INADI
Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C.
CCE
CONSEJO COORDINADOR EMPRESARIAL
Hacia una nueva visión del desarrollo industrial digital en México
ARTURO OROPEZA GARCÍA
coordinador

INADI
Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C.

Hacia una nueva visión del desarrollo industrial digital en México
Arturo Oropeza García (coordinador)
Primera edición, 2024

© 2024, Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C. (INADI)

© 2024, Arturo Oropeza García
Coyoacán, Ciudad de México

ISBN: 978-607-29-5293-5

Todos los Derechos reservados
Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la posición de las instituciones convocantes.

Queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita del titular del derecho, la reproducción o distribución total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, bajo las sanciones establecidas por la ley.

Diseño editorial: Alexbrije
Imágenes portada e interiores: © AdobeStock, © Freepik
Impreso y hecho en México / Printed and made in Mexico

INADI
Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C.

CCE CONSEJO COORDINADOR EMPRESARIAL

Hacia una **nueva visión** del **desarrollo industrial digital** en **México**

ARTURO OROPEZA GARCÍA
coordinador

Índice

INTRODUCCIÓN 13

CAPÍTULO I
HACIA UNA NUEVA POLÍTICA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL EN MÉXICO

Las batallas del desarrollo. De la era industrial a la revolución digital. Líneas generales. 18

ARTURO OROPEZA GARCÍA
Investigador Nacional del Instituto de Investigación Jurídicas de la UNAM y Presidente del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

La política de financiamiento como soporte de una nueva estrategia industrial-digital. 48

FRANCISCO SUÁREZ DÁVILA
Ex embajador de México en Canadá. Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

La importancia de implementar una política industrial digital para México. Asignaturas pendientes 74

RENÉ VILLARREAL
Presidente del Centro de Capital Intelectual y Competitividad (CECIC). Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

***Nearshoring* y la política industrial digital** 98

CLEMENTE RUÍZ DURÁN
Excoordinador del Posgrado en Economía, UNAM. Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

Incentivos fiscales a la inversión e impulso al desarrollo productivo 124

JUAN CARLOS MORENO-BRID
Profesor de la Facultad de Economía y Tutor de Maestría y Doctorado en el Programa de Posgrado en Economía, UNAM. Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

FRANCISCO GUTIÉRREZ
Unidad de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM. Doctor en Política Pública por la Escuela de Gobierno del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores

NOEL PÉREZ BENÍTEZ
Coordinador de la Unidad de Asuntos Fiscales en la División de Desarrollo Económico de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

CAPÍTULO II
CONDICIONES PARA UN NUEVO PROYECTO INDUSTRIAL DIGITAL DEL PAÍS

Política industrial y sus tendencias en el marco de la economía digital: implicaciones para México 140

JOSÉ LUIS SOLLEIRO REBOLLEDO
Investigador Titular del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM. Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

ROSARIO CASTAÑÓN
Académica del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM

Implementación de la política industrial digital en México: desafíos y estrategias 160

JORGE BASAVE KUNHARDT
Investigador Titular del Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc) de la UNAM, Tutor del Programa de Posgrado y Profesor de Posgrado en Economía, UNAM, Fundador de la Revisa Economía, UNAM y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

PATY A. MONTIEL MARTÍNEZ
Especialista en temas económicos. Candidata Nacional del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias, y Tecnologías (CONACYT).

SEYKA SANDOVAL CABRERA
Profesora Titular de la Facultad de Economía, UNAM, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ganadora del Premio Universidad Nacional a Joven Académica en Ciencias Económico-Administrativas 2021.

De la política industrial a la política industrial digital. Un cambio de paradigmas. 184

JULEN BERASALUCE IZA
Profesor-Investigador del Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México (COLMEX). Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

Políticas industriales vs sostenibilidad: ¿dilema insoluble o un desafío transformador? 208

CARLOS CABRERA ESPINOSA
Investigador económico y Coordinador de Diálogo Económico e Internacional de la Fundación Friedrich-Ebert-Stiftung México

PATRICIA NARVÁEZ
Especialista en Cooperación Internacional para el Desarrollo Sostenible con experiencia en Cambio Climático y Finanzas Sostenibles

Cambio tecnológico y globalización. Retos de la implementación de una Política Industrial Digital en México 234

MIGUEL ÁNGEL RIVERA RÍOS
Profesor Titular en la Facultad de Economía y Tutor del Programa de Posgrado, UNAM, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y Miembro de número de la Academia Mexicana de Economía Política

JOSÉ BENJAMÍN LUJANO LÓPEZ
Profesor en la Facultad de Economía, UNAM e Investigador en temas socioeconómicos

JOSUÉ GARCÍA VEIGA
Profesor en la Facultad de Economía, UNAM y Miembro investigador del Laboratorio de Estudios sobre Empresas Transnacionales (LET) del Observatorio Latinoamericano de Geopolítica (OLAG) en el Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc) de la UNAM

OSCAR DANIEL ARAUJO LOREDO
Profesor de la Facultad de Economía, UNAM

CAPÍTULO III
AVANCES EN LA INDUSTRIA DIGITAL EN EL MUNDO. ESTRATEGIAS PARA MÉXICO

La industria digital en Japón. El camino de la educación 258

CHRISTIAN PEÑALOZA
Director Ejecutivo del Instituto de Investigaciones Tecnológicas Emergentes Mirai Innovation en Osaka y Científico Investigador del Instituto de Investigaciones de Telecomunicaciones Avanzadas en Kioto, Japón

ARTEMISA JARAMILLO
Doctora en Comportamiento del Consumidor Digital por la Universidad de Dublín (DCU)

La industria digital en Corea del Sur. Líneas generales de aprendizaje 276

JUAN FELIPE LÓPEZ AYMES
Investigador en el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM), UNAM e Investigador del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

BÁRBARA BAVOLEO
Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

RICHARD SALAZAR MEDINA
Profesor de Estudios de Asia Oriental en FLACSO, Ecuador

SADCIDI ZERPA DE HURTADO
Investigadora en temas de Integración Regional y Economía Agroalimentaria y Miembro fundador e Investigadora Activa del Grupo de Estudios Económicos sobre Asia (GEEA)

ARMANDO RENATO BALDERRAMA SANTANDER
Profesor, División de Estudios del Desarrollo, CIDE y Coordinador Nacional, ALADAA México

La política industrial de China y la industria 4.0. Líneas generales de comparación 310

ARMANDO RENATO BALDERRAMA SANTANDER
Profesor, División de Estudios del Desarrollo, CIDE y Coordinador Nacional, ALADAA México

HANNIA MELISSA TREVIÑO TREVIÑO
Centro de Estudios Asiáticos, CEA-UANL

Después de Hecho en China 2025: La nueva industrialización en China 344

BEATRIZ JUÁREZ
Profesora de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Derecho, UNAM. Consejera del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

La industria 4.0 de Alemania como referente internacional para una política pública industrial digital 360

GERMAN BONILLA BERMÚDEZ
Experto del Programa Industria 4.0. dentro de la "Asociación para el Desarrollo Industrial Sostenible Alemania-Alianza del Pacífico" (PAGSID), liderado por la Confederación de la Industria Alemana (BDI)

La industria de semiconductores en Taiwán: del aprendizaje al posicionamiento global 386

EDUARDO TZILI APANGO
Profesor investigador, UAM, Miembro del Grupo de Estudios Sobre Eurasia (GESE) y Consultor para la Comisión de Naciones Unidas para América Latina y el Caribe

CAPÍTULO IV
HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL EN MÉXICO. TEMAS GENERALES.

Cadenas productivas y comercio digital en un entorno 5g 406

JORGE FERNANDO NEGRETE
Presidente de Digital Policy & Law Group

EFRÉN PÁEZ
Economista, maestro en Gestión tecnológica y analista Senior de DPL Group

Geopolítica, políticas industriales digitales y la importancia de la industria de los microchips 434

CLAUDIA SCHATAN
Especialista en temas económicos. Consejera del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

El impacto de la transformación digital en la industria 4.0 y 5.0 468

REBECA ESCOBAR BRIONES
Titular del Centro de Estudios, IFT

Innovación para el Desarrollo Industrial Digital

VÍCTOR MANUEL GUIZAR
Especialista Internacional en Propiedad Intelectual. Consejero de Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI).

Las mipymes como actores relevantes del nuevo desarrollo industrial digital. Los retos de su incorporación

JOSÉ LUIS PERALTA HIGUERA
Director General de la Oficina de Transformación Digital del IFT

AUTORES

“La política industrial está de regreso.
De hecho, nunca debió de haberse ido”.

Dani Rodrik
Project Syndicate, 2010

“La nueva era de la política industrial
está aquí ¿Estás preparado?”.

W.C. Shih
Harvard Business Review, 2023

Introducción

I.

Asistimos a un momento estelar de la vida de la humanidad caracterizado por la incertidumbre y por el desmantelamiento de los paradigmas conocidos.

Diferentes voces desde diversas plataformas se preguntan todos los días sobre la naturaleza de la disrupción, en una serie infinita de preguntas que todavía no tienen la posibilidad de ser respondidas suficientemente.

Entre otros fenómenos, presenciamos el surgimiento de la Primera Revolución Digital, que de manera vertiginosa introduce los nuevos elementos de una transformación digital que esta variando las líneas de explicación del desarrollo; que cambia también la cultura de la transformación aprendida desde el surgimiento de la Primera Revolución Industrial. Inteligencia Artificial, internet de las cosas, tecnología 5G, robótica y cientos de innovaciones más vienen a incorporarse velozmente a la cadena de valor de los paradigmas del desarrollo que habían prevalecido los últimos tiempos.

Junto con ello y debido a ello, nace lo que Ferrer llamaría el Tercer Orden Económico Mundial; clasificación con la que se intenta advertir a todos los actores económicos que las reglas del juego han cambiado, sin que sepamos bien a bien cuáles serán las nuevas normas con las que se podrá hacer más exitoso el desarrollo económico compartido.

La materia económica, desde su propia plataforma, no acaba de aceptar el cambio de los modelos de desarrollo conocidos, como tampoco se pone de acuerdo con las diferentes propuestas que empiezan a surgir como nuevas líneas del crecimiento y el bienestar social de las poblaciones.

La propia idea del desarrollo es acosada por nuevas tendencias como señala Susskind "El crecimiento tiene una promesa irresistible y un precio inaceptable; es milagroso y devastador. Necesitamos más y muchísimo menos"[1]; resumiendo inquietudes sobre una sostenibilidad que ya no acepta demoras y elementos

1 Reforma, *La creencia popular exige crecimiento. ¿Tiene razón?*, 22 de junio 2024.

morales de distribución que apuesten por la aplicación de un "consumismo del decrecimiento" (Saito Kohei, 2024).

De igual modo surge de manera dinámica una nueva corriente de desarrollismo económico industrial (Estados Unidos, Francia, Inglaterra, etc.), tratando de enmendar el camino extraviado de la participación colaborativa del Estado en el acompañamiento de sus diferentes sectores económicos.

De este modo, en el inicio de un tercer orden económico mundial y del nacimiento de una economía digital que está cerca de alcanzar el 25% de la economía mundial, las diferentes estrategias del desarrollo se alistan para confirmar, cancelar, modificar o inaugurar las nuevas maneras de un desarrollo económico posible.

II.

En el caso de México, como se sabe bien, por decisión propia venimos de un largo olvido del desarrollo industrial, el cual desde la década de los 80's se fue desvaneciendo ante su incorporación a la práctica de un modelo neoliberal.

Esta decisión ha tenido muchos costos con el paso del tiempo, los cuales han sido obviados ante el importante éxito que en materia de exportaciones ha tenido la nación en el marco de la firma del TLCAN-TMEC; aunque esta confusión ha llevado a México a ser el país con mayor nivel de valor agregado extranjero en sus exportaciones.

México registró una pérdida del 80% de su industria nacional desde 1994 (Ortiz, 2010), de igual modo que su participación en la oferta exportadora se ha reducido a un papel maquilador de bajo contenido nacional. No obstante, la mayor afectación de no ejercer una política industrial por alrededor de cuatro décadas, ha sido la pérdida o disminución de su cultura de transformación.

Los efectos de la desindustrialización no solo han impactado en el comportamiento del sector manufacturero; también inciden de manera directa en el conjunto de habilidades y capacidades que se crean con la actividad industrial, como el desarrollo científico y tecnológico; afectando de igual modo a las actividades de innovación y creatividad, que desaparecen o se trasladan al exterior.

El proceso industrial es una cultura de cambio constante, de evolución, de mejora continua; es parte de un proceso de prueba y error infinito que pone a prueba el talento de los países. Reta a los sectores económicos y sociales a probar su capacidad y destreza frente a otros competidores, internos y externos. Es una actividad en la que se prueban las ventajas competitivas del propio Estado: sus políticas educativas, energéticas, laborales, fiscales, de seguridad, comerciales, de financiación, de ciencia y tecnología, infraestructura, entre muchas otras.

La apuesta por la no política industrial, la decisión de cancelarla en lugar de depurarla como lo hizo el mercado asiático; su simulación a través de una exportación maquiladora disfrazada de manufactura, o su delegación en manos del mecanismo ciego del mercado, canceló las posibilidades de un desarrollo industrial más poderoso para el país.

Ante la llegada de esta ola disruptiva de un nuevo desarrollo industrial digital, el reto para México de reorientar el camino luce inmenso; al igual que la oportunidad de lograrlo.

III.

Esta obra, caracterizada por la seriedad y profundidad de los 21 ensayos que la componen, forma parte de una línea de propuesta orientada por el Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI); a la cual se integra el trabajo titulado "Transformación Digital y Política Industrial. Retos y Oportunidades" (2024), y la obra "La Nueva Era de la Política Industrial Digital ¿Estamos preparados?" (2023), a través de las cuales se intenta justificar desde el punto de vista académico, de la necesidad de la creación de una Política Pública Industrial Digital Sustentable para México.

En el marco de estas inquietudes, el INADI en coordinación con el Instituto de Investigaciones Jurídicas (IIJ) de la UNAM, decidió llevar a cabo un ejercicio de reflexión sobre las líneas del desarrollo antes señaladas, con la idea de re-pensar y proponer una nueva visión del desarrollo industrial digital para el país.

La presente obra cuenta con la participación de 36 destacados especialistas de diversas instituciones, que a lo largo de cuatro capítulos busca contribuir a la construcción de una política pública industrial digital.

Agradecemos desde luego, la participación destacada y profesional de cada uno de los autores de este libro, los cuales intentaron en todo momento generar trabajos acordes a los nuevos retos del desarrollo económico industrial digital de la tercera década del siglo.

En el capítulo I titulado "Hacia una nueva política de desarrollo industrial en México", los especialistas Arturo Oropeza García, Francisco Suárez Dávila, René Villarreal, Clemente Ruiz Durán, Juan Carlos Moreno Brid, Francisco Gutiérrez y Noel Pérez Benítez, a través de sus diferentes investigaciones nos hablan de la necesidad de contar con una política industrial digital en México, de una política de financiamiento para su buen desarrollo; de la política industrial como una respuesta coherente para el reto de la relocalización o Nearshoring; de las recomendaciones en materia de política fiscal para poder operar su implementación, etcétera.

Bajo el título de "Condiciones para un nuevo proyecto industrial digital del país", que presenta al capítulo II, los autores José Luis Solleiro Rebolledo, Rosario Castañón, Jorge Basave Kunhardt, Patricia Montiel Martínez, Seyka Sandoval Cabrera, Julen Berasaluce Iza, Carlos Cabrera Espinosa, Patricia Narváez, Miguel Ángel Rivera Ríos, José Benjamín Lujano López, Josué García Veiga y Oscar Daniel Araujo Loredo, abordan los temas de la nueva economía digital; de como implementar una política industrial digital en México; del cambio de paradigmas entre política industrial y política industrial digital; del importante tema de la sostenibilidad y la política industrial; del cambio tecnológico y la globalización, etcétera.

El capítulo III con el título de "Avances en la industria digital en el mundo. Estrategias para México", los autores Christian Peñaloza, Artemisa Jaramillo, Juan Felipe López Aymes, Bárbara Bavoleo, Richard Salazar Medina, Sadci-di Zerpa de Hurtado, Armando Renato Balderrama Santander, Hannia Melisa Treviño Treviño, Beatriz Juárez, Germán Bonilla Bermúdez y Eduardo Tzili Apango, bajo una idea de benchmarking analizan el éxito industrial digital en Japón, Corea del Sur, China, Alemania y Taiwán, enriqueciendo con la experiencia internacional la propuesta central del libro de una política industrial digital para México.

Finalmente, el capítulo IV bajo la línea de "Hacia una política industrial digital en México. Temas generales", con los especialistas Jorge Fernando

Negrete, Efrén Páez, Claudia Schatan, Rebeca Escobar Briones, Víctor Manuel Guizar y José Luis Peralta Higuera, cierran el análisis de la propuesta incorporando temas relevantes como la tecnología 5G, la industria de los microchips, la industria 4.0 y 5.0; el relevante tema de la innovación y el papel de las MiPymes en la industria digital, etcétera.

El momento que se vive es estelar y las políticas públicas están retadas a dar lo mejor de sí mismas, tanto para entender los nuevos paradigmas del desarrollo que surgen frente a ellas, como para intentar de manera seria, pero audaz, implementar las mejores estrategias de un nuevo desarrollo industrial digital sustentable de acuerdo a la realidad del país.

No es un momento sencillo y la respuesta de hoy no garantiza el éxito de mañana.

Por eso es que parafraseando a Mariana Mazzucato podríamos decir que si no *desafiamos los numerosos mitos referentes al desarrollo económico en los cuales hemos vivido las últimas décadas, y no nos atrevemos a intentar construir lo nuevo con seriedad, pero también con la audacia a la que nos convoca una nueva época histórica, no podremos aspirar a afrontar los retos estructurales del siglo XXI, ni a producir el cambio tecnológico que necesita México, para garantizar el crecimiento sostenible y equitativo para la mayoría de sus habitantes*[2].

Arturo Oropeza García
Primavera 2024.

2 Mazzucato, Mariana. (2014) *El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al privado*.pág. 45.

CAPÍTULO I

HACIA UNA NUEVA POLÍTICA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL EN MÉXICO

>[1] Las batallas del desarrollo. De la era industrial a la revolución digital. Líneas generales.

SUMARIO

I. Marco general.
II. Los enredos del desarrollo.
III. China-Estados Unidos y las batallas por el desarrollo.
IV. Asia del Este-Occidente. La batalla regional por el desarrollo.
V. Los descuidos del desarrollo.
VI. Modelos del desarrollo.
VII. Hacia una nueva batalla del desarrollo.
IX. Bibliografía y referencias.

Arturo Oropeza García

Doctor en Derecho e Investigador Nacional del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIJ, UNAM). Presidente del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C. (INADI).

La propagación de la civilización puede ser comparada con un fuego, primero, una débil chispa, luego una llama titilante, después una poderosa llamarada, siempre aumentando en velocidad y poder.

Nikola Tesla

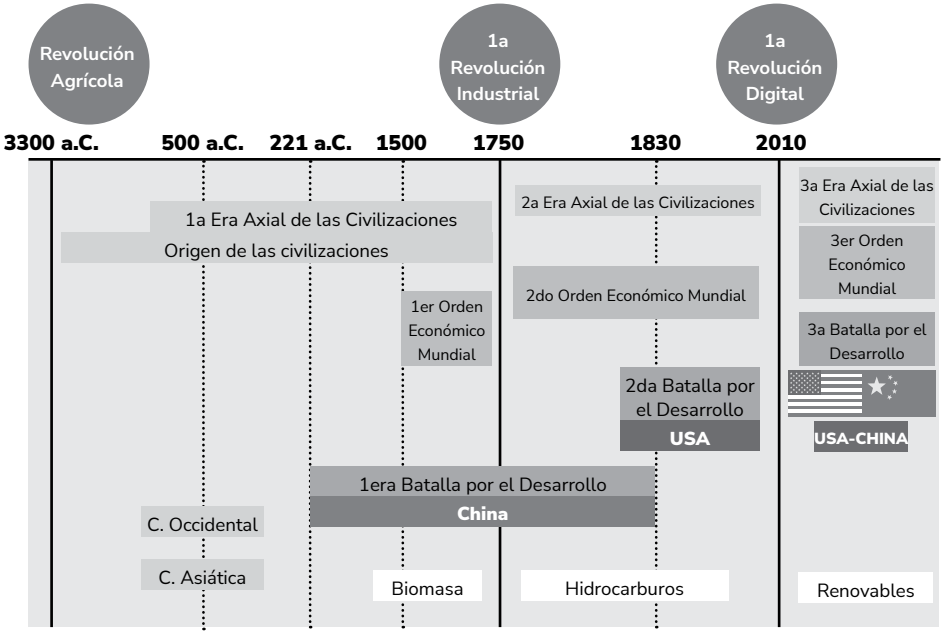
I. MARCO GENERAL

A.

La primera parte del siglo XXI se presenta como el inicio de un tiempo nuevo, que en medio de dudas y vislumbres se encamina hacia la construcción de una nueva época económica, política, tecnología, social, etc., sin que bien a bien se vea con claridad la geografía del mundo que se está gestando, con una primera etapa a 2050, que estará impactando en la vida de cerca de diez mil millones de seres humanos.

La sociedad global de nuestro tiempo no acaba de atinar del todo las características de este surgimiento; pero a diferencia del pasado inmediato de finales del siglo XX, en el que se trató de alargar un orden geopolítico y económico de posguerra, ahora aumenta la percepción de que somos parte del avance de un nuevo orden mundial.

Gráfica 1 **Evolución de la humanidad y las batallas del desarrollo.**



Fuente Elaboración propia.

Poco a poco nos vamos alejando del mundo de las certezas de ayer en todos los terrenos, arribando precipitadamente a un territorio de preguntas sin respuesta que sin embargo exigen su esclarecimiento.

La multiplicidad de los cambios y su diferente naturaleza civilizatoria, económica, política, social, ecológica, tecnológica, etcétera, complica el panorama al formar parte de un sistema mundial que depende del ordenamiento de la mayoría de sus partes. Dada su naturaleza sistémica, la solución del conjunto depende cada vez más de su avance o de su atasco.

