dussel Peters, E., Ortiz Velásquez. S. (2016). “*El Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ¿contribuye China a su integración o desintegración?*” En, Dussel Peters, Enrique (coord.). *La nueva relación comercial de América Latina y el Caribe con China, ¿integración o desintegración regional?* Red ALC-China, UDUAL y UNAM/CECHIMEX, México,
14. Braun E. y MacDonald. S. (1984). “*REVOLUCION EN MINIATURA. LA HISTORIA Y EL IMPACTO DE LA ELECTRONICA DEL SEMICONDUCTOR*”. España: TECNOS.
15. E. Braun y S. MacDonald. (1984). *REVOLUCION EN MINIATURA. LA HISTORIA Y EL IMPACTO DE LA ELECTRONICA DEL SEMICONDUCTOR*. España: TECNOS.

16. Gutiérrez Ruíz, A. Tesis. (2016) “Implementación Y Optimización Del Proceso Para Resolver El Problema De Asignación De Órganos Usando Programación Entera”. Facultad de Ciencias UNAM.
17. Pitchford H. W., (1960). “Samuel Morse and the telegraph” (en inglés). F. Watts. p.66.
18. Hayashi, C (1998). *Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization* (en inglés). Springer Japan. pp.40-51. ISBN9784431702085. doi:10.1007/978-4-431-65950-1\_3. Consultado el 27 de enero del 2020. Disponible en:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia\\_de\\_datos#cite\\_note-2](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencia_de_datos#cite_note-2)
19. <http://gotothinktank.com/>
20. [https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os\\_1970](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os_1970) ,  
[https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os\\_1980](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%B1os_1980)
21. [https://europa.eu/european-union/about-eu/history\\_es#:~:text=La%20Uni%C3%B3n%20Europea%20naci%C3%B3n%20con,para%20lograr%20una%20paz%20duradera.](https://europa.eu/european-union/about-eu/history_es#:~:text=La%20Uni%C3%B3n%20Europea%20naci%C3%B3n%20con,para%20lograr%20una%20paz%20duradera.)
22. <https://www.un.org/es/sections/history/history-united-nations/#:~:text=Las%20Naciones%20Unidas%20empezaron%20a,los%20a%C3%B1os%20en%20esa%20fecha.>
23. Índice Elcano de Precencia Global. Revisado en :  
[https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/acerca\\_de](https://www.globalpresence.realinstitutoelcano.org/es/acerca_de)
24. Industria 4.0 en la Feria de Hannover: La senda hacia la “fábrica inteligente” por la Feria de Hannover, sitio digital 'Deutschland', 7 de abril de 2014.
25. Jeannot, F (2002). “Fluctuaciones cíclicas en Schumpeter”. Análisis Económico, XVII(35),43-77.[fecha de Consulta 5 de Febrero de 2021]. ISSN: 0185-3937. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413/41303502>
26. Karl M., (1920). “The Poverty of Philosophy”, Chicago, Charles H. Kerr, , p. 129
27. . Boulding, K. (1965). “TIERRA COMO NAVE ESPACIAL “, Archivos (Cuadro 38), de, Universidad de Colorado, en: Boulder Bibliotecas
28. Schwab. K. (07 nov 2018). “¿Qué es la Globalización 4.0 y estamos listos para ello?”. 10/06/2020, de World Economic Forum Sitio web: <https://es.weforum.org/agenda/2018/11/los-forcejeos-de-la-globalizacion-4-0/?fbclid=IwAR3FvlodvXFyfeVwezFB7SZQ9IF4Ptvn58rqqBOKKC4rYM3msnjKYWMr8T8>
29. Kowalsky, J. (2019). “Desempleo en Estados Unidos cae a su menor tasa en 50 años”. Recuperado el 20/05/2020, de DW Sitio web: [https://www.dw.com/es/desempleo-en-estados-unidos-cae-a-su-menor-tasa-en-50-a%C3%B1os/a-50707354#:~:text=Desempleo%20en%20Estados%20Unidos%20cae%20a%20su%20menor%20tasa%20en%2050%20a%C3%B1os,-Los%20%C3%ADndices%20de&text=La%20creaci%C3%B3n%20de%20puestos%20de,2019\)%20el%20Departamento%20del%20Trabajo.](https://www.dw.com/es/desempleo-en-estados-unidos-cae-a-su-menor-tasa-en-50-a%C3%B1os/a-50707354#:~:text=Desempleo%20en%20Estados%20Unidos%20cae%20a%20su%20menor%20tasa%20en%2050%20a%C3%B1os,-Los%20%C3%ADndices%20de&text=La%20creaci%C3%B3n%20de%20puestos%20de,2019)%20el%20Departamento%20del%20Trabajo.)

30. Liu, A., (17 de septiembre de 2015). "Data Science and Data Scientist" (en inglés). Consultado el 27 de enero de 2021. Disponible en: <http://www.researchmethods.org/DataScienceDataScientists.pdf>
31. Alvares- Gascon L., Blanco M., del Ser J. Linares J., Molero J., Sáez A., Villazán B. (2018). "Re-industrialización en España: Industria 4.0 y ecosistemas de innovación". Madrid, España: Foro de Empresas Innovadoras.
32. Manzano, G., Montesano, R., Zúñiga, L., (2017). "Análisis, Diseño e Implantación de Algoritmos". UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO: Facultad de Contaduría y Administración.
33. Marín Arriaga, A. "Reporte de Trabajo Profesional. (2018) Módulo de Asignación de Órganos y su Integración al Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes (SIRNT).
34. Odóñez, J. (2008). "Ideas & Inventos de Un Milenio 900-1900". España: Lunwerg editores. p. 8
35. Pace, A. (2019). "No, los robots no nos harán a todos desempleados". 15/05/2020, de MISES.ORG/ES Sitio web: [https://www.mises.org.es/2019/03/no-los-robots-no-nos-haran-a-todos-desempleados/?utm\\_source=dlvr.it&utm\\_medium=facebook&fbclid=IwAR3Xl3GCpy6yvBDRrgq4cAjdMZMFHeMvNA8PgGkIPzDKQ-wZM3lbPgvWcUc](https://www.mises.org.es/2019/03/no-los-robots-no-nos-haran-a-todos-desempleados/?utm_source=dlvr.it&utm_medium=facebook&fbclid=IwAR3Xl3GCpy6yvBDRrgq4cAjdMZMFHeMvNA8PgGkIPzDKQ-wZM3lbPgvWcUc)
36. Peters (coordinador). "La nueva relación comercial entre América Latina y el Caribe-China: ¿integración o desintegración regional?". Red ALC-China, UDUAL, UNAM y CECHIMEX-FEC-UNAM,
37. BLAISE. P.C. (2019). "Economía colaborativa: impacto en e-commerce". Recuperado el 20/06/2020, de Revista Forbes Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/economia-colaborativa-impacto-en-e-commerce/?fbclid=IwAR0Htjjem7LPD0tTOHuIvWChZyS3u259e7ti2NUwGIUbffOXc2yKRQfZmI>
38. Programa Estratégico Nacional: CONACyT (2019).
39. Rifkin, J. (2014). "La sociedad del costo marginal cero. El internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo". España: Paidós.
40. Sánchez, C., & Ríos, H. (2011). "La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México". Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 8(2),43-60.[fecha de Consulta 25 de Abril de 2020]. ISSN: 1690-7515. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=823/82319126004>
41. Torrent-Sellens, J. (2016) *La Economía del Conocimiento e el conocimiento de la Economía*. Oikonomics Revista de Economía, empresa y sociedad, #5, ISBN 2339-9546