B.

De esta breve imagen destaca por su importancia el cambio del orden geopolítico, que de una definición unipolar, sufre el asedio de nuevos actores como el caso de China, Rusia, India, etc., que vienen presionando hacia la negociación de un convenio global de liderazgos múltiples.

Junto con ello se aprecia el surgimiento de nuevos jugadores económicos que poco a poco van escalando posiciones del ranking mundial, en el cual vemos un insistente desplazamiento de los países del Atlántico de parte de las economías del Pacífico, donde China y Japón ocupan la segunda y tercera posición mundial y para 2050 se espera que estas naciones asiáticas se coloquen dentro de las cuatro economías más importantes del mundo; situación que podría profundizarse a 2075 si no se revierten las tendencias actuales del desarrollo.

Tabla 1 Escenarios geoeconómicos.

Ranking	1980	2000	2022	2050	2075
1	**United States**	**United States**	**United States**	**China**	**China**
2	**Japan**	**Japan**	**China**	**United States**	**India**
3	Germany	Germany	**Japan**	**India**	**United States**
4	France	United Kingdom	Germany	Indonesia	Indonesia
5	United Kingdom	France	**India**	Germany	Nigeria
6	ltaly	**China**	United Kingdom	**Japan**	Pakistan

Ranking	1980	2000	2022	2050	2075
7	**China**	ltaly	France	United Kingdom	Egypt
8	Canada	Canada	Canada	Brazil	Brazil
9	Argentina	Mexico	Russia	France	Germany
10	Spain	Brazil	ltaly	Russia	United Kingdom
11	Mexico	Spain	Brazil	Mexico	Mexico
12	Netherlands	Korea	Korea	Egypt	**Japan**
13	**India**	**India**	Australia	Saudi Arabia	Russia
14	Saudi Arabia	Netherlands	Mexico	Canada	Philippines
15	Australia	Australia	Spain	Nigeria	France

Fuente **Goldman Sachs Global Investment Research, 2022.**

En este *nuevo juego* por la hegemonía política y económica de la primera mitad del siglo, las batallas por el desarrollo vuelven a surgir con toda su fuerza, con la importancia que siempre han tenido en la vida de las naciones*.

C.

Dentro de estos cambios destaca por su importancia la contienda que se está llevando a cabo entre Estados Unidos y China por retener o alcanzar respectivamente el liderazgo geopolítico y económico del mundo.

Esta competencia no se da en solitario, por sus propias condiciones regionales y culturales, de manera expresa o tácita también representa una competencia de regiones donde aparece la zona asiática que comprende a los principales países del Este y Sudeste Asiático por un lado, y la mayoría de las economías occidentales por el otro.

* En este ensayo se utiliza la palabra "desarrollo" como un genérico que facilita una visión pragmática del crecimiento económico social de las naciones, alejado de los tecnicismos de las diferentes corrientes del desarrollo. Aunque como bien apunta D. North "... la semejanza en el desempeño de las economias y la persistencia de economías dispares a lo largo del tiempo, no ha sido explicada satisfactoriamente por los economistas del desarrollo, a pesar de los esfuerzos inmensos realizados ..." "El hecho escueto es que la teoría empleada no está a la altura de la tarea" (González García, Juan, *Perfiles recientes del desarrollo económico de China*, 2006, p. 17)

También lo es, en la línea que interesa a este ensayo, una batalla por el desarrollo económico en una versión novedosa; en la que se conjugan por primera vez la posibilidad de conciliar exitosamente los potenciales que se derivan de una Cuarta Revolución Industrial que va declinando, en relación al poderoso surgimiento de una Primera Revolución Digital y de una Transformación Digital que van tomando sitio precipitadamente.

En este sentido, lo que se intentará destacar en este trabajo son las líneas que han caracterizado a las batallas por el desarrollo, de manera especial, las que corresponden a Estados Unidos/Occidente, frente a China/Asia del Este; en el marco de las dos grandes revoluciones económicas que han marcado el destino de la humanidad; la industrial en el siglo XVIII y ahora a la Revolución Digital en el siglo XXI.

Para tal efecto se intentará hacer referencia a la naturaleza de sus principales encuentros a lo largo de la historia, como un ejercicio del cual puedan desprenderse experiencias útiles frente a su nueva batalla por el desarrollo industrial digital de la tercera década del siglo XXI.

En el caso de México vale la pena recordar que este fenómeno vive de manera particular un rezago no sólo en la aceptación de la importancia del desarrollo industrial, al cual renunció de manera expresa los últimos cuarenta años; sino también el atraso que mantiene respecto a una economía digital que está cerca de representar el 25% de la economía mundial. De ahí la importancia y la oportunidad del tema.

II. LOS ENREDOS DEL DESARROLLO

Desde su origen la humanidad en su conjunto, articulada o desarticuladamente, ha vivido el reto de mejorar su situación económica, social o política.

Los diferentes contratos sociales que se fueron celebrando en el tiempo, si bien partieron de una urgente necesidad de seguridad y orden, también tuvieron desde ese momento la intención de cubrir sus necesidades económicas y sociales.

Sin embargo hasta el siglo XV, en la era preindustrial, y de manera particular al arribo de la Primera Revolución Industrial que se presenta en la primera mitad del siglo XVIII, lo que prevaleció en la economía del mundo fue una

idea de sobrevivencia social, junto con una elitista acumulación de riqueza que estuvo determinada, por un lado, por la agricultura, y por el otro, por la guerra y el poder de los diferentes imperios y actores relevantes que se sucedieron a lo largo del tiempo.

Antes del siglo XV las ideas de mejora y desarrollo se vieron determinadas de manera general por una economía agrícola que comprendía más del 90% del producto económico de los países, la cual estaba ligada al grado de avance y eficiencia de las organizaciones políticas que los administraban. Esta percepción incipiente de mejora y estabilidad en el caso de Occidente, se vive en lo general de manera desarticulada, bajo un determinismo del sector primario y un comercio internacional que hasta la Revolución Industrial no superó el 2% del producto mundial[1].

No resulta exagerado señalar que la idea del desarrollo económico moderno es una expresión reciente derivada de la Primera Revolución Industrial, de manera conjunta al surgimiento de los primeros estados modernos occidentales; fórmula que permitió pasar de una manera más clara y organizada a una etapa de desarrollo dirigido y a una idea cada vez más clara de lo que se entendió como progreso[2].

1 El dilema del desarrollo, señala Ferrer, comienza en la última década del siglo XV, cuando por la aparición de la era preindustrial, surgen el aumento de la productividad del trabajo y un orden mundial global. Antes de estas dos condiciones, no se plantea el dilema del desarrollo en un mundo global. En el siglo X, el producto per cápita promedio en Europa era apenas 20% o 30% mayor que al comienzo de la era cristiana. En los grandes imperios de Europa y Occidente, en la Antigüedad y en la Alta Edad Media, el dilema del desarrollo no se planteaba ante la ausencia de estas dos condiciones. Las invasiones como la de los pueblos bárbaros a los territorios bajo dominio romano al final de la antigüedad, cambiaban el reparto de los recursos, pero no alteraban el comportamiento de la economía. (Ferrer Aldo, *Historia de la globalización, TI, Origenes del Orden Económico Mundial*, 2013, pp. 15-16).

2 El progreso es un tema polémico desde siempre. Sin embargo, a partir de un cuestionamiento de la idea del progreso, García Pérez señala que "*La civilización Occidental ha mantenido su fe en el progreso, en la idea de que la cultura es la materialización de la razón humana*". A lo cual agrega que "*La sociedad moderna es progresista por naturaleza: su ciclo histórico se define por la medida en que avanza en todos los órdenes del saber que rigen a los pueblos. Cada descubrimiento, desde esta visión, es soporte y argumento del progreso. Sin embargo, es notorio, quizá desde el mismo nacimiento de las sociedades modernas, que el ser humano vive prisionero de*

Ante el nacimiento de la Revolución Industrial primero, y ahora con la Revolución Digital, el mito del progreso encuentra su mejor referencia y circunstancia.

Por ello, una de las principales aportaciones del siglo XVIII fue dotar al mundo occidental de la idea de que el mañana podría ser mejor. Que había alternativas de progreso en sus estándares de vida, de ingreso, de vestido, comida, etcétera; a través de las nuevas fábricas, empleos y salarios que fueron surgiendo junto con el nacimiento de la Primera Revolución Industrial y las etapas que le fueron sucediendo.

Contrato Social, Revolución Industrial, Estado Moderno, la idea del progreso, son parte de los elementos que dieron lugar al nacimiento de una idea más acabada del desarrollo económico, el cual, como un sincretismo de estos nuevos parámetros, empezó a comprometer al Estado con la búsqueda de fórmulas atinadas que derivaran en la mejora económica y social de sus gobernados.

El Producto Interno Bruto (PIB) aparece entonces en el siglo XX (S. Kuznets, 1937), como una forma de medir de manera arbitraria el acierto o el fracaso de ese desarrollo. El producto por habitante (PIB per cápita) también de manera impuesta, es una manera de dar cierta objetividad a esa mejora o no del Estado moderno respecto a su deber de dar no sólo seguridad a sus contratantes, sino también de dotarlos de una mejora en su vida social y económica.

La aparición de la Revolución Industrial y el desarrollo económico moderno (capitalismo industrial), a partir del acertado manejo de las políticas públicas, en articulación con los diferentes actores privados, viene a terminar con una era que se caracterizó en su mayor parte por detentar la acumulación de riqueza y su distribución a través del uso de las armas.

A partir de ese momento se inicia también una competencia abierta por los logros del desarrollo, la cual desde entonces ha venido ocupando a una amplia generación de políticos y especialistas tanto en su manejo como en su

sus creaciones, nacidas primigeniamente en el fuego prometeico: el progreso libera y encadena" (García Pérez, David, *Acerca del sentido del progreso. Una perspectiva Prometeica*. 2009, UNAM. México. pp. 11,157 y 158). La idea de progreso es consubstancial al ser humano ante su anhelo permanente de mejora, la cual se convierte en un mito que al mismo que lo impulsa, lo encadena a su destino.

clasificación, para sugerir así las mejores políticas que pudieran cumplir con los objetivos trazados. Esta etapa, de un rango tan amplio como su historia, comprende desde el montaje de un *capitalismo usurero*, hasta el logro de desarrollos económicos y sociales compartidos.

Con el nacimiento del desarrollo se ha dado también la construcción de las diferentes expresiones políticas del Estado moderno, el cual conforme a su naturaleza y circunstancia no ha podido desprenderse del compromiso de generar el mayor bienestar económico y social posible para sus gobernados. Su éxito o su fracaso son parte de las historias que hoy integran la bibliografía moderna del desarrollo de las regiones y de los países. También de su éxito o no, entre otras razones, se deriva la relevancia geoeconómica y política que han ocupado en el mundo. La propia idea del desarrollo es acosada por nuevas tendencias como señala Susskind "*El crecimiento tiene una promesa irresistible y un precio inaceptable; es milagroso y devastador. Necesitamos más y muchísimo menos*" (Reforma 22 junio 2024); resumiendo inquietudes sobre una sostenibilidad que ya no acepta demoras y elementos morales de distribución que apuesten por la aplicación de un "*consumismo del decrecimiento*" (Saito Kohei, 2024).

De igual modo surge de manera dinámica una nueva corriente de desarrollismo económico industrial (Estados Unidos, Francia, Inglaterra, etc.), tratando de enmendar el camino extraviado de la participación colaborativa del Estado en el acompañamiento de sus diferentes sectores económicos.

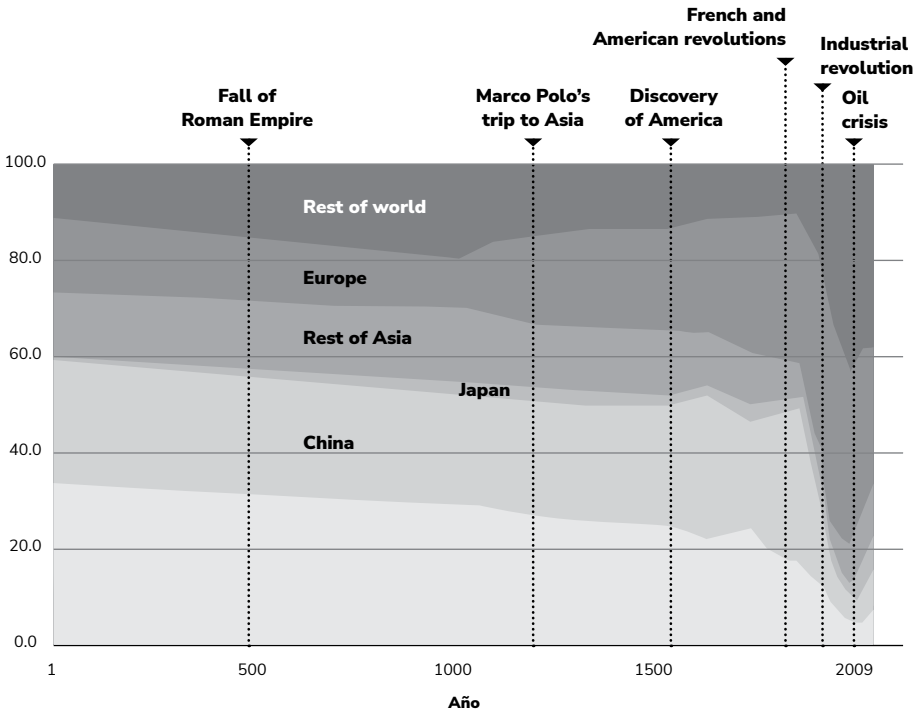
III. CHINA-ESTADOS UNIDOS Y LAS BATALLAS POR EL DESARROLLO

En este breve acercamiento de los enredos del desarrollo, un Occidente de origen milenario vivió su propia realidad a lo largo del tiempo en una relatoría de imperios vencedores y derrotados, y pueblos mayormente empobrecidos hasta el siglo XVIII, donde se sucede un cambio que multiplicó el crecimiento económico de las naciones con la máquina de vapor, la máquina de tejer, el centro fabril, la locomotora, el barco de vapor, etcétera; rescatándolo de un letargo de siglos y llevándolo a vivir una nueva realidad económica, política, social y tecnológica tanto para sus gobiernos como para sus gobernados.

En la *gran planicie asiática de Mackinder*, por otro lado, más allá de los himalayas, de los Karakórum y de la Meseta del Pamir, una región asiática del Este, China, por razones geográficas, durante cerca de 18 siglos vivió su propia historia separada mayormente de los acontecimientos económicos, políticos y sociales de Occidente.

En la línea de este aislamiento esta región económica, en términos de una comparación arbitraria (Maddison), por alrededor de dos milenios obtuvo resultados superiores a los alcanzados por Occidente.

Gráfica 2 Hegemonía económica de China.

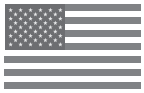


Fuente Mahbubani, Kishore, *Has China Won?*, 2020.

Sin conocerse, sin proponérselo, únicamente bajo el espejo de la comparación, China, Asia del Este y Occidente vivieron realidades diferentes y experiencias del desarrollo distintas; donde China y su región nunca perdieron el liderazgo económico hasta la mitad del siglo XIX, justo ante su encuentro histórico con Occidente.

En esta primera gran batalla por el desarrollo que solo ahora podemos dimensionar con el tiempo, China genera resultados exitosos de carácter sostenible con argumentos propios.

Tabla 2 **Las batallas por el desarrollo occidente USA-China.**

Era Preindustrial	**La Revolución Industrial**	**La Revolución Digital**
221 a.C. - 1830 d.C.	1830-2010	2010-∞
Determinismo Agrícola	Determinismo Industrial	Determinismo Digital Industrial
1a Batalla por el Desarrollo	2a Batalla por el Desarrollo	3a Batalla por el Desarrollo
↓	↓	↓
		

Fuente **Elaboración propia, 2024.**

El encuentro en lo que hace a China no fue deseado. China vivía por decisión propia y amparado en su geografía la comodidad de ser el centro de su mundo, el Reino del Medio de las naciones que habitaban dentro de su región; situación que había mantenido de manera general desde su fundación como Estado desde el 221 A.C.

Fue despertado de ese letargo por el ejército inglés y otras naciones occidentales a partir de 1839, en el marco de la Primera Guerra del Opio, cuando le declaran la guerra con el fin de abrir su comercio a la exuberancia de manufacturas que ya para entonces se producían en Occidente.

Naciones como Inglaterra, Francia, Alemania, Estados Unidos, etcétera, empezaban a dominar un mundo que ya no aceptaba la separación geográfica ante la posibilidad de acudir a cualquier lugar a través de las nuevas flotas marítimas construidas con los nuevos avances tecnológicos y militares.

Esa *competencia tácita* por el desarrollo que domina China frente a Occidente por casi dos milenios, se rompe bruscamente ante los argumentos de las nuevas potencias industriales que no sólo detentaban un nuevo poder marítimo y militar, sino que gracias a la etapa industrial ya habían superado a China en cuanto al desarrollo de manufacturas.

La tierra se volvió plana; desaparecieron los rincones de excepción y las batallas por el desarrollo de la manufactura se abrieron a plenitud conforme

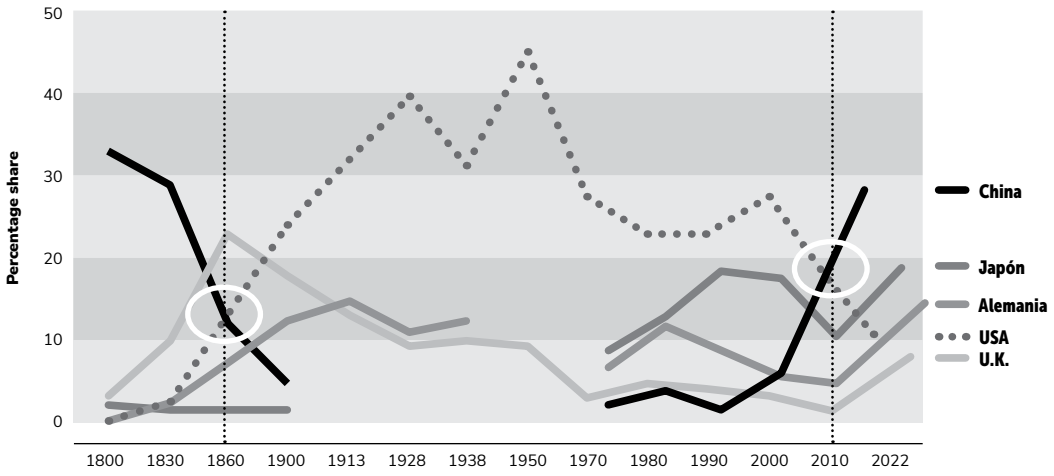
a las características y condiciones de cada uno de los participantes. Las primeras naciones favorecidas fueron aquellas que estuvieron presentes en el nacimiento de la Primera Revolución Industrial o que supieron entender oportunamente la importancia que esto significaba para el desarrollo económico y social de los países.

Esta fórmula que bajo sus propias condiciones determinó la segunda etapa de las batallas del desarrollo desde la mitad del siglo XVIII hasta inicios del siglo XXI; ahora se ve retada ante el nacimiento de una nueva generación de atributos digitales que estarán definiendo el éxito o el fracaso del desarrollo económico de los países a lo largo del siglo XXI.

China pierde su liderazgo en manufactura con Europa en 1830 y con Estados Unidos en 1860 aproximadamente, entrando a un *siglo de humillación* en el que no tuvo la claridad de entender los elementos innovadores de un nuevo desarrollo industrial surgido de la ciencia y la tecnología.

Esto vino a generar que aproximadamente de 1830 a 2010 se produjera lo que Huntington llama un *paréntesis en el liderazgo económico de China*, ante los mejores argumentos de Estados Unidos; el cual durante este periodo no sólo se elevó como la nación industrial manufacturera más importante del mundo, sino también como líder hegemónico hasta principios de este siglo.

Gráfica 3 **Batalla por el desarrollo China/USA.**



Fuente **Peter Marsh, 2022 y Wold Bank data base.**

Sin saberlo, China gana la primer batalla por el desarrollo y la manufactura donde sus atributos políticos, económicos y sociales la llevaron a generar la mayor riqueza del mundo. Por el contrario, a partir del siglo XIX, en una segunda confrontación más visible y abierta por el desarrollo industrial, China pierde el liderazgo al haberse mantenido aislada y confrontada a las nuevas líneas de una nueva economía. A pesar de ello, se recupera y avanza en un tercer escenario de esa batalla a partir de 2010, cuando habiendo asimilado las nuevas condiciones del proceso industrial en sus diferentes etapas, se convierte en el primer país productor de mercancías y la fábrica del mundo.

Como veremos más adelante, hoy sostiene un intenso debate con Estados Unidos por la que podríamos considerar la tercera batalla del desarrollo entre estas dos naciones**.

IV. ASIA DEL ESTE-OCCIDENTE. LA BATALLA REGIONAL POR EL DESARROLLO

Las batallas del desarrollo de este inicio de milenio, ante la evidencia de un mundo global que compite a lo largo y ancho de toda su superficie, no limita esta contienda a las economías de China y de Estados Unidos.

Por las mismas razones que Asia del Este y parte del Sudeste Asiático permanecieron aislados de la dinámica mundial que ya se comentó, estas mismas razones, desde el punto de vista cultural y civilizatorio, ahora son parte del argumento que explica esta larga cadena de los llamados *milagros económicos asiáticos*.

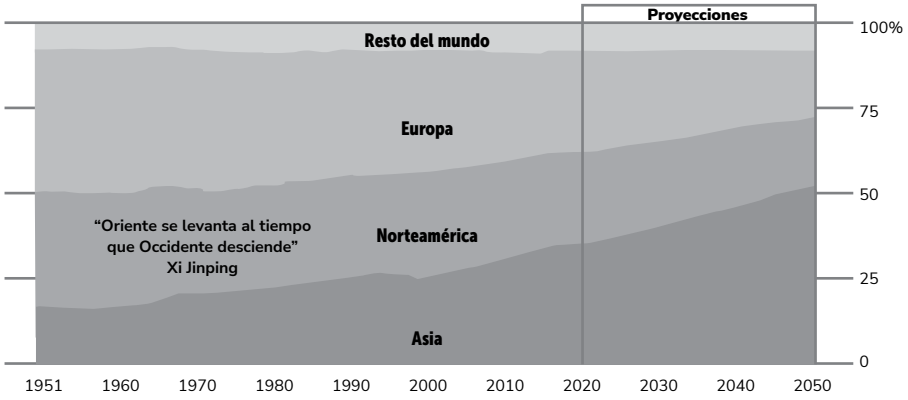
Con base en un desconocimiento que al día de hoy no acaba de explicar los elementos del éxito industrial de la región asiática desde 1950, Occidente viene hablando del *milagro japonés*, del *milagro coreano*, del *milagro taiwanés*, del *milagro de Singapur*, del *milagro chino*, del *milagro vietnamita*, etcétera; en un rosario de acontecimientos que ante la incapacidad de poderlos definir adecuadamente, se ha acudido al recurso de transformarlos en sucesos

** Estados Unidos surge como nación apenas en 1776, dos milenios después del surgimiento del Estado chino. La Primera Batalla a la que se alude lo incluye de manera arbitraría y simbólica, en cuanto a su origen y representación Occiental.

extraordinarios (milagrosos) que no pueden explicarse por los conceptos tradicionales de la ciencia económica.

En esta batalla regional del desarrollo entre el Atlántico y el Pacífico, el PIB económico de lo segundos ya ha superado al de los primeros, de igual modo que dibuja una línea de predicción donde se espera que a 2050 el PIB asiático supere el 50% del PIB mundial, en lo que algunos autores han identificado como el *Siglo de Asia* (Bloomberg-Tom Orlik, Björn van Roye, etc.).

Gráfica 4 **Siglo asiático, de Oeste a Este.**
Participación del PIB mundial por continente.



Fuente **Bloomberg - Tom Orlik y Björn Van Roye (2020).**

Cuando en el siglo XIX las potencias industriales occidentales encabezadas por Inglaterra invaden a China y la desplazan de su liderazgo manufacturero, las causas principales que llevan a este punto es el propio descuido del último imperio Chino (Qing), que negándose a reconocer la existencia de un mundo más allá de sus fronteras marítimas y orográficas, satisfecho con su hegemonía del Reino del Medio, renuncia a ser un actor relevante dentro del surgimiento de la Primera Revolución Industrial, ocasionando con ello una debilidad que no tuvo la capacidad militar para enfrentar a la coalición europea; de igual modo que careció de los avances científicos y tecnológicos que la dotaran de los conocimientos para el desarrollo de una industria competitiva.

El *siglo de la humillación* al cual alude China (1839-1949), además de los diversos elementos que no son parte de este ensayo, se debió más a esta falta de actualización industrial que a la propia presencia militar de las naciones dominantes.

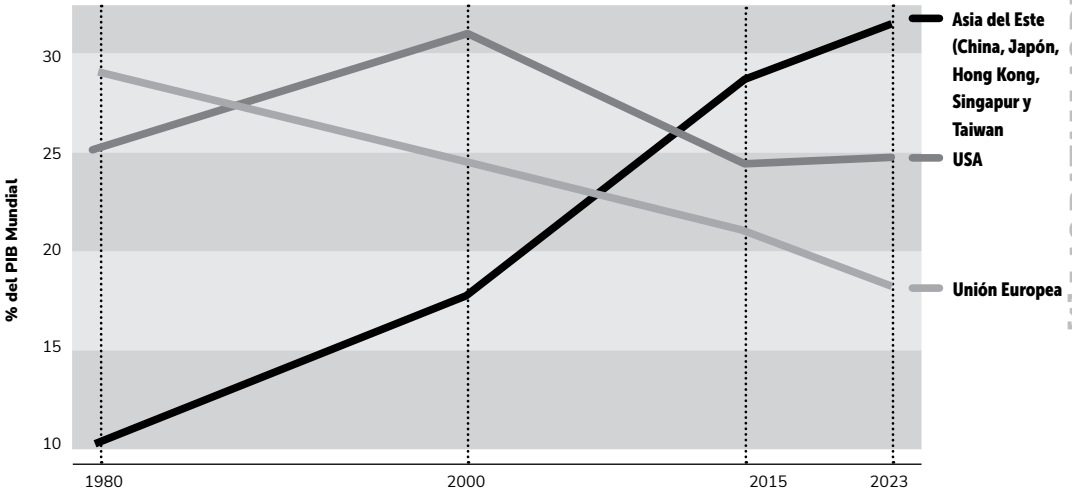
Japón por su parte, aunque también fue sujeto de una apertura forzada de naturaleza militar en 1854 a través del poder militar norteamericano, su reacción más que de desencanto fue la de construir una salida que lo llevara de manera expedita a una toma del conocimiento industrial de Occidente.

Misiones empresariales, compra de tecnología, toma de tecnología, invitación a ingenieros europeos, reformas legales, cambios de política pública, envío de estudiantes a universidades europeas y un darse cuenta que la diferencia en su encuentro con Occidente estaba determinada por el desarrollo tecnológico-industrial. A partir de este momento Japón no descansó hasta convertirse en un líder en la materia desde la primera mitad del siglo XX, y en lo que es hoy, la tercera economía del mundo y un líder del nuevo desarrollo industrial digital.

En esta batalla por el desarrollo, el ejemplo de Japón fue un mantra que luego fue repetido de manera puntual por las demás naciones del este y del sudeste de Asia, mismas que ahora, con las *características asiáticas* de siempre, nos presentan la fortaleza económica regional más importante del mundo.

Al respecto cabe subrayar que el éxito manufacturero y económico de la región se da en el marco de sus profundas coincidencias culturales; y a pesar de sus persistentes diferencias históricas.

Gráfica 5 **% del PIB Mundial por región (1980-2023).**



Fuente **Elaboración propia con datos del WEO database 2023.**

En este sentido no sólo China y Japón son líderes de la economía mundial; sino que junto con las economías más importantes de su región, protagonizan las tazas de crecimiento anual promedio más altas de los últimos cincuenta años.

Este éxito económico no ha sido solo un tema de índices, sino que también se ha desbordado en términos sociales. El caso de China, por ejemplo, al ser el país que ha sacado más gente de la pobreza en los últimos cuarenta años a nivel mundial; de igual modo que en el año 2022 celebró tanto el fin de su pobreza general como de su pobreza extrema. Al propio tiempo, de acuerdo a estudios en la materia, se estima que para 2030 la clase media de estos países asiáticos estará alcanzado cerca del 65% del promedio mundial, colocándose con ello no sólo como la zona de mayor crecimiento económico sino también como la de mejores resultados sociales.

Tabla 3 La clase media en el mundo (2015-2030).

Año	2015		2020		2025		2030	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Norteamérica	335	11	344	9	350	8	354	7
Europa	724	24	736	20	738	16	733	14
Centroamérica y Sudamérica	285	9	303	8	321	7	335	6
Asia Pacífico	1,380	46	2,023	54	2,784	60	3,492	65
África subsahariana	114	4	132	4	166	4	212	4
Medio Oriente y Norte de África	192	6	228	6	258	6	285	5
Mundo	3,030	100	3,766	100	4,617	100	5,412	100

Fuente Kharas, 2017.

V. LOS DESCUIDOS DEL DESARROLLO

China *descuida* su participación en las innovaciones tecnológicas de su tiempo, al preferir la comodidad de un mundo cerrado que no existía más. Occidente, por su lado, ha ido atestiguando el fortalecimiento paulatino de China y Asia del Este, ante el *descuido* de su estrategia industrial.

Cuando millones de manos de obra asiática, de naturaleza precaria, aparecen en el mundo globalizado a partir de la apertura China de 1978, el 80% del PIB manufacturero del mundo detentado por Occidente vio la *oportunidad* de precarizar sus costos y potenciar sus utilidades a través del aprovechamiento de los obreros asiáticos que cobraban 30 centavos la hora y no requerían de prestaciones sociales; al mismo tiempo que se distinguían por su disciplina y entrega *confuciana* a los proyectos fabriles a los que pertenecían.

Con el grandilocuente nombre de *offshoring* inició el traslado del Atlántico al Pacífico de una inagotable lista de inversiones, unidades fabriles, proyectos industriales, etcétera; junto con una tecnología moderna que se requería para que los productos de todo tipo se empezaran a fabricar en China y Asia del Este.

Ante el avance ostensible de este traspaso de recursos Mandelbaum y Haber señalaban *"Un día algún sociólogo va a tener que analizar las razones por las cuales en Occidente- incluyendo las élites de las democracias occidentales– hay tanta dificultad para ver y oír la realidad emergente. Al fin y al cabo, es posible que los occidentales "no quieran" ver ni oír, y que cierren los ojos y hagan oídos sordos adrede"*[3].

Hans-Peter y Shumman agregan respecto al traspaso tecnológico, industrial y financiero de Occidente a Asia del este "*Sólo ingenuos teóricos, o políticos cortos de vista creerán que se puede, como está ocurriendo actualmente en Europa, privar año tras año a millones de personas de trabajo y seguridad social sin pagar en algún momento el precio político de ello. Es algo que no puede funcionar*"[4].

Lo cierto es que esta mecánica de traspaso si funcionó, pero para relanzar el poder económico manufacturero que tuvo siempre la región de Asia del Este; del mismo modo que para generar una debilidad industrial pronunciada tanto en Europa como Estados Unidos.

Desde 1868 Japón se dedicó a construir un modelo manufacturero-industrial en el marco de un desarrollismo confuciano asiático, que después siguieron Corea, Taiwán, China y la mayoría de los países de Asia del Este

3 Madelbaum, J., & Herber, D. (2005). *China, la trampa de la globalización*. España. pág. 17.

4 Shumman, M. H (1998). *La trampa de la globalización*. México. Pág. 17.

y el Sudeste asiático. Este impulso dio total prioridad al desarrollo tecnológico industrial bajo un modelo económico pragmático y heterodoxo, con una permanente participación del Estado. Frieden comenta que "*Los industriales japoneses acotaron con rapidez en la adopción de tecnologías desarrolladas dentro de sólo treinta años anteriores, saltándose las fases intermedias para lanzarse directamente a la fabricación de las últimas novedades y haciendo un uso intensivo de una fuerza de trabajo muy ejercitada y barata. Durante las décadas de 1950 y 1960 las empresas japonesas gastaban entre una cuarta parte y la mitad de su presupuesto de investigación y desarrollo en la compra de tecnología extranjera. Sony, por ejemplo, nació en 1946 como un taller de reparaciones y lo primero que fabricó fue una cacerola eléctrica para cocinar arroz que no funcionaba bien. Durante los siguientes años hizo copias baratas de las grabadoras magnetofónicas que los ocupantes estadounidenses habían llevado consigo a Japón. En 1953 obtuvo una licencia de Western Electric para producir los transistores inventados recientemente en los laboratorios Bell. Con ellos montó su primera radio de transistores –la segunda del mundo– en 1955 y dos años después sacó al mercado una "radio de bolsillo" miniaturizada. Entre tanto, empresas como Honda –en motocicletas– y Toyota –en automóviles– imitaban minuciosamente las técnicas de producción estadounidenses para abastecer el mercado japonés." "El gobierno japonés apoyaba a los fabricantes con reducción de impuestos, subvenciones, créditos baratos y otras ayudas*"[5].

La *colaboración* de Occidente en el resurgimiento de la manufactura de China y Asia del Este, ha sido directamente proporcional al incremento que han tenido en sus utilidades a través de la precarización de sus costos.

En esta etapa de las batallas por el desarrollo, en el caso de los países Asiáticos, han estado presentes de manera permanente las *expropiaciones tecnológicas* como las llama Fishman; y como lo describe Friedman, han sido una parte sustantiva de los *milagros* económicos de la zona. Japón, Corea, Taiwán y China, tienen una larga trayectoria en el renglón de tomas informales de tecnología, con las cuales han logrado con éxito el salto de etapas (catch

5 Frieden, J.A. (2007). *Capitalismo Global*. Barcelona. pág. 369.

up) para alcanzar los niveles industriales de los países occidentales, y ahora competir y en algunos casos superar sus niveles de conocimiento digital.

En el caso específico de China, como lo señala Fishman, su falta de claridad a la hora de preservar la propiedad intelectual origina en la práctica una subvención masiva para sus empresas y su población por miles de millones de dólares. "*Visto de otro modo,* agrega Fishman*, los sistemas de falsificación generalizados en China operan sobre el resto del mundo al modo en que los ejércitos coloniales lo hicieron en otro tiempo: invadiendo hasta la médula las economías occidentales, expropiando sus bienes más preciados y, mediante ello, menoscabando la capacidad de estas para contratacar. Al tiempo que China va convirtiéndose en una gran potencia-agrega-la riqueza transferida al país mediante el robo de propiedad intelectual la propulsará más hacia delante*"[6].

La historia de los supuestos intentos de Occidente para regular esta toma de tecnología en los últimos cuarenta años se fueron escenificando de manera intermitente desde la década de los 80, cuando Japón empezó a aparecer como una amenaza creíble para la hegemonía norteamericana, hasta la radicalización asumida por Trump y Biden a partir de 2017 con respecto a China.

A manera de ejemplo, Huntington señala que "*...los reiterados conflictos entre los Estados Unidos y Japón sobre cuestiones comerciales respondían a una modalidad en la que los Estados Unidos planteaban exigencias a Japón y amenazaban con sanciones si éstas no eran atendidas. A continuación se mantenían negociaciones prolongadas y después, en el último momento antes de que las sanciones entraran en vigor, se anunciaba un acuerdo. Por lo general, los acuerdos estaban redactados de forma tan ambigua que los Estados Unidos podrían cantar victoria de forma genérica, y los japoneses podían cumplir o no cumplir el acuerdo según quisieran, y todo seguía como antes*". Cuando en algunos casos había más presión de Estados Unidos e intentaba imponer cuotas de mercado a los productos japoneses, agrega Huntington "*... prácticamente todos los países asiáticos desde Australia, Malasia y Corea del*

6 Fishman, Ted (2006). *China S.A. Cómo la nueva potencia industrial desafía al mundo*. pág. 346.

Sur se solidarizaron con Japón en su resistencia a la exigencia Estadounidense de objetivos numéricos para importaciones"[7].

En el caso de China, en 1994, cuando Estados Unidos intentó restringirle el beneficio de la nación más favorecida, cuando ya llevaba 14 años de crecer al 10% anual promedio, dio marcha atrás ante una reacción solidaria de Japón y Singapur para que no se aplicaran estas restricciones; amenazando incluso el Primer Ministro de Singapur, Lee Kuan Yew, de que sí se presionaba a China, los Estados Unidos se encontrarían completamente solos en el Pacífico, confirmando una vez más la tolerancia de Estados Unidos respecto del pragmatismo e informalidad de China y de los países de Asia del Este[8].

En abono a lo anterior pueden mencionarse también las pláticas de 1984-1985 celebradas entre Estados Unidos y Tokio sobre el problema del preocupante superávit que tenía Japón, del cual derivó una postura japonesa de manejar de manera individual algún tipo de restricciones en favor de la balanza comercial. Los acuerdos de la Plaza Accord de 1985 y los Acuerdos de Louvre de 1987[9], firmados por Francia, Alemania, Japón, el Reino Unido y Estados Unidos, se hicieron también en el sentido de reducir los fuertes desbalances de comercio registrados en favor de Japón, entre otras razones, por la subvaluación del Yen. Este tipo de acuerdos siguen siendo parte de una agenda global de negociación cuya inoperancia, entre otros temas, ha desembocado ahora en la guerra comercial sostenida entre China y Estados Unidos.

VI. MODELOS DEL DESARROLLO

Las batallas por el desarrollo son de siempre. Pero también podemos apreciar que dentro de ellas las escenificadas por Occidente y la región de Asia del Este en los últimos siglos han guardado un protagonismo especial, el cual no

7 Hungtington, P., S. (2001). *El Choque de Civlizaciones*. México. Pág. 272.

8 Oropeza Arturo. (2013). *El Acuerdo de Asociación Transpacífico ¿bisagra o confrontación entre el Atlántico y el Pacífico TPP.* México. pág. 190.

9 Jeffrey A. Frankel (2014). *Coordinación Internacional.* Boletin CELMA Enero-Marzo. Pág. 2.
Diario Oro y finanzas (2016) *¿Qué es el Acuerdo monetario de Louvre o The Louvre Accord de 1987?*

es ajeno a otras líneas de interpretación que van desde su origen civilizatorio, pasando por el papel que han jugado dentro del surgimiento de las grandes revoluciones industriales y ahora la Primera Revolución Digital.

También es importante señalar que estas dos expresiones civilizatorias, a pesar de la línea de excepción que tenuemente significó la Ruta de la Seda y el comercio marítimo indirecto, en el marco de su propio asilamiento generaron estrategias diferenciadas de desarrollo que se fueron modificando en el tiempo de acuerdo a su propia realidad.

El caso de China.

De cara a los *milagros económicos* asiáticos de las últimas décadas y a la hegemonía China a lo largo de la era moderna, resulta importante destacar que la nación asiática generó desde siempre estrategias exitosas del desarrollo económico, que se derivaron de su propia idea de organización social y construcción del poder.

La acepción política y económica del Estado Chino nacen juntas, aprenden juntas, viven juntas y son consustanciales en su origen. De igual modo, sus atribuciones económicas esenciales surgen en el mismo parto a manera de modalidades primarias que poco han variado, porque son parte de la construcción de un poder que se pensó como un padre responsable para satisfacer las necesidades materiales y económicas de su pueblo; de un pueblo educado no a tener, sino a hacer, en la frugalidad de su moralismo confuciano. De un padre (Estado) imperial unipersonal, que no está acostumbrado a compartir su poder ni su responsabilidad porque nunca lo ha hecho. Porque nunca ha estado sujeto a limitaciones (checks and balances); que está acostumbrado desde siempre a actuar de manera autoritaria, bajo la *responsabilidad moral y virtuosa* de su origen, sujeto al resultado de la satisfacción de sus gobernados (hijos). A organizarse de manera vertical como un padre a su familia, con una sola voz y mando de arriba hacia abajo, donde prevalece la lealtad ilimitada de cada uno de los miembros de la familia (Estado) hacia su gobernante, en una relación vertical sin atisbos democráticos reales, porque nunca han sido parte de su cosmogonía de Estado. De un Estado que, para garantizar sus buenos resultados, se rodea de una organización civil de carrera milenaria, meritocrática, de un gobierno de los mejores; dinámica, actualizada,

disciplinada y pragmática, como un ejército administrativo que por milenios administró la tierra, el siglo pasado la industria y ahora apoyada en el sector de la inteligencia de los servicios, esta concentrada en su tarea para llegar a ser en 2049 la nación más poderosa del mundo[10].

Bajo esta idea general, con sus propias características Neo-confucianas, actualizadas en las líneas de su influencia occidental, han transcurrido los procesos exitosos de desarrollo económico de China, Japón, Corea y los demás países de Asia del Este.

El tema de las estrategias económicas del modelo de desarrollo de los países asiáticos ha sido una línea permanente de debate donde por un lado aparecen algunos autores como Johnson, Holcombe, Wade, Hyun–Chin Lin y otros, que apoyan las características diferenciadas de un desarrollismo asiático regional que se explican a través de sus atributos culturales milenarios. Junto a ello, sigue figurando una corriente de especialistas como Flath, Woo-Cumings, Max Weber, M. Friedman, Fukuyama, etcétera, que desconocen la existencia de un desarrollismo asiático con características propias.

Como puede apreciarse, en las batallas sobre el desarrollo económico y social de los países, no sólo las estrategias o los modelos juegan un papel central en la consecución de sus resultados. También, como un espejo de percepciones, el conocimiento del momento histórico que se vive, las corrientes poderosas que predominan y los propios intereses económicos que las limitan hacen una relatoría de difícil interpretación.

En el marco de esta polémica no resuelta del modelo asiático se vive la lucha por el desarrollo económico de la primera mitad del siglo.

El modelo occidental.

No es posible hablar de un solo modelo económico occidental; sin embargo, desde el nacimiento de la Primera Revolución Industrial sus estrategias económicas liberales se han ido instalando conforme a la capacidad de las naciones de entender este movimiento transformador de la ciencia, la tecnología y la manufactura; y ahora de la transformación digital.

10 Oropeza, Arturo. (2019). *China La Construcción del poder en el siglo XXI*. México, pág. 57.

La poderosa fuerza del pensamiento liberal que nace casi al mismo tiempo (siglo XVII) que la revolución industrial (siglo XVIII), fue una piedra de toque de un liberalismo económico que se convirtió en una constante para la mayoría de las naciones occidentales de su tiempo, las cuales fueron instrumentando un capitalismo manufacturero ante la aparición de un poderoso sector secundario que desplazaba rápidamente a la economía agrícola[11].

Este liberalismo económico, ante sus propias contradicciones y excesos, vivió con intensidad los ajustes sociales que fueron apareciendo en la segunda parte del siglo XIX y que explotaron en la primera mitad del siglo XX. Después de esta convulsiva etapa de reacomodo político, económico y social, a partir de 1950 vivió una segunda etapa exitosa donde el comercio global tuvo tazas de crecimiento aproximadas de 7.4% anual promedio y la economía en su conjunto de un 5% anual promedio hasta mediados de la década de los 70 (Ocampo, 2017), donde el mundo pudo demostrarse a sí mismo que podían convivir de manera armoniosa tanto el comercio global como el desarrollo económico, y de manera importante, la mejora de las condiciones sociales de las personas que hacían posible la marcha de la industria y la manufactura en el mundo.

No obstante, las crisis presentadas en la década de los 70 detuvieron el avance de estos logros y en el marco de los conflictos del petróleo, del aumento de las materias primas y los alimentos, entre otros, abrieron la puerta para que se introdujeran corrientes económicas como el neoliberalismo[12], que

11 El liberalismo clásico, dice Fukuyama, es un gran paraguas bajo el que se cobija una amplia gama de posicionamientos políticos que, no obstante, coinciden en cuanto a la importancia fundamental de la igualdad de los derechos individuales, la ley y la libertad. Agrega el autor que "Por *liberalismo* me refiero a la doctrina surgida por primera vez en la segunda mitad del siglo XVII y que aboga por la limitación de los poderes de los gobiernos o los Estados mediante las leyes y, en última instancia, las constituciones, así como con la creación de instituciones que protejan los derechos de los individuos que viven bajo su jurisdicción".

Fukuyama Francis (2022). *El liberalismo y sus desencantos*. pp.9 y 10.

12 "El neoliberalismo es una versión radical del liberalismo económico, que no sólo promueve los mercados autorregulados y los derechos de propiedad privada, si no que se opone a la participación del Estado en la Economía. El neoliberalismo fue llevado a la práctica como un paquete de reformas desde las décadas de 1970 y 1980 (siendo paradigmáticos los casos de Chile bajo la dictadora de Pinochet, del Reino Unido con Margaret Thatcher y de los EUA con Ronald Reagan), el cual asumió el estatus de modelo de ajuste

en congruencia a sus postulados expulsó al Estado de su responsabilidad de orquestador del desarrollo económico, condenándolo al papel de testigo de los hechos económicos.

Margaret Thatcher en Inglaterra, Ronald Reagan en Estados Unidos, y otros en la mayoría de los países occidentales y su periferia, bajo diversas adecuaciones fueron orientando sus estrategias hacia las nuevas líneas económicas. Los países en vías de desarrollo seguían atentos a los postulados que dictaba un Consenso que dictaba un Consenso de Washington, que como una receta milagrosa, la ofrecía para salir de la trampa del sub-desarrollo y llegar al nivel de ingreso de los países desarrollados.

Dentro de este breve escenario del neoliberalismo económico, la caída de la Unión Soviética sucedida en 1991 contribuye de manera fundamental a la aceptación del nuevo paradigma. También aparece como relevante para la consolidación de este escenario, el hecho de que en 1978 China decidiera llevar a cabo por primera vez en su historia un proceso de Reforma y Apertura. En el caso soviético, por que evidenció el fracaso del comunismo económico, haciendo creer que sólo quedaba una alternativa que era el Western Model o el futuro neoliberal. La segunda, porque como ya se señaló, ofreció millones de obreros a la economía global, que en manos del mercado, este no tuvo ningún escrúpulo en orientar sus inversiones y su manufactura hacia la precarización de la mano de obra asiática.

Desde finales de la década de 1970, reconoce Fukuyama, el liberalismo económico evolucionó hacia lo que actualmente se denomina *neoliberalismo,* el cual ha incrementado drásticamente la desigualdad económica y ha provocado devastadoras crisis financieras que perjudican a la gente corriente mucho más que a las élites adineradas en muchos países del mundo. En esta desigualdad, agrega el mismo autor, se basa el argumento progresista en contra

estructural promovido por el BM y el FMI". En el caso de México, "a partir de la década de los 80 se inicia un proceso de recomposición de las élites políticas que acompañan y se entrevera con la transformación del modelo de desarrollo, que va de uno predominante proteccionista y nacionalista, centrado en el Estado, a un modelo de corte neoliberal y aperturista, centrado en el mercado. El caso de México es muy representativo de la forma en que las ideas, instituciones e intereses interactúan para cambiar los paradigmas políticos e ideológicos, ..."

Salas Alejandra. (2017). *La economía política neoliberal en México*. pág. 9.

del liberalismo y sistema capitalista asociado. Esta desigualdad, este desencanto sobre el liberalismo económico ha evolucionado en las últimas décadas, generando demandas tanto de derecha como de izquierda, pidiendo que esta doctrina sea sustituida de raíz por un sistema diferente[13].

A pesar de existir una idea generalizada del fracaso del neoliberalismo, sobre todo al ubicarlo frente al espejo del éxito asiático, el debate de su procedencia continua en un reciclaje infinito de filias y fobias en relación al papel que el Estado debe tener en el desarrollo económico.

Aparecen en este nuevo debate los sucesores de Thatcher y de Regan, como Meloni de Italia, Milei en Argentina, etc., quien en su último viaje a Europa declaró que "La justicia social es aberrante", "el control de capitales es inmoral" y "los impuestos a empresarios son un robo" (El País, 18 de mayo 2024).

Frente a autores que reconocen el fracaso del neoliberalismo económico como Mazzucato, Rodrik, el propio Fukuyama, etcétera, aparecen autores como Easterly, Couchrane, McCloskey, entre otros, que siguen defendiendo a la corriente neoliberal. McCloskey por ejemplo, al propio tiempo que critica las ideas de Mazzucato sobre un Estado emprendedor, agrega que los gobiernos tienden a tomar decisiones estúpidas y que la innovación genuina surge mejor en un entorno de libre mercado y que los gobiernos no deben asumir un papel central en dirigir la economía[14]. Easterly reitera estas posturas invocando a Adam Smith, señalando que el desarrollo económico se basa en el libre comercio y el libre mercado[15].

Los costos de los errores cometidos en esta segunda batalla por el desarrollo, centrada en el mejor manejo del potencial industrial, poco a poco se ha ido reconociendo por los líderes políticos occidentales. En el caso de Macron (Francia) al declarar que "*La desindustrialización francesa es una de las causas de nuestra desgracia*"[16]. En el caso de Estados Unidos, cuando Biden

13 Fukuyama Franscis (2022). Op.Cit. pp.11 y 12.

14 Entrevista a Deirdre McCloskey. (FPP Chile- fundación para el progreso) https://fppchile.org/entrevista-a-deirdre-mccloskey-desafortunadamente-la-mayoria-de-las-personas-prefiere-no-ser-libre/ (22 de agosto de 2021).

15 Easterly, William, (2019) *Progress by consent: Adam Smith as development economist*.

16 Emmanuel Macron (2016) Revolución. Lince. p. 71.

señala sobre el olvido industrial del país que *"¿Dónde diablos está escrito que Estados Unidos no puede volver a ser líder mundial en fabricación? ¿Dónde está escrito eso? No sé dónde está escrito. Y no va a ser en mi periodo"*[17].

En un pragmatismo que rebasa modelos y se orienta a resultados, Asia del Este entiende que el nombre del éxito y lo que explica su atraso frente a Occidente en el siglo XVIII se llama desarrollo industrial, en una combinación afortunada de ciencia, tecnología e innovación. Llega tarde a la Revolución Industrial pero lo entiende y se aferra a ella en un intento de recuperar el camino perdido. Esto lo hace en el marco de su particular desarrollismo asiático, con lo que no sólo alcanza a la mayoría de las economías occidentales, sino que a través de una *obsesión* basada en el desarrollo de la transformación industrial, las rebasa y se ubica hoy como el proyecto más creíble del desarrollo industrial digital de la primera mitad del siglo XXI.

Occidente se olvida de lo aprendido y en la confianza del fin de la historia, en un éxito que creyó para siempre, cede el control de los instrumentos de su éxito a Asia del Este en la creencia de que un escenario así nunca podría pasar. La decisión de Occidente –resume el profesor Zheng Yognian de la Universidad de Hong Kong– "*de perseguir políticas económicas neoliberales fue un error estratégico, que llevó a la desindustrialización de sus economías y brindó a China una oportunidad"*[18].

VII. HACIA UNA NUEVA BATALLA DEL DESARROLLO

A.

Actualmente nos encontramos ante el surgimiento de un Tercer Orden Económico Mundial, provocado por el nacimiento de la Primera Revolución Digital. Esta nueva era económico-digital va creciendo rápidamente a partir de múltiples dudas y contratiempos, propias de estos cambios de la historia.

17 Presidente Joe Biden, El País, 26 de enero, 2023

18 New York Times, *How China Pulled So Far Ahead on industrial Policy*, mayo 27, 2024

Como hace un cuarto de milenio, la sociedad global de nuestro tiempo reproduce los asombros y los miedos, como lo hiciera su antecesora ante la aparición de la Primera Revolución Industrial.

Deambula en esta tercera década del siglo una humanidad que entre orgullosa y temerosa, no acaba de llegar a una conclusión de lo que está viviendo y de lo que le depara el porvenir.

Al respecto Lassalle nos advierte que entramos a una nueva era marcada por la incertidumbre absoluta; que por primera vez en muchos siglos somos incapaces de encontrar un relato totalizador que interprete el mundo y nos explique cómo vivir nuestra experiencia. Que la humanidad se globaliza frenéticamente tensionando su gobernanza provocando una sensación generalizada de alienación y pérdida de contacto con la existencia individual y colectiva; que vivimos un momento refundacional de la humanidad[19].

La Primera Revolución Digital y el Tercer Orden Económico Mundial que surge ante nuestros ojos, se deriva del proceso cultural de transformación que inicia con las primeras hojas afiladas de piedra trabajadas por el ser humano hace 2,5 millones de años; conocimiento que se prolonga en el tiempo y se consolida después de miles de años en una Primera Revolución Industrial que cambia todo el entorno de la humanidad para siempre, y se eleva a un mundo del conocimiento infinito que no conoce fronteras, y que ahora se renueva a través de la inteligencia artificial, una tecnología 5G, un internet de las cosas y miles de innovaciones más que la transformación digital está creando en una nueva interpretación del mundo y de la vida. Del Homo erectus, sapiens, videns, etcétera, hoy el Homo digitalis (Homo tecnologicus señala Suleyman) toma posesión del reino de la inteligencia digital con toda su fascinación, al igual que con todos sus riesgos[20].

19 Lassalle, José María. (2021) *El liberalismo her*ido. Pág.15.

20 Este tipo de cambios no son ajenos a la continuación de un capitalismo acomodaticio, que en palabras de Zuboff señalaría que "el capitalismo de la vigilancia reclama unilateralmente para sí la experiencia humana, entendiéndola como una materia prima gratuita que puede traducir en datos de comportamiento. Aunque algunos de dichos datos se utilizan para mejorar productos o servicios, el resto es considerado como un *excedente conductual*, privativo (propiedad) de las propias empresas capitalistas de la vigilancia y se usa como insumo de procesos avanzados de producción conocidos como *inteligencia de*

B.

Uno de los problemas principales de las diferentes sociedades del mundo, ha sido su incapacidad para identificar el momento histórico que viven. El conocimiento objetivo sobre la revolución industrial, por ejemplo, ocurrió casi siglo y medio después de su inicio, cuando Arnold J. Toynbee dio un discurso en Oxford y habló por primera vez de ella. No obstante, la Primera Revolución Digital nace advertida, y aunque sus primeras menciones son difusas e hiperbólicas, hay una sensación mundial de que se esta frente a un hecho transformador disruptivo de grandes consecuencias históricas.

A partir del siglo XVIII, con la Primera Revolución Industrial todo cambia y nada vuelve a ser igual. Al propio tiempo, la tiranía de la Ley de Moore y la contundencia de la Ley de Koomey en el siglo XX, comprobaron en los hechos que cada 18 meses la humanidad bajaría los costos digitales al propio tiempo que aumentaría sus potenciales de velocidad y almacenamiento.

A los Watt (máquina de vapor), Trevithick (locomotora); a los Bramah (prensa hidráulica), a los Boulton (fábrica), etc. hacedores de la Revolución Industrial, ahora les suceden los Gates (Microsoft), Jobs (Apple), Zuckerberg (Meta), Page (Google), Zhengfei (Huawei), etcétera, los cuales junto con muchos otros nos han estado llevando a la *fascinación* de la Revolución Digital.

A la aparición de la luz, el teléfono, el motor de combustión interna, el automóvil, de la era industrial; ahora le siguen el aumento en billones del número de transistores que caben en un chip; del incremento en billones de bites por segundo en velocidad tecnológica y del enorme potencial de almacenamiento para su uso en bienes de todos los días.

La velocidad con que enfrentamos el reto de cambio no tiene comparación. Por ejemplo, en el caso del automóvil, el teléfono y la electricidad, se requirieron un promedio de 50 años para poder lograr 50 millones de usuarios. En el caso

máquinas, con los que se fabrican *productos predictivos* que prevén lo que cualquiera de ustedes hará ahora, en breve y más adelante. Por último, estos productos predictivos son comparados y vendidos en un nuevo tipo de mercado de predicciones de comportamientos que yo denomino *mercados de futuros conductuales*. Los capitalistas de la vigilancia se han enriquecido inmensamente con esas operaciones comerciales, pues son muchas las empresas ansiosas por apostar sobre nuestro comportamiento futuro".

Zuboff, Shoshana, *La era del capitalismo de vigilancia. La lucha por un futuro humano frente a las nuevas fronteras del poder*. Paidós. 2019 Pag. 21.

de Twitter (X), Facebook, YouTube, etc., se requirió un promedio de dos años para obtener el mismo número de personas usando estas tecnologías.

Este cambio de la humanidad, por su dimensión y consecuencias, nos remite a una nueva era civilizatoria donde se estarán revisando las interpretaciones del mundo y de la vida de cada uno de los que habitan la tierra.

Esta nueva *axialidad civilizatoria*, iniciada con el pensamiento profundo de los grandes filósofos occidentales y asiáticos que dieron forma al orden social de nuestros días, nos llevará a una reconformación de las categorías de Estado, sociedad, familia y la persona.

C.

Para los efectos de este ensayo, el reto que se presenta es de aceptar que estamos frente a una nueva cultura del quehacer económico que nos invita a reformar lo conocido. Que nos emplaza a un cambio de actitud de lo que solíamos hacer con apertura hacia lo nuevo.

Que estamos ante una nueva interpretación del desarrollo que nos está pidiendo hacer cosas diferentes respecto a una realidad distinta. Que a partir del Estado en coordinación con todos sus actores, se intente una nueva estrategia del desarrollo industrial digital sustentable con bienestar social.

Que se requiere de una nueva estrategia o modelo económico que alejándose de viejos paradigmas del desarrollo, se dirija hacia un Estado Emprendedor que retome las líneas de compromiso y acompañamiento que siempre debió haber tenido para con sus diferentes agentes económicos.

En cuanto a las batallas por el desarrollo escenificadas por China y Estados Unidos, ambos asumen en la actualidad el reto de su liderazgo bajo el conocimiento de que la definición de esta batalla tendrá que darse en la arena digital, donde Estados Unidos defiende día a día un liderazgo cuestionable, frente un ascenso chino que en 2022 ya superó a Europa y a Estados Unidos juntos en la producción de estudios científicos de alto impacto; de igual modo que aporta el 40% de las investigaciones sobre Inteligencia Artificial, más de 15% que Europa y Estados Unidos juntos[21].

21 The Economist, Junio 15, 2024

Comienza un nuevo juego del desarrollo. Iniciamos todos un trayecto a lo desconocido, lleno de retos y oportunidades. A diferencia del siglo XVIII, hoy contamos con casi 300 años de experiencia industrial de lo que hicimos mal y de lo que debimos hacer.

Como un consejo inmediato en la búsqueda del nuevo desarrollo valdría la pena recordar junto con Mazzucato que *"A menos que desafiemos los numerosos mitos y referentes al desarrollo económico y abandonemos las visiones convencionales del papel del Estado, no podemos aspirar a afrontar los retos estructurales del siglo XXI ni a producir el cambio tecnológico y organizativo que necesitamos para garantizar el crecimiento sostenible y equitativo en el largo plazo"*[22].

VIII. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Diario Oro y finanzas (2016) *¿Qué es el Acuerdo monetario de Louvre o The Louvre Accord de 1987?*

Easterly, William, (2019) *Progress by consent: Adam Smith as development economist*.

Emmanuel Macron (2016) *Revolución.* Lince.

Entrevista a Deirdre McCloskey. (FPP Chile- fundación para el progreso) https://fppchile.org/entrevista-a-deirdre-mccloskey-desafortunadamente-la-mayoria-de- las-personas-prefiere-no-ser-libre/ (22 de agosto de 2021).

Ferrer, Aldo (2013) *Historia de la globalización, TI, Origenes del Orden Económico Mundial*.

Fishman, Ted (2006). *China S.A. Cómo la nueva potencia industrial desafía al mundo*.

Frieden, J.A. (2007). *Capitalismo Global*. Barcelona.

Fukuyama Francis (2022). *El liberalismo y sus desencantos*.

Fukuyama Franscis (2022). Op.Cit. pp.11 y 12.

García Pérez, David, (2009) *Acerca del sentido del progreso. Una perspectiva Prometeica*. 2009, UNAM. México.

22 Mazzucato, Mariana. (2014) *El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al privado.*pág. 45.

González García, Juan, (2006) *Perfiles recientes del desarrollo económico de China*.

Hungtington, P., S. (2001). *El Choque de Civlizaciones*. México.

Jeffrey A. Frankel (2014). *Coordinación Internacional.* Boletin CELMA Enero-Marzo.

Kharas, 2017

Lassalle, José María. (2021) *El liberalismo he*rido.

Madelbaum, J., & Herber, D. (2005). *China, la trampa de la globalización*. España.

Mahbubani, Kishore, (2020) *Has China Won?.*

Mazzucato, Mariana. (2014) *El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al privado.*

New York Times, *How China Pulled So Far Ahead on industrial Policy*, mayo 27, 2024

Oropeza Arturo. (2013). *El Acuerdo de Asociación Transpacífico ¿bisagra o confrontación entre el Atlántico y el Pacífico TPP.* México.

Oropeza, Arturo. (2019). *China La Construcción del poder en el siglo XXI*. México.

Peter Marsh, 2022

Presidente Joe Biden, El País, 26 de enero, 2023.

Salas Alejandra. (2017). *La economía política neoliberal en México*.

Shumman, M. H(1998). *La trampa de la globalización*. México.

The Economist, Junio 15, 2024

Tom Orlik y Björn Van Roye, (2020) *Bloomberg*, *¿Cómo será la economía en 2050? Una pista: Asía lo domina todo*.

Zuboff, Shoshana, *La era del capitalismo de vigilancia. La lucha por un futuro humano frente a las nuevas fronteras del poder.* Paidós. 2019.

CAPÍTULO I

HACIA UNA NUEVA POLÍTICA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL EN MÉXICO

>[2] La política de financiamiento como soporte de una nueva estrategia industrial-digital

SUMARIO

I. Introducción.
II. La política industrial y de financiamiento en la perspectiva histórica de México.
III. Política industrial y de financiamiento. La situación actual de México.
IV. Las oportunidades del *Nearshoring* y la importancia de la política industrial y de financiamiento para impulsarlas.
V. Propuestas para conformar una nueva estrategia de desarrollo integral.
VI. Nearshoring; más allá del libre comercio.
VII. Conclusión.
VIII. Bibliografía.

Francisco Suárez Dávila

Ex embajador de México en Canadá

I. INTRODUCCIÓN

El nuevo fenómeno del *nearshoring*, la relocalización de empresas se ha convertido en la nueva receta para la prosperidad de las naciones y la nueva moda de los economistas y empresarios. En el caso de México, y otros países, se dan cifras de cómo esto impacta el mayor crecimiento del PIB, las mayores exportaciones y la mayor inversión nacional y extranjera. Algunas pueden ser cifras alegres, porque su impacto dependerá de las políticas adoptadas y los obstáculos eliminados. Sí hay que reconocer que en la mejoría, en México, de algunas de las estimaciones para 2023 y 2024, ya está surtiendo efectos positivos este proceso de relocalización, particularmente a través de nuevas inversiones en el norte del país, por ejemplo, en parques industriales, que inciden sobre el aumento de la inversión en la industria de la construcción no residencial y en general el crecimiento industrial y de la inversión extranjera. Esto obedece a las motivaciones de las empresas mismas y no a una política de gobierno.

La tesis de este ensayo es que para aprovechar cabalmente las ventajas de la relocalización y por consideraciones más generales, México requiere una nueva estrategia económica para acelerar el crecimiento incluyente y sustentable en una nueva etapa histórica. Ésta requiere, como elementos esenciales, la aplicación de una política industrial digital moderna –concepto apoyado por el INADI– pero ésta, a su vez, debe vincularse a una nueva política comercial en que las cadenas exportadoras se vinculen más a la producción nacional, y ambas se relacionen con una política regional, que compense las desigualdades y la concentración regional que este proceso de relocalización ya conlleva. Es decir, es un triángulo de una política industrial tecnológica, vinculada a una política comercial diferente y a una política de balance regional. Ha faltado hasta ahora un eslabón fundamental. Se requiere también que todo ello se sustente en una política financiera explícita, que implica incorporar a la banca comercial privada, y revigorizar la actual banca del *subdesarrollo* para hacerla una verdadera banca de desarrollo.

Se necesita incorporar otro elemento. Como es sabido, el nearshoring es una consecuencia de cambios dramáticos en el entorno geopolítico mundial, particularmente los conflictos entre China y Estados Unidos, que conllevan

cambios en los flujos de inversión y comercio. Más allá de eso, las guerras actuales y potenciales en Ucrania y Medio Oriente, significan una redefinición del contenido de la globalización. Ya no es un mundo global económicamente abierto, ahora se trata del fortalecimiento de bloques económicos regionales, como Norteamérica y Europa, explícitos o no, y la nueva relación que se da entre los bloques con diferentes grados de proteccionismo. Un triunfo de Trump, que favorece dicho proteccionismo, agravaría más el panorama. Nuestra respuesta creo podría plantear una revisión del T-MEC, para concebirlo no solo como un Tratado de Libre Comercio. Debemos plantear avanzar algunos pasos más hacia una integración económica regional, que implique cooperación en flujos de personas, cooperación científica y educativa, financiamiento, políticas de convergencia de ingresos, etc., y aún una política industrial y financiera regional. Éste es el objetivo de este ensayo.

II. LA POLÍTICA INDUSTRIAL Y DE FINANCIAMIENTO EN LA PERSPECTIVA HISTÓRICA DE MÉXICO

Para apreciar mejor esta problemática, la ubicaré en el contexto histórico de la evolución de nuestro proceso de desarrollo, donde distingo dos fases claras:

1º **Primera Fase: 1935-1970, desarrollismo con rápido crecimiento, política industrial activa, impulsando la industrialización acelerada con sustitución de importaciones y proteccionismo. Política financiera activa, que lo sustenta una banca de desarrollo proactiva.**

Éste es quizá el periodo más exitoso de nuestra historia económica. La nueva política económica que se inicia desde el *proceso de reconstrucción*, que se da en los 1920's al término de la Revolución, tiene como primer objetivo, salir de la Gran Depresión de 1929, profundizada en México, como en Estados Unidos, por políticas conservadoras liberales que buscan preservar el equilibrio de las finanzas públicas. En Estados Unidos el cambio de paradigma se da con el *New Deal* de Roosevelt, que combate con políticas de estímulo fiscal, el desempleo y la recesión. Ello tiene su impacto en México, que crea en 1934 Nacional Financiera, a imagen y semejanza de la Reconstruction Finance Corporation. El giro definitivo a la política económica y social la da el gobierno

del Presidente Cárdenas con sus reformas sociales, y en materia económica, el impulso que le da su Secretario de Hacienda, Eduardo Suárez, a la estrategia del desarrollismo, que va de la mano de la industrialización, con creación de instituciones como PEMEX, CFE, Banco de Comercio Exterior y la gran obra pública en irrigación y comunicaciones.

Este proceso se intensifica y consolida con el gobierno de Ávila Camacho con Suárez, que sigue como Secretario de Hacienda. La Segunda Guerra Mundial intensifica la industrialización, con un proteccionismo *forzado*, ya que no se pueden importar algunos productos por las exigencias de la economía de guerra de Estados Unidos. Para el gran historiador económico, Enrique Cárdenas, fue un proceso también *inducido*. De hecho, México, a diferencia de muchos países, inclusive de América Latina, dista mucho de *aislarse.* Dentro de esta estrategia desarrollista, se eliminan obstáculos a la normalización económica internacional: el Acuerdo de '42, para resolver el problema de la vieja deuda externa, suspendida desde la Revolución; el Acuerdo con las compañías petroleras, para pagarles una indemnización justa y eliminar el boicot a nuestras exportaciones de petróleo. Así, se reanuda el crédito externo de los grandes bancos comerciales norteamericanos: Bank of America, Chase, Chemical y del Exim Bank. México, aumenta significativamente las exportaciones a Estados Unidos. Se crea en 1943 un primer Tratado Comercial, que con frecuencia se ignora. Se da en la práctica un Pacto Migratorio para regular el acceso de *braceros* que requiere la industria americana. Con la participación destacada de México en la Conferencia de Bretton Woods, en que el Secretario Suárez preside una de las tres Comisiones, se logra que el Banco Mundial sirva, no solo para la *reconstrucción europea*, sino para apoyar con financiamiento de largo plazo los proyectos a los países emergentes. Nacional Financiera opera como el sustento de la política industrial y crea directamente empresas básicas, en siderurgia (Altos Hornos), cobre (Cobre de México), fertilizantes (Guanos y Fertilizantes) y, celulosa (Celanese Mexicana).

El gobierno del Presidente Alemán tiene como gran objetivo la industrialización. Introduce legislación como la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias, continúa con políticas de protección, a lo que se produce en México, sustituye crecientemente el solo uso del arancel con el más efectivo sistema de cuotas de importación. En cambio, permite la casi libre

importación de bienes de capital. México no participa en la Conferencia de la Habana, como paso inicial para crear un organismo internacional para fomentar el libre comercio (eventualmente el GATT), para no comprometer y atar las políticas de fomento industrial. Estas políticas se continuaron con los presidentes Ruiz Cortines, López Mateos (1958), y de manera destacada, con Ortiz Mena a partir de 1958, 11 años Secretario de Hacienda, y Rodrigo Gómez, 18 años al frente del Banco de México. El *desarrollismo* se transforma en el *desarrollo estabilizador*, continúa el crecimiento de 6% anual, pero ahora se estabiliza la economía, bajando la inflación a 3%. Esta gran combinación seguiría hasta 1970.

Con Ortiz Mena y Gómez, y su brazo derecho y sucesor Fernández Hurtado, se enriquece la política de financiamiento. Continúan activos los bancos de desarrollo: Nafinsa, Bancomext, Banobras, Banrural, apoyando políticas sectoriales. Pero tenemos un Banco Central heterodoxo, persiguiendo dos objetivos: crecimiento y estabilidad. Por cierto, como es el caso de la Reserva Federal y el Banco de Canadá. Además, se crea un poderoso invento de política económica mexicana, la política selectiva de crédito. Ésta consiste en que parte del incremento de la captación bancaria, en un muy vigoroso sistema bancario privado, impulsado por las exitosas nuevas financieras, debe asignarse en porcentajes a los objetivos prioritarios: la industria, incluyendo las PYMEs; las exportaciones de manufactura, el equipamiento industrial, la vivienda, la agricultura, la infraestructura turística. Para apoyar esa tarea, se crean los fideicomisos de fomento en el Banco de México o en Nafinsa, para apoyar a los bancos, a través de redescuentos a tasas favorables. ¡Las políticas industriales y sectoriales tuvieron sustento financiero!

Después de más de tres décadas, con cambios en la economía mundial, ya para 1970 el modelo se estaba agotando. La sustitución de importaciones debió haber dado lugar al fomento de exportaciones y avanzar en la incorporación de tecnologías, la educación y capacitación obrera, que fue el nuevo sesgo que adoptaron los países asiáticos, que aplicaban también el desarrollismo; Japón, Corea, Taiwán, Singapur. Echeverría inventó el *desarrollo compartido*, que implicó un muy elevado gasto público, deuda, alta inflación, déficit fiscal y comercial, salidas de capital, y *descarriló* lo que funcionaba con la crisis de la devaluación de 1976. El presidente López Portillo tuvo el respiro del auge

petrolero, hizo un Plan de Desarrollo Industrial, muy completo, creando los 4 polos de desarrollo industrial de Altamira, Lázaro Cárdenas, Coatzacoalcos y Salina Cruz, orientado a lograr una mayor producción de acero, la sustitución de bienes de capital y el impulso a la industria petrolera y petroquímica. Sin embargo, se produjo la crisis internacional del dólar, la caída del precio del petróleo, el alza de las tasas de interés –llamado *efecto tijera*-; no se ajustó el gasto; en cambio, se incrementó brutalmente el endeudamiento y, en 1982, México detonó la crisis global de deuda. A De la Madrid le correspondieron seis años de un complejo proceso y de medidas valientes de política de ajuste, difíciles negociaciones internacionales, para *reencauzar el barco*, y el inicio de las llamadas reformas estructurales.

2° Segunda fase: 1990-2020, neoliberalismo. Privilegia la estabilidad como mono-objetivo del Banco de México, eliminación de la política selectiva de crédito, ocaso de la banca del subdesarrollo, prelación de la política comercial y de apertura de la economía (GATT, TLCAN), desaparición de la política industrial y estancamiento económico; es decir, el estancamiento estabilizador.

El gobierno del presidente Salinas intensificó el proceso de reformas estructurales, iniciada por el presidente De la Madrid, y se autodefinió como de *liberalismo social*, que implicaba lo que fue configurándose como políticas claramente neoliberales, en boga internacionalmente como lo que se llamó el *Consenso de Washingt*on: la reducción del tamaño del Estado, vía desincorporación de empresas del Estado (había 1,200); finanzas públicas sanas, con reducción del déficit fiscal y del sobreendeudamiento; autonomía del Banco de México, asignándole un mono-objetivo: la estabilidad y, eliminándose el objetivo del crecimiento y suprimiendo la política de asignación selectiva del crédito. Un pilar importante fue la apertura comercial, poniendo fin a la política de sustitución de importaciones y el proteccionismo que conllevaba; ahora lo importante era la promoción de exportaciones. Se fue configurando a partir de 1990 la estrategia de negociar un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, que concluiría al final del gobierno: 1993-1994.

Éste era un cambio radical de modelo. El Secretario de Economía, Jaime Serra, declaró que: *la mejor política industrial era la que no hubiera*. Eso fue el

fin de esa política. En materia bancaria, la gran medida fue la reprivatización de la banca comercial, un proceso muy tortuoso, el precio que se pagó fue alto. Para premiar a los adquirentes de los bancos, se hizo una importante desregulación del sistema financiero, liberando las tasas de interés, eliminando el sistema de encaje legal y la política de asignación selectiva del crédito. Con ello se dio una gran expansión, una *orgía de crédito*, que repercutió negativamente sobre la balanza de pagos. El crédito al sector privado aumentó de 23 a 44% del PIB. En este proceso privatizador, la banca de desarrollo ya no fue bien vista bajo la *teología* imperante, porque era *competencia* para la banca privada.

Surgen claros contrastes con la estrategia desarrollista anterior. Se privilegió la estabilidad, no el crecimiento; el desarrollo estabilizador, fue sustituido por el *estancamiento estabilizador*; se privilegió la política comercial, y la política industrial prácticamente desapareció. Se cambió el énfasis de la sustitución de importaciones, considerada ineficiente, por la promoción de exportaciones. El punto culminante de la estrategia fue la conclusión de la negociación del Acuerdo de América del Norte, el NAFTA. Ello es sin duda un punto de inflexión en nuestra estrategia económica; con el tiempo, nos convirtió en una potencia exportadora, convirtiéndonos eventualmente en el primer exportador y socio comercial de la mayor economía del mundo. Esto sin duda generó empleo y prosperidad en las zonas exportadoras, principalmente norte y norte-centro del país. Pero, en ausencia de políticas que lo sustentaran, propició que se generara poco contenido doméstico en las exportaciones, solo 28%; las cadenas productivas creaban *encadenamientos hacía afuera*, no *hacía adentro*; no se fomentó el avance y la aplicación de tecnologías. En parte, nos convertimos en una gigantesca maquiladora. Se crearon grandes desigualdades regionales entre el norte y el sur-sureste del país y, entre empresas grandes exportadoras y PYMEs tradicionales: trabajadores calificados y no calificados. Jaime Ros y Juan Carlos Moreno-Brid hicieron un magnífico análisis del fenómeno y caracterizaron el modelo como: *Export led growth with no growth,* crecimiento liderado por las exportaciones, pero sin crecimiento. Los 30 años de NAFTA han significado un crecimiento *normal mexicano* de un mediocre 2% anual.

El modelo neoliberal también comenzó a dar señales de agotamiento en el nuevo milenio. Su certificado de *enfermedad* lo dio la Gran Recesión de 2008 y

posiblemente su *carta de defunción* la pandemia de 2020 y los conflictos bélicos. Comienzan a cambiar las tendencias en el campo de las ideas. Se produce una vigorosa corriente de grandes economistas que postulan las deficiencias del modelo de libre comercio, bajo el neoliberalismo. Los premios Nobel: Krugman, Stiglitz, y otros destacados economistas, como Rodrik y Mazzucato.

A) Breve recorrido por las experiencias internacionales en política industrial y su sustento en políticas financieras.

Alexander Hamilton, designado en 1789 como primer Secretario del Tesoro de Estados Unidos, es probablemente el *padre de la política industrial*, sustentada en una política de protección a sus manufacturas, frente a las importaciones de Inglaterra, creando además The Bank of the United States.

En México, ese papel le corresponde a Lucas Alemán, que piensa y actúa para promover una industrialización incipiente del país, particularmente en la industria textil, y para ello crea en octubre de 1830 el Banco de Avío *para el fomento de la industria nacional*, que sería el antecedente de Nacional Financiera, 100 años antes.

Ya, en el siglo XX, un ejemplo destacado sería Japón, que con su Ministro Hayato Ikeda, lanza en 1960 el *Plan para doblar el Ingreso Nacional (1960-1970),* que logra a través de una agresiva política industrial. Casualmente coincide con el desarrollo estabilizador de Ortiz Mena. Artífice principal es el MITI, el Ministerio de Industria y Comercio, mediante la protección a la industria doméstica, el desarrollo de industrias estratégicas y campeones nacionales, el desarrollo de capacidades humanas y la absorción de tecnología. Un importante elemento fue lo que se llamó en inglés *policy based finance*, financiamiento encuadrado conforme a políticas, que son *programas definidos por el Estado, dirigido sobre términos y condiciones preferenciales a sectores prioritarios*. Su prototipo sería el Japan Development Bank y el Eximbank, creados alrededor de 1950. En Asia sus discípulos iniciales son Corea y Taiwán. Posteriormente sería China, que en apoyo de su política industrial y sectorial en general, crea los *policy banks* –bancos de política– particularmente el China Development Bank. Recientemente la estrella es Vietnam con sus ritmos de crecimiento del 7-8% y su importante también Development Bank.

En América Latina, el gran ejemplo de un *estado desarrollista,* basado en la industrialización y la protección a la industria nacional, es Brasil que, desde las épocas de Getulio Vargas y Kubitschek, reciben un fuerte impulso. El presidente Cardoso aprovecha su gran Banco de Desarrollo (el BNDES), llega a impulsar el crédito hasta el 25% del PIB.

B) El renacimiento de la política industrial y financiera en el mundo.

A partir de la Gran Recesión de 2008, los vientos han comenzado a cambiar y las políticas neoliberales han iniciado su decadencia. Está renaciendo la política industrial con, desde luego, algunos cambios de orientación, sobre todo justificándola cuando hay *fallas de mercado*. Como en otros temas, el premio Nobel Stiglitz tomó la vanguardia en estas nuevas ideas. En 2013 publicó un libro con el destacado economista chino, Justin Yifu Lin: *The Industrial Policy Revolution I. The Role of Government Beyond Ideology*. Así lo han analizado otros destacados economistas, como Dani Rodrik: *El Esperado Retorno de la Política Industrial* (Revista Comercio Exterior, abril 2021); Ha-Joon Chang, que en *Kicking Away de Ladder* argumenta que los países industriales piden a los emergentes que no apliquen las políticas que los llevaron al éxito, y Mariana Mazzucato: *The Entrepreneurial State*. Algunos gobiernos se han pronunciado con entusiasmo por este renacimiento de la política industrial: Macron en Francia lanza un Programa para revertir la desindustrialización y hace renacer *la planeación gubernamental estratégica*; Alemania sigue su ejemplo con su Estrategia Industrial Nacional 2030. En Estados Unidos, el propio Trump, a su manera con *Buy American* y recientemente Biden habla de revivir la política industrial. El *Economist* publica un artículo: *Renacimiento Global de la Política Industrial, seleccionar ganadores, rescatar perdedores.* Esto va de la mano con redefiniciones de la política comercial con elementos proteccionistas o de *comercio administrado* y revisión del actual proceso de globalización. Esta nueva tendencia la confirma un reciente documento del FMI, llamado: *El Regreso de la Política Industrial*, en los datos (data) dice:

> *¡Esta tendencia la impulsan las economías avanzadas con los subsidios como principal instrumento! Los países en desarrollo recurren más a restricciones al comercio. La "competitividad estratégica" es el motor dominante.*

Igualmente renace la Banca de Desarrollo. Esto lo refleja muy bien la Revista de Comercio Exterior, enero-marzo de 2021, que se inicia con un gran artículo de dos expertos: Stephany Griffith-Jones y José Antonio Ocampo: *Llegó la Era de los Bancos de Desarrollo Públicos*. Hace referencia a una reunión importante, la primera Cumbre Mundial de la Banca Pública de Desarrollo, celebrada en París del 9 al 12 de noviembre de 2021. Un artículo de United Nation de 2011 analiza: *The Role of Industrial Development Banking in Spurring Structural Change*. La Unión Europea, que ya tiene dos bancos regionales de desarrollo: el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, y el Banco Europeo de Inversiones, plantea que necesita un banco de desarrollo para comenzar a competir con China. Como elocuente expresión de esta tendencia, el 22 de enero reciente el presidente Lula lanzó un gran Programa de *Reindustrialización de Brasil* (llamado Nueva Industria Brasil) con US$60,000.00 millones de inversión, de los cuales su gran banco de desarrollo, el BNDES, aportó US$50,000.00 millones.

III. POLÍTICA INDUSTRIAL Y DE FINANCIAMIENTO. LA SITUACIÓN ACTUAL DE MÉXICO

A) El camino hacia una nueva política industrial en el momento actual.

Ha habido cierta confusión en torno al concepto de la política industrial y su relación con la política comercial. Todo mundo habla de ella, sin precisar ¿qué es? Como hemos visto, la política industrial tuvo logros muy importantes desde 1940 hasta los 70's. En los 80's fue satanizada por la escuela neoliberal, como lo hizo contra su otro enemigo, la banca de desarrollo. Se vieron como un elemento que distorsionaba la eficacia de las fuerzas del mercado.

Se utilizó la artillería intelectual, por ejemplo, del Banco Mundial, para intentar demostrar que la política industrial no había jugado un papel positivo en el llamado *milagro asiático*, sino, más bien, había sido factor causal en las crisis que experimentaron estos países en los 80's y 90's.

En un reciente libro, *Desarrollo Industrial 2050*, el IDIC, cita una buena definición de la ONUDI, la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial sobre lo que es la política industrial.

Política industrial implica: **a)** *una combinación de estrategias o intervenciones selectivas dirigidas a impulsar actividades o sectores específicos;* **b)** *intervenciones funcionales destinadas a mejorar el funcionamiento de los mercados y,* **c)** *las intervenciones horizontales dirigidas a la promoción de actividades específicas en todos los sectores;* **d)** *la nueva política industrial parte de una estrategia de desarrollo que se ocupa de mejorar la acumulación de capital y conocimientos. El término se utiliza para describir medidas gubernamentales destinadas a mejorar la competitividad (y la productividad) y la capacidad de empresas nacionales y la promoción de la transformación*

La política industrial tuvo dos vertientes: la *vertical*, que era detectar e impulsar sectores prioritarios *ganadores* y empresas *campeonas*. La otra, *horizontal*, se orientaba a generar las condiciones generales para que la industria del sector privado prosperara, a través de simplificar la regulación, capacitar la fuerza de trabajo, apoyar la investigación y el desarrollo tecnológico, dar acceso a un financiamiento adecuado en costo y plazo, fomentar la competencia y preservar la estabilidad macroeconómica. Entre las dos vertientes, los *neoliberale*s apenas toleraban la segunda.

En México ha habido grupos de economistas que siempre han mantenido viva el concepto de la política industrial. Destaco a René Villarreal, Mauricio de María y Campos, algunos fueron funcionarios de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; a Juan Carlos Moreno-Brid, citando como ejemplo su elocuente artículo: *La política industrial, el eslabón faltante en la búsqueda de México por un crecimiento liderado por las exportaciones*, escrito en 2013.

Una importante institución (o *think tank*), el IDIC (Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico), se creó para desarrollar una verdadera cruzada a favor de la política industrial, coordinada por Arturo Oropeza, con José Luis de la Cruz, como Secretario Técnico, y apoyado por la UNAM a través del Instituto de Investigaciones Jurídicas, y el Colegio de México. Tuvo el apoyo de importantes grupos empresariales: el Ing. Raúl Gutiérrez Muguerza de CANACERO, presidió y apoyó generosamente el Instituto, y contó con el apoyo de Francisco Cervantes de CONCAMIN. El IDIC publicó varios libros para relanzar el *Proyecto Industrial de México en el Siglo XXI* (2013). Siempre incluyó el tema en sus obras de prospectiva: *La Responsabilidad del Porvenir*:

en su versión de 2012: *Estrategias para la reindustrialización de México* y, en la versión 2018, *Hacia un plan de desarrollo industrial*. En el libro *Desarrollo Industrial 2050*, se refiere a una política industrial integral. Continuó evolucionando hacia el tema actual: *De la revolución industrial a la revolución digital.*

El gobierno de López Obrador comenzó a apoyar la introducción de una Política Industrial. Al principio de su gestión se creó en febrero de 2019 el Consejo Nacional para el Fomento a la Inversión, el Empleo y Crecimiento Económico. Alfonso Romo, en esa ocasión dijo:

> *La línea que nos ha trazado el Presidente se contrapone a los experimentos neoliberales y propone una mayor integración de las cadenas de valor para fortalecer el mercado interno, una sólida política industrial, que no siempre ha sido tomada en cuenta por los gobiernos de México... Es necesario apoyar la política industrial, estimulando el desarrollo del país y orientándonos a los sectores de mayor crecimiento y potencial para compensar la pérdida de empleo en las industrias tradicionales.*

De manera importante la Secretaría de Economía, bajo la Secretaria Clouthier, lanza un documento: *Rumbo a una política industrial*, justificando el por qué de una política industrial, analizando las políticas industriales de otros países. Define la política industrial compuesta por 4 ejes transversales: **1)** innovación y tendencias tecnológicas-científicas; **2)** formación de capital humano; **3)** promoción de contenido regional y encadenamiento para MIPyMEs; **4)** industrias sostenibles y sustentable. Define 5 sectores estratégicos: el agroalimentario, el eléctrico, electrónico, electro-movilidad, servicios médicos y farmacéuticas e industrias creativas.

Se ha ganado una importante batalla, pero continúa cierta confusión. El presidente López Obrador, por ejemplo, confundió el *nearshoring* con la política de sustitución de importaciones, lo cual fue criticado por revivir las viejas tesis cepalinas de los 50s. Anuncia la creación de un Comité, para definir la sustitución de 10% de las actuales importaciones, todavía *fantasma*, que incluye equivocadamente un objetivo de reducir importaciones de Asia (léase China) en 20%. El problema es que ya llegamos a la etapa de buenas intenciones, pero no de aterrizaje.

Ahora, la tarea debe ser transformar la política industrial en una política que apoye nuestra revolución digital, su indispensable complemento.

B) El Sistema y la Política Financiera en el momento actual.

¿Cuál ha sido la evolución del sistema financiero hasta la etapa de la actual?

1) Tenemos un Banco Central ortodoxo, prestigiado y congruente. El Banco de México cumple fielmente su función mono-objetivo de preservar la estabilidad de precios de alrededor de 3% anual y complementariamente la estabilidad del sistema bancario. Se salió algo de su *script*, lanzando un paquete de estímulo de $750,000 millones de pesos para apoyar la liquidez del sistema y darle recursos a los bancos para apoyar a las empresas durante la pandemia. El único paquete significativo de estímulo del gobierno. Cuando se controlaban efectos de la pandemia y se dio un fuerte brote inflacionario, se siguió una política monetaria contraccionistas, con fuertes aumentos de las tasas de interés a imagen y semejanza de la Reserva Federal, ¡que ha fortalecido el peso!

2) El sistema bancario comercial continúa *subdesarrollado.* Entre sus países *pares*, México es el país que otorga el menor volumen de crédito a la actividad económica privada, aproximadamente 30% del PIB, frente a Chile, 81%; Brasil, 62%, Colombia, 50%. En cambio, los bancos tienen un muy alto nivel de utilidades. Es el caso de los grandes bancos de propiedad española: Bancomer y Santander, que generan las mayores utilidades de todo el grupo financiero global, más que en su país de origen. Es una nueva *mina de oro* para la *Madre Patria*. La veta es, como se ha reconocido, los altos márgenes de intermediación, 8%, frente a 1.6% en España, y las altas comisiones. La característica de nuestra estructura bancaria es la concentración, 5 ó 6 bancos, todos ellos extranjeros, salvo Banorte, dominan el 70% del mercado. El crédito, a su vez, está concentrado en las grandes empresas, no las PYMES. Las utilidades están vinculadas al crédito al consumo, tarjetas de crédito, con tasas leoninas (25%) y las tiendas de raya del crédito a la nómina. La cartera total a marzo de 2020 pre-pandemia era de $5.7 billones de pesos, 23% del PIB, por los 51 bancos del sistema. En términos generales la estructura del crédito es como sigue: crédito al consumo,

35%; vivienda, 15%; empresas, 37%, entidades gubernamentales, 22%; instituciones financieras, 4%.

Es un país subancarizado por el porcentaje de la población no atendida por servicios bancarios, 50% de los adultos, y por los municipios no atendidos, 25%. Por ello la inclusión financiera es un tema de moda global y nacional. Pero tiene como problema de raíz la desigualdad entre personas y regiones, y la falta de ahorro.

3) Como vimos, la banca de desarrollo fue un poderoso instrumento de nuestro crecimiento en sus mejores épocas. Por razones ideológicas, en parte motivadas por los organismos internacionales y porque representaban una competencia a la banca privada, el Secretario de Hacienda del entonces presidente Fox pretendió fusionar a NAFIN y BANCOMEXT en 2004, como parte de un proceso de reducir su importancia. Lo frenó el Congreso, pero intentó hacerlo *de facto* por la *trastienda*, manejando ambas instituciones con un director que eliminó muchas áreas. Ahora nuevamente el gobierno *progresista* de López Obrador intenta fusionarlas por este mismo mecanismo de *fusión de facto* y las encomendó inicialmente a la Oficina de la Presidencia, como *juguete de promoción clientelar*. Era una deformación funcional, su coordinación por ley corresponde a la Secretaría de Hacienda. Provocó conflictos que, entre otros, generaron la salida del excelente Secretario Urzúa. Todo ello ha significado su debilitamiento.

NAFIN, nuestro gran banco de desarrollo industrial, se deformó, dedicándolo a otorgar factoraje; es decir, dar liquidez a las PYMEs, proveedoras de las grandes empresas, y a garantizar los créditos, reduciendo el riesgo particularmente de grandes bancos. Hace pocos programas de fomento sectoriales. Su personal de alta calidad se ha venido desmantelando. Ha perdido cientos de cuadros técnicos y tiene en promedio un Director General cada 1 ó 2 años. La institución de financiamiento al campo, la Financiera Rural, reconociendo los problemas que tuvo el antiguo BANRURAL, por influencia del Banco Mundial, se transformó de Banco en Agencia, perdiendo la capacidad de apalancar que tiene un banco, sólo canaliza recursos presupuestales, y los recupera. Pero, ¡se ha debilitado mucho el crédito y el seguro al campo! ¡Ahora, en la nueva explosión de reformas legislativas y destrucción institucional, pretende desaparecer la

Institución que creó el presidente Cárdenas! Existe la incongruencia, con el mono-objetivo del Banco de México, que éste opera el FIRA. Se asignó a la Secretaría de Economía, su *banquito clientelar*, el Fondo PYME, situación irregular, que duplica a Nacional Financiera. También mantiene el crédito de Fomento a la Minería, que también debía integrarse a NAFIN.

El resultado es que la banca de desarrollo, a finales del 2021, daba crédito por un 5% del PIB (aproximadamente $1.2 billones de pesos). En 1980 NAFIN, por sí sola, daba 7%; en 2021, 1% del PIB ($250 mil millones de pesos), ya la rebasó BANOBRAS y alcanzó BANCOMEXT. El crédito del Banco de Desarrollo de Brasil, hasta sus recientes problemas representaba 25% del PIB, más que el crédito total del Banco Mundial y del BID juntos (ahora, como señalamos, Lula lo hace renacer); el Banco de Desarrollo de China, 80% del PIB; el nuevo Banco de Desarrollo de Vietnam, 8% del PIB; la India tiene tres bancos de desarrollo, orientados a la industria. Nuestra banca de desarrollo da sólo alrededor del 20% del crédito que da la banca comercial. Llegó a dar 50%. En la actualidad, con esos niveles de crédito, perdemos un poderoso instrumento anticíclico, parafiscal, complementario del presupuesto.

Otro importante instrumento, que está en el debate nacional, es el sistema de Ahorro para el Retiro, las Afores, y el sistema de pensiones en general. Sus recursos representan, más de 15% del PIB, con más de 60 millones de cuentahabientes. Esto despierta la codicia de miembros de Morena ante la penuria creciente del erario, pero tiene un serio desequilibrio, y más bien requerirá absorber, en todo caso, crecientes recursos fiscales. En todo caso, está *parcialmente nacionalizada*, ya que llega a invertir 75% de sus recursos en valores gubernamentales. La reciente reforma que incrementa sus recursos vía mayores aportaciones de los empresarios, es un paliativo que ayuda a los trabajadores del sector formal. También sufrirá por malas inversiones realizadas y por el efecto de la crisis sobre las empresas. Hay que tener cuidado cómo se definen el sistema con las nuevas reformas, puede ser peor *el remedio que la enfermedad*.

IV. LAS OPORTUNIDADES DEL *NEARSHORING* Y LA IMPORTANCIA DE LA POLÍTICA INDUSTRIAL Y DE FINANCIAMIENTO PARA IMPULSARLAS

La *moda económica* es indudablemente el nearshoring, la *panacea*, la receta para nuestros males. Este entusiasmo se centra en que en el norte del país se dice, ya se están produciendo nuevas inversiones, que implican un aumento de la inversión en la industria de la construcción no residencial, a través de, por ejemplo, el aumento de parques industriales. *Echa el vuelo* a la imaginación de que se traducirá en aumentos anuales en el crecimiento del PIB, de las exportaciones y de la inversión extranjera. Lo que está sucediendo se da por un efecto *inercial* por iniciativa de las empresas. Para que realmente se traduzca en cambios estructurales y nos eleve a otra plataforma de desarrollo, va a requerir una nueva visión estratégica y políticas gubernamentales, más allá de algunos estímulos fiscales. Mi tesis básica es que para materializarse los beneficios, tiene que producirse un efecto en secuencia: **1)** El ***nearshoring*** requiere ser apoyada por una *política industrial integral*, que incluye componentes de inversión en infraestructura; capacitación de mano de obra, política de energías limpias y de agua. **2)** Ésta a su vez, debe sustentarse en una política de financiamiento, que involucre a la banca comercial privada y vigorizar la banca del *subdesarrollo*; **3)** También se necesita una política de desarrollo regional, para evitar la concentración de beneficios en el norte y centro del país, y hacerla extensiva al sur-sureste. Ello implica en el fondo una nueva estrategia de desarrollo de largo plazo que trasciende, aunque aprovecha las ventajas del *nearshoring*.

Algunas consideraciones.

1) El *Near-shoring*, relocalización de empresas, surge como *nueva solución mágica*, una panacea para resolver todos nuestros problemas y estimular el crecimiento y la inversión. ¡Cuidado con las modas de los economistas, como fue el *libre comercio*!

2) Surge, por los espacios que generan los conflictos geopolíticos entre China y Estados Unidos, la ruptura o interrupción de cadenas productivas. El proceso es un hecho incontrovertido. Se está ya dando de manera inercial

por acciones de las propias empresas. Como en el otro periodo de la sustitución de importaciones (el *ISI*), aprovechar las ventajas, y el potencial requiere una acción proactiva del Estado por políticas que la impulsen y eliminen los obstáculos.

3) La globalización también está cambiando de naturaleza, hacia una *mayor regionalización por bloques*. Está cambiando el rol de los factores de la producción.

4) Hay un segundo factor: Biden está *recreando la economía americana, creando un nuevo paradigma, un nuevo trato verde* de corte Rooseveltiano. Lo está instrumentando a través de sus grandes iniciativas legislativas: **a)** promoviendo cambios en la estructura industrial (y, de *paso*, ayudando a reducir la inflación), con el mayor impulso a la inversión en energías verdes, renovables, fomentar la movilidad eléctrica, paneles solares para las familias. **b)** Apoyo a la ciencia y la educación. **c)** Un gran programa de infraestructura. Resucita explícitamente la política industrial, fomentando compras locales, *buy America*, que implica elementos proteccionistas. **d)** Inversión masiva en semiconductores.

5) Lograr esta panacea implica para México remover obstáculos evidentes que se han identificado: **a)** Falta de Estado de Derecho, incertidumbre en reglas, violación de Tratados comerciales, que conllevan conflictos con Estados Unidos y Canadá. **b)** Infraestructura saturada en las fronteras y hacia las fronteras, y los mares, puertos, caminos, puentes, ferrocarriles. **c)** Violencia e inseguridad. **d)** Problemas en nuestra política energética, con serias insuficiencias en electricidad, energías limpias que ahora se exigen, gas, agua. **e)** Mano de obra calificada.

Como conclusión, el *Nearshoring* operará en medida limitada por factores inerciales, pero no se aprovechará su gran potencial si no se sustenta en un Estado promotor, que integre los esfuerzos estatales, en coordinación con nuestros socios del T-MEC e impulsando una nueva política industrial y tecnológica digital, apoyada por financiamiento, inversión en infraestructura y capacitación laboral, y sobre todo, Estado de Derecho, que dé certidumbre e inspire confianza. ¡Lo que ahora nos falta! La nueva INADI en foros como éste, tiene que impulsar una *nueva cruzada intelectual* que permeé la activa

sociedad civil y, a través de ella, a los candidatos y programas de gobierno, para un nuevo comienzo *consensado nacionalmente* para 2025, con un punto de inflexión, igual al que se dio en 1940, para un *desarrollo industrial acelerado*. Muchos inversionistas extranjeros consideran que el *Nearshoring* es *un traje a la medida* para México y de hacer bien las cosas, sería el país que recibiría los mayores beneficios.

V. PROPUESTAS PARA CONFORMAR UNA NUEVA ESTRATEGIA DE DESARROLLO INTEGRAL

A continuación propondré los lineamientos para una nueva Estrategia de Desarrollo integral para México, conformada como uno de sus elementos fundamentales por el triángulo de la política industrial –tecnológica y la comercial– sustentada en el financiamiento.

A) Primero, algunas políticas básicas relacionadas con un marco general de estrategia económica;

luego, orientarnos a nuestro tema, que es la política industrial y de financiamiento. No me referiré a otros elementos claves para nuestro desarrollo, como son la política de bienestar social y la de medio ambiente.

1) El **Estado desarrollador** debe privilegiar el crecimiento acelerado a ritmos superiores al 4%, socialmente incluyente y sustentable, plasmado en un **Pacto Nacional para el Crecimiento**, con todos los instrumentos de política, alineados hacia tal fin. Sustentado en un **Consejo Económico y Social**, con todos los agentes económicos para acordar políticas. Una oficina de la Presidencia debe darle seguimiento al Pacto.

2) **El aumento indispensable en la inversión para crecer**, que significa elaborar y negociar un **Programa Nacional de Inversión**. Actuar sobre sus dos componentes: **la inversión pública**, con proyectos bien evaluados, de impacto multiplicador con contenido local, que debe aumentar de un nivel muy bajo del 2% del PIB a 6%. Debe haber compromisos concretos sectoriales del sector privado para elevar la inversión total a 25% mínimo como meta. Para ello, debe crearse la confianza necesaria con reglas que

se cumplan y, cancelando, limitando o difiriendo proyectos absurdos (Dos Bocas, Tren Maya, aeropuerto Felipe Ángeles).

B) En la Política Industrial. La verdadera política industrial.

Debe estar vinculada a la comercial. Debe lograr la transformación estructural de la economía, reasignando recursos de actividades tradicionales a nuevas de mayor valor agregado, que incorporen nuevas tecnologías. Apoyar a las PYMEs con recursos está bien, pero si no se encuadran en una estrategia, no es política industrial y tiene efectos limitados. Debe rearticular las cadenas productivas *hacia adentro y hacia afuera,* impulsando el contenido local y el mercado interno, que nos permitan dejar de ser una gigantesca maquiladora, apoyando sectores prioritarios, ganadores y empresas campeonas (vertiente vertical). Equivocadamente no les gusta este enfoque a los neoliberales, porque esto debe hacerlo el mercado. Debe tener también una vertiente *horizontal,* creando condiciones generales que facilitan el desarrollo industrial, como la capacitación laboral y la infraestructura, incluyendo la digital y eliminando obstáculos, como la regulación excesiva. Debe privilegiar la inversión nacional.

1) **La política industrial debe estar vinculada a una política científica y tecnológica aplicada.** Los estímulos fiscales al sector privado para investigación y desarrollo son muy insuficientes, menos del 0.5% del PIB, debe aumentarse a 2% del PIB, como lo tienen los países con los que competimos. Debemos prepararnos para participar en la Cuarta Revolución Industrial y Tecnológica, vinculada a la Revolución Digital (la 5G). También se necesita una activa política de capacitación laboral e impulsar una muy necesaria educación de calidad. La India creó 100 institutos tecnológicos en todo el país, para formar los trabajadores calificados que requería el país. Sustituirlos por nuestras universidades con bajo nivel educativo.
2) **La nueva política comercial.** El mundo cambió, ya no es un mundo de apertura dogmática al comercio y la inversión, sin restricciones, muy cándida, como la nuestra. La globalización, como la conocemos, se está transformando en reglas y actores. Vamos a un marco de creciente tendencia hacia una mayor **autosuficiencia, de proteccionismo** encubierto, el nacionalismo, como en los 30s. La nueva política comercial debe estar

orientada a propiciar cambios en la estructura de nuestro comercio, que vaya de la mano con cambios en la estructura industrial, explotar nuevas ventajas competitivas, por ello, debe ir de la mano con la industrial. Se requiere diversificar el comercio, exportaciones e importaciones, aprovechando conflictos geopolíticos, como el que se está dando entre Estados Unidos y China. Es un gran avance que ahora somos el primer cliente de Estados Unidos. ¡Hay que traducirlo en crecimiento nacional!

C) La política industrial requiere, como elemento fundamental, una nueva política financiera que lo sustente.

1º Un Banco de México autónomo, pero que persiga dos objetivos: crecimiento/empleo y estabilidad de precios (y financiera). No solo el segundo. Así, con ese objetivo dual ha funcionado el Banco de la Reserva Federal de Estados Unidos (que tanto nos gusta imitar), desde la Gran Depresión. Ha actuado buscando el objetivo de empleo y por ello ayudó a superar la Gran Depresión de 2008, inyectado varios billones de dólares con una imaginativa gama de instrumentos (la llamada QE, flexibilidad cuantitativa).

Una política complementaria para las circunstancias extraordinarias que estamos viviendo, es activar la capacidad casi oculta que le da el Artículo 12 para financiar directamente al gobierno. Debería ser para propósitos específicos y con criterios bien definidos.

2º Revivir la actual Banca del *subdesarrollo*.

Ello implica reconvertir a los *bancos de desarrollo*, sin definición y rumbo, **en bancos de política sectorial, como lo llaman los chinos, policy banks** –*bancos de política*– que tienen uno para cada sector importante, que requieren atender. Deben elaborar programas sectoriales, apoyados en proyectos bien evaluados. Así, **Nacional Financiera sería el Banco de la Política Industrial auténtica; BANCOMEXT, el de la promoción y el financiamiento del comercio exterior, el turismo y, el apoyo de la inversión extranjera, en la relocalización de empresas**; inclusive, apoyando a nuestras Embajadas, ahora que desaparecieron ProMéxico y el Consejo de Turismo. Lo haría, como lo hizo antes, con sus utilidades.

BANOBRAS, el Banco de la Infraestructura, el desarrollo regional y municipal. Reconvertir la Agencia Financiera Rural en Banco de Desarrollo Rural e integrarle el FIRA. En general ubicar los fideicomisos y fondos en el banco de desarrollo del sector que le corresponde.

La Banca de Desarrollo requiere volver a profesionalizarse y reponer sus cuadros técnicos que ha perdido y tener altos mandos de servicio civil más estables. Regresar la banca de desarrollo plenamente a la coordinación y el control de la SHCP. Reintegrarle su carácter *parafiscal*, para aprovecharla, para realizar políticas contracíclicas. De su muy bajo nivel de crédito actual, alrededor del 5% del PIB, $1 billón, duplicarlo gradualmente a 10% del PIB. Pueden diseñarse fórmulas imaginativas de intermediación financiera para que no califiquen como deuda pública gubernamental. Pero debe tener acceso al redescuento del Banco de México, como lo hizo en nuestra historia, y como lo ha hecho en sus buenos momentos el BNDES de Brasil.

Otra idea innovadora sería vincular sus programas sectoriales de crédito a los programas de la Secretaría del sector correspondiente. Así se sumarían, por ejemplo, al programa presupuestal de la Secretaría de Economía, el programa crediticio de NAFIN, lo cual tendría un gran impacto.

La banca de desarrollo (BD) debe estar adecuadamente capitalizada. Fondearse con crédito externo, e interno de largo plazo a través de bonos de desarrollo, a tasa cercana a CETES, colocándolos en el mercado, en los bancos y las Afores. En materia de financiamiento, eliminar del todo la vieja tesis liberal, que como mal necesario, la BD se limitaba al llamado segundo piso, sólo redescuentos a la banca privada, sino actuar en primer piso, créditos directos. Debe, además de dar crédito, aportar capital de riesgo, dar asistencia técnica, sobre todo a PYMEs; formar técnicos, por ejemplo en evaluación de proyectos, especie casi en extinción. Ayudar para validar los proyectos del gobierno, cancelar y evitar los no rentables. Debe apoyar la innovación y el avance tecnológico de las empresas para incorporarnos a la Cuarta Revolución Industrial y Digital. Todo esto

entraña una verdadera revolución, pero es lo que hacen los países exitosos asiáticos, ahora neodesarrollistas.

3° **Vincular la banca comercial a los fines del desarrollo nacional.** La desregulación y liberalización financiera desató a nivel mundial, como en México en 1994, burbujas financieras y la severa crisis de *2008*. Propició una deformación del capitalismo, el fenómeno de la llamada *financierización*. Esto implica que las cifras financieras excedieran con mucho el crecimiento del PIB y del comercio mundial. Las enormes utilidades se generaban por operaciones intra-sector financiera, muchas de ellas especulativas, pagaban sueldos y bonos exagerados a sus dueños, funcionarios y operadores, y son una de las causas que profundizaron la desigualdad. ¡Así es todavía!

La banca comercial mexicana no puede estar a la deriva de las estrategias del desarrollo nacional. La Secretaría de Hacienda debe formular criterios generales de asignación de crédito a ciertos sectores y regiones, para que cada banco los aplique, como lo determiné, pero con seguimiento de Hacienda. Se da muy poco crédito al campo, a la industria, a la infraestructura, y los bancos no tienen las áreas de evaluación y análisis necesario.

El Banco de México, como ya lo hizo, tendrá que estar alerta para proporcionar, cuando sea necesario, liquidez a los bancos, los QEs (apoyo cuantitativo) para compra de valores, líneas de crédito, garantías, algunas vía NAFIN. Cuidar también la llamada *banca paralela*, los *intermediarios financieros no bancarios*, que han sido frecuentemente fuente de desequilibrios sistémicos.

El gobierno debe tener en mente una estrategia para impulsar una mayor mexicanización de nuestro sistema bancario. Eso puede darse con la oportunidad de la crisis, para apoyar compra de bancos extranjeros por nacionales, cuando ellos o sus matrices tengan dificultades o cambien su estrategia, como en el caso de BANAMEX.

4° Reforma de las Afores

El sistema de ahorro puede ser un instrumento formidable de formación de ahorro de largo plazo, clave para la inversión, que en alguna medida, a pesar de sus peripecias, ha logrado. Su fin no debe ser comprar papel del gobierno, sino desarrollar la capacidad propia de evaluar proyectos de largo plazo para financiarlos, particularmente en el ámbito de la infraestructura.

Pero, su serio desequilibrio financiero es una *bomba de tiempo*. Se requiere reformarlo, más allá de la reciente reforma, y no puede haber *nuevas ocurrencias* de financiar a los jubilados al 100% de su salario, que no es financiable.

En **conclusión**, grandes historiadores económicos, como Schumpeter, Gershenkron, Rondo Cameron, han determinado que los sistemas financieros pueden ser motores fundamentales para acelerar el crecimiento, el despegue industrializador y alcanzar a los países más avanzados. Así lo demuestra la experiencia de algunos países.

VI. *NEARSHORING*; MÁS ALLÁ DEL LIBRE COMERCIO

Se puede plantear, profundizar la integración regional de Norteamérica, más allá del actual T-MEC, como solo *tratado de libre comercio*. La relocalización de empresas es solo una manifestación o consecuencia de los nuevos factores geopolíticos, la competencia por la hegemonía política y económica entre Estados Unidos y China, la nueva definición de la globalización como relaciones y competencia entre bloques económicos. Una idea más importante fue la que planteó Biden en una de las recientes cumbres, el fortalecimiento de la región de América del Norte.

México ha estado carente de ideas y propuestas en las reuniones recientes bilaterales con Estados Unidos, más bien a la defensiva en los temas de migración, crimen organizado y fentanilo. El concepto mencionado daría a México una oportunidad para avanzar en la Agenda. Así, México podría proponer transformar el T-MEC en algo más que un Acuerdo de Libre Comercio, avanzar paulatinamente en una mayor integración económica regional. Ello podría requerir una política industrial regional, planeando el fortalecimiento de las cadenas productivas, definiendo algunas nuevas, ajustándose a la

nueva Cuarta Revolución Industrial y Digital, la *5G*. Ello debería ser apoyado por acuerdos de cooperación científica y tecnológica, de capacitación laboral y educación; elementos hacia un acuerdo migratorio y de mano de obra bien planeado, que tome en cuenta que Estados Unidos tiene *cuellos de botella* laborales en algunos sectores y regiones.

Se incluiría el financiamiento para infraestructura y proyectos de carácter regional. Un instrumento puede ser revitalizar el NADBANK con la incorporación de Canadá. Se propondría el objetivo, basado en la experiencia europea, de financiamientos complementarios para lograr la *convergencia de ingresos regionales*. Sería muy conveniente financiar proyectos en zonas que expulsan mano de obra, que sería más eficaz, que hacer más muros y barreras, y represión vía aumentos de los mecanismos policiacos y militares en las fronteras. Lograr esto requeriría crear un pequeño, pero eficaz andamiaje institucional, una Secretaría Técnica que analice propuestas, asegure su viabilidad y les dé seguimiento. Ello nos daría una gran fuerza como región.

Este enfoque nos permite enfrentar algunos riesgos. Hay una creciente percepción de que México no es un *socio confiable* en un proyecto trilateral. Hay la preocupación de que China está penetrando México vía mecanismos abiertos o encubiertos, por ejemplo, en la industria automotriz y derivados. Esto se ve como un peligro para la seguridad de Estados Unidos. Debemos, al contrario, reforzar el contenido norteamericano en las cadenas productivas. Como síntoma, ya nos excluyeron de NORAD, estamos en el Comando sur, lo que representa la *centroamericanización* de México y su *desnorteamericanización*. ¡Puede eventualmente conducir a una bilateralización del T-MEC, que debe revisarse en 2026 Es un peligro real por las divergencias que se han venido produciendo, conflictos, paneles. A través de dar el giro positivo a la profundización de la integración de Norteamérica, puede darle un nuevo impulso al dinamismo económico de la región y de México. ¡Buen proyecto para cualquier nuevo gobierno!

VII. CONCLUSIÓN

El ensayo pretende demostrar la importancia que para México tiene la adopción de una nueva política industrial-digital, que para no quedar en buenos deseos, requiere el sustento de una política financiera que reviva y fortalezca la banca de desarrollo, y vincule más a la banca privada. Se trata de redefiniciones de fondo. Ello es esencial para aprovechar cabalmente las oportunidades de la relocalización de empresas, que no se van a dar solas sin políticas públicas eficaces. ¡Lo anterior significa definir una nueva estrategia económica de largo plazo, que implica *reconstruir*, así como *transformar* en forma verdadera, no retórica y, *avanzar* en una nueva senda de desarrollo! Éste es el gran reto que se presenta al nuevo gobierno.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Basave Kunhardt, Jorge. *(Coord.) "La Política Industrial en México. Antecedentes, Lecciones y Propuestas".* México: Libro Electrónico, UNAM: Instituto de Investigaciones Económicas, 2021.

Chang, Ha-Joon. *"Kicking Away The Ladder. Development Strategy in Historical Pespective".* Londres: Anthem Press, 2002.

Evenett, Simon, Adam Jakubik, Fernando Martin, y Michele Ruta. *"The Return of Industrial. Policy in Data".* International Monetary Fund, January, 2024.

Griffith-Jones, Stephany, y José Antonio Ocampo. *"Llegó la Era de los Bancos de Desarrollo".* México: Revista Comercio Exterior, Enero-Marzo 2021.

Griffith-Jones, Stephany, y José Antonio Ocampo (Eds.). *"The Future of National Development Banks".* Oxford University Press, 2018.

Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI). *"La Nueva Era de la Política Industrial Digital".* México: CCE, UNAM, 2023.

Mazzucato, Mariana. *"The Entrepreneurial State".* Londres: Anthem Press, 2013.

Moreno-Brid, Juan Carlos. «Industrial Policy: A Missing Link in Mexico's Quest for Esport-Led Growth.» *Latin American Policy*, Diciembre 2013: 216-237.

Oropeza, Arturo (Coord.). *"Desarrollo Indusrial 2050. Hacia una Industria del Futuro".* México: IDIC; UNAM: Instituto de Investigaciones Jurídicas, 2019.

—. *"La Responsabilidad del Porvenir": Estrategias para la Reindustrialización de México.* México: IDIC, 2012.

—. *"La Responsabilidad del Porvenir": Hacia un Plan de Desarrollo Industrial.* México: IDIC, 2018.

—. *"Proyecto Industrial de México en el Siglo XXI".* México: IDIC, 2013.

Oropeza, Arturo, y Julen Berasaluce. *"De la Revolución Industrial a la Revolución Digital".* México: IDIC; Instituto de Investigaciones Jurídicas, 2021.

Rodrik, Dani. *"El Esperado Retorno de la Política Industrial".* México: Revista Comercio Exterior, Abril, 2021.

Secretaría de Economía. *"Rumbo a una Política Industrial".* México: Gobierno de México, Secretaría de Economía, Septiembre 20, 2022.

Stiglitz, Joseph, y Justin Yifu Lin. *"The Industrial Policy Revolution I: The Role of Government Beyond Ideology".* Londres: Palgrave Macmillan, 2013.

Suárez Dávila, Francisco. *"Crecer o no Crecer. Del Estancamiento Estabilizador al Nuevo Desarrollo".* México: Taurus, 2013.

Suárez Dávila, Francisco. «"El Estado Desarrollador Japonés".» En *Estado Desarrollador. Países Exitosos y Lecciones para México*, de José Antonio Romero y Julen Berasaluce (Coords.). México: El Colegio de México, 2019.

The Economist. *"Picking winners, saving losers. The Global Revival of Industrial Policy".* Agosto 07, 2010.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). *"The Role of Industrial Development Banking in Spurring Structural Change".* Viena, 2016.

CAPÍTULO I

HACIA UNA NUEVA POLÍTICA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL EN MÉXICO

>[3] La importancia de implementar una política industrial digital para México. Asignaturas pendientes

SUMARIO

I. Introducción.
II. Una política industrial digital.
III. La política industrial en México.
IV. Nearshoring o relocalización cercana de empresas.
V. La inteligencia artificial (IA) transforma la economía global.
VI. Hacia una política industrial digital para México.
VII. Conclusiones
VIII. Bibliografía.

René Villarreal

Doctor en Economía por la Universidad de Yale y Premio Nacional de Economía. Actualmente es Presidente del Centro de Capital Intelectual y Competitividad (CECIC) y miembro del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C. (INADI).

I. INTRODUCCIÓN

La experiencia histórica y post-pandemia en esta segunda década del Siglo XXI, dicta que la recuperación tiene que basarse principalmente en el motor de la industria manufacturera, que es fuente de innovación, productividad y competitividad. Es en este contexto que se desarrolla la Cuarta Revolución Industrial de la manufactura digital. Esta revolución tecnológica está transformando la economía global, ya que la nueva industria ya no requiere de manufacturas elaboradas con mano de obra tradicional sino de mano de obra calificada (mente-obra) y capaz de innovar; es decir de mentefactura[1].

Cada vez con más frecuencia, en la industria se desarrollan sistemas de manufactura digital, flexible y personalizada (*mass costumizing*); caracterizada por la conjunción de una revolución tecnológica en diferentes áreas: tecnologías de la información y telecomunicaciones (TIC), Internet, sistemas digitales, nuevos materiales, nanotecnología, biotecnología y robótica, entre otros.

Así, los avances tecnológicos; en nuevos materiales; formas de producción e incluso nuevas fuentes de energía, son algunos de los elementos que están configurando la "manufactura digital flexible y los países deben desarrollar estrategias y políticas para apoyar a la industria y a las empresas para adoptar estos avances e incorporarse lo más pronto posible a este proceso. De aquí la importancia de implementar una política industrial digital para México.

Las ventajas comparativas ya no provienen del costo de la mano de obra industrial sino de mente-obra calificada que está obteniendo los empleos más productivos y los salarios más remunerativos, esto es capital intelectual.

En este contexto, la ventaja competitiva estará en aquellos países y empresas que aprenden e innovan (nuevos productos, nuevos procesos, nuevos modelos de negocios, nuevas aplicaciones de los productos y mercados, entre otros) más rápido que la competencia. Aunado a lo anterior y después de la pandemia Covid-19, con el auge del "nearshoring" la

1 Para una explicación más amplia del término "mentefactura" ver mi libro "IFA. La Empresa Competitiva Sustentable en la Era del Capital Intelectual, McGraw Hill, 2003 y hoy publicado por Amazon.com. VILLARREAL, René y Tania.

competitividad logística será también un factor clave para la competitividad, no solo de los países sino de las regiones.

II. UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL

En la segunda mitad del Siglo XXI el desafío será incorporarse exitosamente a la Cuarta Revolución Industrial basada en la manufactura digital y la innovación como fuente de competitividad, por lo que un sector estratégico a desarrollar es el de la industria manufacturera digital. De aquí la importancia para México de implementar una política industrial digital, componente esencial de cualquier estrategia de desarrollo sostenible.

En este contexto, se está gestando un reordenamiento de los países líderes en la industria mundial a medida que algunos se adaptan más rápido y mejor a estos cambios. Esta es la gran oportunidad de México, ante los problemas de China por el incremento de los costos laborales y de transporte (por el costo de los energéticos); así como por el surgimiento del nearshoring; pero para aprovechar estas ventajas, el país requiere mejorar la competitividad sistémica bajo una nueva estrategia de reindustrialización.

Una estrategia y política industrial orientadas a desarrollar un robusto ecosistema digital, que permita a las economías locales avanzar en términos de mayor desarrollo económico y participación, debe ser parte de la misión de cualquier país que pretenda tener liderazgo tecnológico regional y global.

Debido a la importancia de recuperar la producción industrial, los países siguen diferentes estrategias para lograrlo. Por ejemplo, Estados Unidos apuesta por la fabricación de sus microchips (semiconductores) dentro del país. En agosto de 2022, el presidente Joe Biden hizo pública la Ley de Ciencia y Chips (*Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors*[2]), cuyo eje rector es incentivar la producción local de los microchips, componentes necesarios en la fabricación de dispositivos digitales o electrónicos, como teléfonos celulares, computadoras y automóviles.

Esta ley prevé una inversión total de 280,000 millones de dólares, de los cuales se plantea destinar 52,000 millones a la construcción y ampliación de

2 https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346

plantas y fábricas; mientras que 100,000 millones estarían destinados para investigación y desarrollo de semiconductores durante los próximos cinco años. Esta iniciativa surge por la necesidad del gobierno estadounidense de reforzar el sector tecnológico interno como estrategia de defensa y evitar la dependencia del mercado internacional en ese campo, particularmente de China, principal competidor en el sector tecnológico a escala global. Asimismo, la ley prohíbe a las compañías de chips que construyan fábricas o que aumenten las líneas de producción ya existentes en China, durante al menos una década.

Con la Ley de CHIPS el gobierno de Biden pretende corregir no solo el desabasto sino mantener dentro del país el ciclo productivo y evitar en lo posible la dependencia de empresas extranjeras, principalmente de China que acaparan el 87 por ciento del mercado mundial de microchips[3].

Desde el surgimiento de la pandemia Covid-19, todos los países se han percatado de la importancia de impulsar la producción nacional de semiconductores, que es esencial para la industria en general.

En este contexto, en febrero de 2022, la Comisión Europea presentó una serie de medidas con las que busca destinar hasta 43,000 millones de euros en inversiones públicas y privadas –de los que 30,000 millones están previstos en el presupuesto europeo y planes nacionales–, con el objetivo de hacer de la Unión Europea una potencia en la producción de semiconductores capaz de cubrir el 20 por ciento de la demanda mundial en 2030[4].

Existen tres razones principales por las que los países desarrollan políticas para incentivar dentro de sus fronteras el desarrollo de la industria digital, en particular de industrias intensivas en conocimiento o lo que hemos denominado mentefactura:

- **Empleos:** La manufactura basada en nuevas tecnologías, como herramientas de alta precisión y materiales avanzados, puede proporcionar empleos de alta calidad y bien remunerados para los trabajadores.

3 Según datos de https://www.trendforce.com/

4 https://www.estrategiasdeinversion.com/analisis/bolsa-y-mercados/informes/taiwan-la-gran-fabrica-de-semiconductores-del-n-547717

- **Innovación:** Al mantener la manufactura local, se presentan una serie de sinergias a través de las cuales derivan el diseño, la ingeniería, la escala y los procesos de producción que retroalimentan los sectores de concepción e innovación para generar nuevas ideas y productos de segunda y tercera generación. Esto es, el propio proceso de *learning by doing* y *learning by experience* impulsa la innovación.
- **Seguridad:** La capacidad nacional para producir componentes tecnológicos como los microchips es esencial para mantener la seguridad nacional de los países.

Desde mi perspectiva, la nueva política industrial digital debe promover la competitividad de la industria manufacturera vía una estrategia y política de innovación en la que el gobierno no sólo incentiva la inversión sostenida en investigación básica para promover la cooperación científica y los descubrimientos, sino también co-invierte en investigación aplicada para acelerar la maduración y la preparación para la manufactura de las nuevas tecnologías; **todo ello bajo un enfoque participativo de la academia, las empresas y el gobierno (triple hélice).**

Es por esto que es indispensable que los gobiernos cuenten con una política industrial digital efectiva, ya que la mayoría de las empresas individuales no pueden justificar la inversión necesaria para desarrollar al máximo muchas de las nuevas tecnologías.

El desarrollo de la industria manufacturera digital y la innovación han permitido crear productos altamente diferenciados y competitivos. **El núcleo central del modelo manufacturero digital es la mente-obra (capital intelectual), trabajadores bien calificados y competitivos acordes a la nueva era, con una apropiada educación dual: entrenamiento universidad e industria, que permiten aumentar el valor de la manufactura y mantener, dada su articulación productiva interna, un crecimiento sostenido.**

Por su parte, una política industrial integral incluye el desarrollo de sectores estratégicos que promuevan el cambio tecnológico, generen empleo y reduzcan la huella ambiental; entre ellos, la industria energética basada en fuentes renovables, la revolución digital, la industria manufacturera, la bioeconomía y la tecnología, entre otros sectores.

Para todos los países, la estrategia de reindustrialización debería avanzar no solamente a través de la generación de mayor valor agregado dentro de los sectores tradicionales sino también en un escalamiento a nuevas actividades de mayor valor agregado. Esto implica pasar de la manufactura de ensamble a la manufactura integrada y a la mentefactura, esto es industrias intensivas en conocimiento que generan mayor productividad, mejores salarios y a su vez mayor innovación, tales como robótica, biotecnología, nanotecnología, nuevos materiales, entre otros.

Muchos países comprenden la importancia de implementar una política industrial digital y están actuando en consecuencia, desarrollando estrategias, políticas públicas y planes gubernamentales que tienen como objetivo posicionarlos como líderes en la nueva economía digital. A continuación se presentan los casos de Corea del Sur, Brasil y China.

• El caso de Corea del Sur y su "Digital New Deal".

La creación y fortalecimiento de un ecosistema digital es fundamental para que convivan y colaboren distintos actores (gobierno, empresas y academia) e intereses, a fin de sumar los esfuerzos que permitan la superación de los grandes desafíos que supone la incorporación de las nuevas tecnologías digitales en todos los aspectos de la vida.

En este contexto, desde 2020 Corea del Sur cuenta con un plan maestro el *Digital New Deal*, que guía el avance de las nuevas tecnologías digitales, pero no sólo en el sector privado de la economía, sino también en las instituciones públicas. Se prevé que su puesta en marcha llevará a la creación de más de 900 mil empleos para 2025, además de perfilar las industrias coreanas en una posición de liderazgo global.

El *Digital New Deal* es la hoja de ruta que además de crear un ecosistema propicio para el desarrollo de las nuevas tecnologías, es también el marco de acción que permitirá regular la seguridad de los ciudadanos frente al avance de la Inteligencia Artificial (IA) y sus aplicaciones en diversos ámbitos de la vida diaria.

Este plan maestro fue presentado en julio de 2020 por el gobierno coreano y además de tener como objetivo el logro de más de 900 mil empleos tecnológicos para 2025, se propone liderar una transición digital para toda

la economía y se traduce en una serie de objetivos desplegados en cuatro sectores estratégicos[5]:

1. **Mejorar el ecosistema de datos, redes e Inteligencia Artificial (IA).** Para ello, el plan se propone la recopilación, intercambio y uso de datos entre diversos actores vinculados a la vida cotidiana de las personas. Pero también, la aplicación del 5G en todos los sectores de la industria, especialmente el gobierno y sus instituciones. Sin descuidar el establecimiento de un sólido sistema de ciberseguridad, capaz de responder eficazmente a las crecientes amenazas cibernéticas.
2. **Digitalización de la infraestructura educativa.** Se busca la construcción de infraestructura digital en las escuelas primarias, intermedias y secundarias a través de la promoción de la digitalización y la creación de un entorno de aprendizaje fluido, tanto en línea como presencialmente. Al mismo tiempo, se plantea la mejora de la educación en línea en las universidades y centros de capacitación laboral.
3. **Fomento de las "industrias sin contacto".** Contribuir con un mejor acceso a los servicios de salud, a través del desarrollo de infraestructura de salud digital enfocada en la protección de los trabajadores de la salud, pero también a pacientes con riesgos de enfermedades infecciosas.

   Asimismo, promoción del trabajo a distancia en las empresas de menor tamaño, de manera tal que se proporcione infraestructura de trabajo remoto y se apoye a las microempresas para que potencien sus negocios en línea y lleguen a ser competitivas.
4. **Digitalización del capital social.** Formación de un sistema de gestión digital dirigido a gestionar infraestructura crítica como son carreteras, ferrocarriles y puertos. Pero también dar vida a un sistema digital eficiente para la prevención y respuesta ante desastres. **Asimismo, la expansión de ciudades inteligentes con la digitalización de barrios y espacios de trabajo para que la vida sea más segura y conveniente para la competitividad empresarial.**

5 https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/digital-new-deal-corea-desarrollo-IA

Con el avance en estos cuatro sectores no sólo se proyecta el camino de liderazgo de Corea del Sur en la revolución digital, ya que se promoverán industrias estratégicas, sino también por el establecimiento de un marco de acción que se exprese en mayor seguridad para sus ciudadanos frente al avance de las nuevas tecnologías.

El Digital New Deal de Corea del Sur será capaz de orientar transformaciones profundas en un sistema económico y una sociedad que han estado a la vanguardia del desarrollo tecnológico en las últimas décadas, precisamente al amparo de la planeación y la política industrial del Estado.

• El caso de Brasil: El plan "Nova Industria Brasil".

En julio de 2023 el Presidente Luiz Inácio Lula da Silva anunció que su gobierno impulsará una "nueva revolución industrial", a fin de dotar de mayor competitividad a ese sector, que consideró clave para el desarrollo económico y social. **En este contexto, presentó el plan Nova Industria Brasil (NIB)6 para reindustrializar el país con 60,000 millones de dólares (300,000 millones de reales) en créditos blandos y subsidios en la próxima década.**

El NIB, compuesto por un conjunto de instrumentos de los sectores público y privado, tiene como objetivo estimular el progreso tecnológico, la productividad y la competitividad nacional, explorando las ventajas competitivas de Brasil y reposicionándolo en el mercado internacional. Asimismo, uno de los principales objetivos del plan es ampliar y reforzar la industria y convertirla en un motor fundamental de la economía brasileña y así depender menos tanto del sector agropecuario como de las exportaciones.

El gobierno de Lula se ha propuesto que el Estado vuelva a ser un protagonista central de la política económica, para ello además de facilitar créditos blandos a través del Banco Nacional de Desarrollo (BNDS), el proyecto de reindustrialización contempla subsidios, subvenciones o priorizar los bienes de producción nacional en las compras gubernamentales además de impulsar instrumentos financieros sostenibles y los créditos a la innovación.

6 https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi/plano-de-acao/nova-industria-brasil-plano-de-acao.pdf

La nueva política industrial define seis áreas prioritarias para la inversión, con objetivos a alcanzar en cada segmento hasta 2033, estas son:

1. **Cadenas agroindustriales**, el objetivo es mecanizar el 70 por ciento de los establecimientos de agricultura familiar (actualmente la cifra es del 18 por ciento). Además, el 95 por ciento de la maquinaria deberá ser producida por la industria nacional.
2. **Salud**, la meta es aumentar la participación de la producción nacional del 42 al 70 por ciento de las necesidades del país en medicamentos, vacunas y equipos médicos.
3. **Bienestar de las personas en las ciudades**, lo que implica infraestructura, saneamiento, vivienda y movilidad sostenibles para reducir en un 20 por ciento el tiempo de desplazamiento del hogar al trabajo.
4. **Transformación digital, el objetivo es digitalizar el 90 por ciento de las empresas industriales brasileñas (actualmente la cifra es del 23.5 por ciento) y triplicar la cuota de producción nacional en sectores de nuevas tecnologías.**
5. **Descarbonización**, se buscará aumentar la participación de los biocombustibles en la matriz energética del transporte en un 50 por ciento y reducir un 30 por ciento las emisiones de carbono de la industria nacional.
6. **Defensa**, la nueva política tiene como objetivo alcanzar la autonomía en la producción del 50 por ciento de las tecnologías críticas. Se dará prioridad a las acciones destinadas a desarrollar la energía nuclear, los sistemas de comunicación, los sistemas de propulsión, así como los vehículos autónomos y teledirigidos.

El Presidente Lula ha declarado que "*es muy importante volver a tener una política industrial innovadora y digitalizada*" y ha insistido en que habrá colaboración entre los sectores público y privado. Por ello, al mismo tiempo se creó el Consejo Nacional de Desarrollo Industrial conformado por 42 miembros, que incluyen a ministros del gobierno; representantes patronales de la industria y sindicatos de trabajadores, que serán responsables del diseño definitivo de la nueva política para el sector. Se espera que el resultado de esta coordinación será la generación de empleos calificados, la

seguridad alimentaria, el bienestar y la calidad de vida; así como el desarrollo de la economía verde y la modernización energética nacional.

• El caso de China.

El gobierno de China se ha propuesto que Pekín se convierta en una ciudad modelo para la economía digital con una transformación general que abarque la producción, la gobernanza y el estilo de vida impulsados por la digitalización[7].

En los últimos años, la ciudad ha sido pionera en tecnologías, infraestructuras y aplicaciones clave relacionadas con el sector digital. Por ejemplo, Pekín construyó 30,000 bases 5G el año pasado; tiene cerca de la mitad de los grandes modelos de inteligencia artificial generativa del país a disposición del público y tiene una zona de demostración de alto nivel de 160 kilómetros cuadrados para la conducción automática, dijo Yin Yong, alcalde de la ciudad[8] en su más reciente informe.

Según este informe, en 2023, el PIB de la ciudad alcanzó los 4.4 billones de yuanes (61,160 millones de dólares), **un 5.2 por ciento más interanual, mientras que la economía digital contribuyó en un 42.9 por ciento a su PIB.** Pekín se ha fijado un objetivo de crecimiento de cinco por ciento del PIB para este año.

Así, en 2024 la ciudad continuará mejorando la tecnología subyacente de la Inteligencia Artificial (IA) y hará que sus modelos sean tan avanzados como los internacionales, promoviendo su aplicación en la administración gubernamental, el campo médico, las industrias y los servicios de vida, entre otros sectores.

La ciudad está desarrollando más infraestructuras digitales emergentes, como la red óptica de 10 gigavatios y el internet de los vehículos, al servicio de la construcción de una ciudad inteligente, que pretende ofrecer mejores experiencias y mejorar la calidad de vida de sus residentes. También están ampliando e incentivando el uso de la conducción automática ya que China

7 https://www.chinadaily.com.cn/a/202401/22/WS65ada1aaa3105f21a507d78c.html

8 Informe de trabajo del Gobierno durante la ceremonia de apertura de la sesión de la XVI Asamblea Popular Municipal de Beijing.

cuenta con óptimas condiciones para su desarrollo como son un amplio grupo de consumidores, los mejores escenarios y una cadena industrial adecuada. Asimismo, el bajo costo de fabricación y el fuerte apoyo de las políticas gubernamentales dan a las empresas mucha confianza para llevar las ideas de los laboratorios a los productos del mercado.

En resumen, el gobierno fomenta a través de políticas públicas e incentivos de todo tipo el desarrollo de las tecnologías emergentes y la economía digital, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y convertir a China en un líder de la nueva economía digital.

No obstante lo anterior, China reconoce que la gestión de la IA es un desafío para todos los países y que debe ser regulado para asegurarse de que quede bajo control humano con la participación de todos los países, evitando que sus reglas sean dictadas solo por los países desarrollados.

Otro sector que China se ha dedicado a desarrollar e impulsar es el automotriz. En 2019, Tesla abrió una fábrica en Shanghai, como parte de un esfuerzo concertado para promover la adopción de vehículos eléctricos, que rápidamente se han convertido en un elemento de rápido crecimiento de la industria automotriz china, pero impulsada también por empresas chinas como BYD que hoy supera a Tesla.

Actualmente, China se encuentra en el proceso de convertirse en líder global de la industria automotriz, sobre todo en el segmento de autos eléctricos e híbridos. Hace apenas cinco años, el país asiático exportaba sólo una cuarta parte de los automóviles que exportaba Japón –entonces el mayor exportador del mundo–, pero en 2023 la industria china exportó más de 5 millones de automóviles, superando el total de exportaciones de autos del país nipón[9].

Así, el mayor fabricante de automóviles de China, BYD, vendió medio millón (525,409) de vehículos eléctricos en el cuarto trimestre de 2023, dejando atrás a Tesla con ventas de 484,507 vehículos[10]. Esto se debe a

9 https://www.economist.com/leaders/2024/01/11/an-influx-of-chinese-cars-is-terrifying-the-west

10 https://www.forbes.com.mx/por-primera-vez-fabricante-chino-byd-supera-a-tesla-en-la-venta-de-vehiculos-electricos/

que los vehículos eléctricos chinos son elegantes, innovadores y de calidad –particularmente con respecto a las funciones inteligentes de los vehículos eléctricos que son posibles gracias a la conectividad a Internet–; pero sobre todo, son mucho más baratos que sus competidores. **Por ejemplo, el vehículo eléctrico más barato vendido en China por BYD cuesta alrededor de 12,000 dólares, en comparación con los 39,000 dólares del Tesla más barato de Estados Unidos.**

En este sentido, en noviembre de 2023, alrededor del 42 por ciento de las ventas de automóviles en China fueron de batería pura o híbridos. Esto está muy por delante tanto de la Unión Europea, con un 25 por ciento aproximadamente, como de Estados Unidos, con sólo un 10 por ciento. China es ahora, por mucho, el mercado automovilístico más grande del mundo, con alrededor de 22 millones de vehículos de pasajeros vendidos en 2022, en comparación con menos de 13 millones tanto en Estados Unidos como en Europa.

Existen alrededor de 150 fabricantes de automóviles en China, incluidas marcas extranjeras, grandes empresas estatales y nuevas empresas de vehículos eléctricos, que compiten entre sí por aumentar su cuota de mercado alrededor del mundo. Para 2030 –esto es, en seis años– China podría duplicar su participación en el mercado global, a un tercio, poniendo fin al dominio de los líderes occidentales, especialmente europeos.

En relación con ello, recientemente la Comisión Europea abrió una investigación sobre los automóviles chinos[11]. Por su parte, se dice que el presidente Joe Biden está considerando aumentar los aranceles sobre ellos, a pesar de que los fabricantes de automóviles estadounidenses, protegidos por un impuesto del 27.5 por ciento y ayudas de la Ley de Reducción de la Inflación, enfrentan actualmente poca competencia china.

Los fabricantes de automóviles chinos están incursionando en México, la Asociación Mexicana de Distribuidores Automotores (AMDA) estima que su cuota de mercado ha aumentado con fuerza, del 0.5 por ciento en 2016 al 20 por ciento actual.

11 https://expansion.mx/empresas/2024/01/12/europa-revisara-automotrices-chinas-byd-geely-saic-aranceles#:~:text=Los%20expertos%20de%20la%20Comisi%C3%B3n,personas%20involucradas%20en%20el%20proceso.

Las automotrices chinas están particularmente interesadas en instalarse en México, ya que los requisitos de reglas de origen del TLCAN impiden que los vehículos fabricados en China sean reexportados a Estados Unidos libres de impuestos, pero nada impide que las empresas chinas construyan fábricas en el país. **Es por ello que varias empresas, como BYD, Geely y SAIC, están en busca de ubicaciones para instalarse en territorio mexicano, pues si utilizan suficientes piezas de fabricación local, su producción escaparía a los prohibitivos aranceles estadounidenses.**

Finalmente, **cabe destacar que las empresas chinas también se gestionan (*management*) de manera diferente. Son menos reacias al riesgo y se mueven más rápido que las empresas extranjeras, actualizando rápidamente la tecnología e introduciendo nuevos modelos para mantener el interés de los clientes.** En este sentido, las empresas tratan a los autos nuevos como productos de tecnología de consumo, como los teléfonos inteligentes, lo que implica deshacerse rápidamente de los modelos que no son un éxito en ventas. Como ejemplo, la empresa Li Auto ahora deja de producir nuevos modelos en cuestión de meses si no se venden bien.

III. LA POLÍTICA INDUSTRIAL EN MÉXICO

Como ya es sabido, desde hace varias décadas México ha enfrentado un proceso de desindustrialización donde la industria manufacturera ha dejado de ser motor de crecimiento. Así, su participación en el PIB nacional ha disminuido al pasar de 19.8 por ciento en 2001 a 18.8 por ciento[12] en 2022. Este proceso de desindustrialización ha sido producto de un modelo de apertura vía exportaciones con desarticulación interna de las cadenas productivas.

A pesar de que el sector exportador es muy dinámico, no ha tenido capacidad para arrastrar al conjunto de la economía, debido a la ausencia de una política de competitividad industrial, que ha generado un modelo exportador de manufactura de ensamble con un sesgo pro-importador producto de la apreciación cambiaria, bajos aranceles y contrabando, que hacen más baratas las importaciones que la producción interna.

12 https://es.statista.com/estadisticas/

La estrategia de crecimiento hacia fuera vía exportaciones llevó a un modelo de manufactura de ensamble, porque se planteó que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y los acuerdos de libre comercio eran la nueva estrategia de competitividad de México, para enfrentar la hipercompetencia global. Esto es producto del establecimiento de una filosofía económica errónea de que *"la mejor política industrial es la que no existe"*, pues la competencia internacional por sí sola promovería que las empresas en México fueran más competitivas y evitaría los monopolios y/o las prácticas oligopólicas.

Sin embargo, se cometió el **error de confundir el "boleto de entrada al juego de la hipercompetencia global (el TLCAN)" con la "estrategia de juego", pues el libre comercio vía TLCAN no es una estrategia. No se entendió que para enfrentar con éxito a la competencia internacional en una economía abierta, se requiere de una política activa de competitividad industrial y sistémica.**

El modelo de manufactura de ensamble frena la capacidad de arrastre del Modelo Exportador para promover el crecimiento interno. Como ejemplo podemos citar, que México es el país número uno en exportaciones de televisores pero el valor agregado nacional es sólo del cinco por ciento; en consecuencia, si aumentan en 1,000 millones de dólares estas exportaciones el impacto directo es sólo de 50 millones de dólares sin tener capacidad de arrastre al resto de la economía.

En este contexto, el proceso de desindustrialización en nuestro país ha sido producto de un modelo de apertura vía exportaciones con desarticulación interna de las cadenas productivas y ausencia de una política industrial activa e integral.

La estrategia de reindustrialización en México debe avanzar no solamente a través de una generación de mayor valor agregado interno, sino también en un escalamiento a nuevas actividades de mayor valor agregado; esto implica pasar de la manufactura de ensamble, a la manufactura integrada y digital, y a la mentefactura, esto es, industrias intensivas en conocimiento que demandan trabajadores y profesionales del conocimiento o "mente-obra" (capital intelectual), lo que genera mayores empleos productivos y salarios remunerativos. Por ello, es urgente una nueva política de competitividad

industrial digital que permita a México avanzar de la manufactura de ensamble, a la manufactura digital integrada (mayor valor agregado) y a la mentefactura (o manufactura digital).

No obstante lo anterior y aunque que no se cuenta con una política industrial integral, México avanza en "nuevas avenidas" como los clusters de aeronáutica y automotriz, entre otros, que debemos estimular y convertir en ejemplo para otros sectores, bajo una estrategia integral como la de la "Ciudad Internacional del Conocimiento de Monterrey".

El desafío que enfrentamos es promover la industrialización como el motor del crecimiento, generando empleos productivos y salarios remunerativos para la población de México y aprovechar la oportunidad que fenómenos como el nearshoring ofrecen a nuestro país.

IV. *NEARSHORING* O RELOCALIZACIÓN CERCANA DE EMPRESAS

Tras la disrupción en las cadenas de abastecimiento (perturbaciones en el flujo de bienes y servicios) que provocó la pandemia COVID-19, el conflicto comercial (guerra arancelaria) entre China y Estados Unidos, así como conflictos geopolíticos como la guerra Rusia-Ucrania; las empresas buscan cadenas de producción mucho más cortas, flexibles y seguras, capaces de mitigar riesgos y fortalecer la resiliencia, a fin de que puedan mantenerse siempre en operaciones, ser más eficientes y tener menores costos. Así surge el 'nearshoring' o la relocalización cercana de las empresas.

La localización de las empresas cambió el criterio de eficiencia por reducción de costos como base para el traslado de empresas e inversiones, por el de seguridad en el abasto y la eficiencia logística. Este ha sido el caso de Estados Unidos, Europa y China que trasladan inversiones y empresas a México por la ventaja comparativa de localización que ofrece.

En este nuevo contexto internacional, es que se presenta el fenómeno del 'nearshoring' cuya definición bajo un enfoque integral es la relocalización cercana de empresas y la integración de las cadenas de suministro, vía la fábrica regional. En el caso de México, Canadá y Estados Unidos, –en el marco del T-MEC– implica pasar de la integración comercial a la integración

productiva regional y en este marco México tiene una gran asignatura pendiente, que es instrumentar una política de infraestructura de energías renovables, hidráulica y sin duda, de infraestructura de transporte y seguridad, que sea atractiva para el nearshoring.

El tema de la relocalización de las empresas cercanas a los centros de consumo, no sólo es un tema de Estados Unidos hacia México, sino también de las empresas asiáticas que vienen a establecerse para estar más cerca del mercado estadounidense; así se habla de que hay una dinámica de numerosas empresas chinas listas para instalarse en la región noroeste de México y de esta manera resolver el problema de seguridad en el abasto y la competitividad logística, para poder abastecer de una manera más segura, rápida y eficiente al mayor mercado del mundo.

El 'nearshoring' permite detonar la inversión de largo plazo y estimula el crecimiento económico. Mayores flujos de inversión extranjera directa permiten generar mayores y mejores oportunidades laborales, –empleos mejor remunerados y con mejores condiciones– y mejorar la productividad. Por otra parte, existen beneficios adicionales como mayores exportaciones, transferencia de tecnología y sobre todo se convierte en un estímulo para integrar a las economías locales a las cadenas globales de valor.

No obstante, también presenta enormes retos para el país receptor, que no se deben soslayar, como son: la disponibilidad de infraestructura dura (carreteras, parques industriales, aeropuertos, etcétera) y blanda (capital humano); el abastecimiento de insumos clave para la producción (energía eléctrica, gas, agua, entre otros); comunicaciones y transportes adecuados; políticas públicas para impulsar el desarrollo y la seguridad pública –que en el caso de México tiene una particular importancia–; entre otros importantes elementos como la certidumbre jurídica.

V. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) TRANSFORMA LA ECONOMÍA GLOBAL

Como hemos visto, la revolución digital bien encaminada y acompañada de políticas públicas adecuadas puede aumentar la productividad, impulsar el crecimiento económico y elevar los ingresos en todo el mundo, no obstante

debemos estar consientes de que también traerá consigo una reconfiguración que podría reemplazar empleos y profundizar la desigualdad.

El acelerado avance de la inteligencia artificial (IA) ha causado expectación y –en algunos casos– alarma, planteando importantes interrogantes sobre su impacto en la economía y el empleo a nivel mundial. El efecto es difícil de prever, porque las repercusiones de la IA, no solo en las economías sino en la sociedad serán complejas, en lo que todos coinciden es que será necesario idear e implementar un conjunto de políticas que permitan explotar de forma segura el enorme potencial de la IA en beneficio de la población mundial.

En un reciente análisis, el FMI[13] examina el posible impacto de la IA en el mercado laboral ya que existe la preocupación –muchos estudios lo han advertido– de que la IA reemplace empleos. Los hallazgos más destacados de este estudio son que casi un 40 por ciento del empleo mundial está expuesto a ser reemplazado por la IA.

Históricamente, la automatización y los avances en la tecnología han sustituido principalmente las tareas rutinarias y por lo tanto afectado a trabajadores de bajo nivel educativo, pero una de las características que diferencia a la IA es su incidencia en trabajos de alta cualificación. Por lo tanto, otro de los hallazgos interesantes del análisis del FMI es que la IA presenta mayores riesgos para las economías avanzadas en comparación con los mercados emergentes y en desarrollo, pero también –si se aprovecha adecuadamente– les ofrece más oportunidades para aprovechar las ventajas que aporta.

Siguiendo con los planteamientos del FMI, alrededor de un 60 por ciento de los empleos pueden verse afectados por la IA, en las economías avanzadas. Aproximadamente 50 por ciento de los empleos que están expuestos podrían beneficiarse de la integración de la IA, a través de un aumento en la productividad; mientras que en la otra mitad, las aplicaciones de IA pueden ejecutar tareas que en la actualidad son realizadas por seres humanos, lo cual podría reducir la demanda de mano de obra, con una consiguiente merma de

13 https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2024/01/14/ai-will-transform-the-global-economy-lets-make-sure-it-benefits-humanity

los salarios y la contratación e incluso en algunos casos los empleos pueden desaparecer.

En cambio, el análisis refiere que en los mercados emergentes y los países de ingreso bajo, se prevé que la exposición a la IA sea de 40 por ciento y 26 por ciento, respectivamente. Estos hallazgos parecen indicar que en las economías de mercados emergentes y en desarrollo, la IA provocará menos trastornos. No obstante, muchos de estos países no cuentan con la infraestructura ni la fuerza laboral cualificada necesarias para explotar las ventajas de la IA, lo cual puede provocar con el tiempo, que la tecnología profundice la desigualdad entre las naciones.

El FMI concluye que es probable que en la mayoría de los casos la IA profundice la desigualdad en general; una tendencia preocupante que las autoridades y los gobiernos tienen que abordar de manera proactiva para evitar que la tecnología agudice las tensiones sociales y recomiendan que los países establezcan redes integrales de seguridad social y ofrezcan programas de retención para los trabajadores vulnerables, de esta manera al proteger la forma de vida y limitar la desigualdad, se puede lograr que la transición a la IA sea más suave e inclusiva.

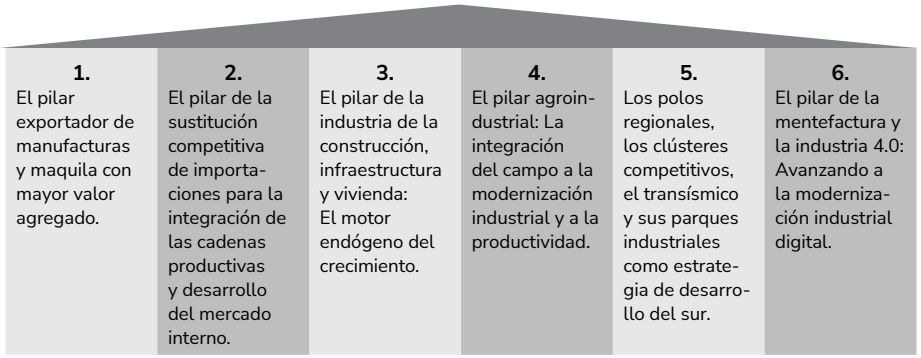
Es por ello que –como lo planteamos en este ensayo– resulta de la mayor importancia diseñar e implementar una política industrial digital que sea sistémica y abarque aspectos como: infraestructura digital, políticas sobre capital humano y capital laboral, innovación e integración económica; así como regulación y protección de derechos, entre otras; como han sido los casos de países como Corea del Sur, Brasil y China.

VI. HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL PARA MÉXICO

Para insertarse con éxito en la dinámica de la nueva economía digital, no es suficiente con la atracción del `nearshoring` con su propia dinámica, sino que se requiere el esfuerzo interno de una política económica e industrial digital que brinde certidumbre a la inversión.

Por ello, es indispensable contar con una política industrial digital integral (ver figura) y que permita transitar de la manufactura a la mentefactura, para coadyuvar en el desarrollo y el crecimiento económico del país.

Figura 1 Hacia una política industrial proactiva e integral y de tránsito a la mentefactura.



Fuente Elaboración propia.

1. El pilar exportador de manufacturas y maquila con mayor valor agregado.

La ausencia de una política de competitividad industrial generó un sesgo proimportador, de tal manera que por cada dólar de exportaciones de manufacturas y de la industria de maquila hay que importar 60 centavos. Sin embargo, el `nearshoring` ofrece la oportunidad de aprovechar el entrelazamiento de las cadenas productivas en América del Norte (México, Estados Unidos y Canadá) y hacer que el que cada país aporte partes, componentes y materias primas utilizadas en bienes terminados por los otros, se convierta en una fortaleza y el principio de la integración productiva regional. Esto es, el desarrollo de la fábrica regional.

Esto traería beneficios para todos en un enfoque de ganar-ganar, promoviendo la sustitución competitiva de importaciones a nivel regional. Con esta estrategia se puede impulsar y consolidar la competitividad en la región, al construir ventajas comparativas en materia logística y de proveeduría.

2. El pilar de la sustitución competitiva de importaciones para la integración de las cadenas productivas y desarrollo del mercado interno.

Debido a las reglas del T-MEC, es posible desarrollar una natural sustitución de las importaciones provenientes de China y de otros países asiáticos. Aquí, no solo las grandes empresas jugarán un papel estratégico, sino que también las pequeñas y medianas empresas (Pymes) serán fundamentales para lograr la articulación productiva y la generación de empleos, por lo que se requiere un programa especial de fomento con apoyo crediticio, a la innovación, gestión empresarial y de integración a la gran empresa.

3. El pilar de la industria de la construcción, infraestructura y vivienda: El motor endógeno del crecimiento.

La industria de la construcción, infraestructura y vivienda es el motor interno (endógeno) más eficaz para impulsar el crecimiento de la economía, por su gran capacidad de encadenamientos hacia atrás y hacia adelante; su mayor contenido nacional y de generación de empleos directos e indirectos.

Esta industria es intensiva en mano de obra por lo que genera empleo, y al mismo tiempo impulsa sectores, actividades prioritarias y de servicios, estratégicas para el desarrollo integral del país. Asimismo, fortalecer esta industria, permitiría contar con bases internas de crecimiento que amortigüen los choques externos, además de configurar un ambiente de negocios, seguridad y certeza jurídica, que propicie la inversión.

4. El pilar agroindustrial: La integración del campo a la modernización industrial y a la productividad.

La estrategia de la modernización industrial digital e integral implica impulsar la producción primaria integrándola a los procesos de industrialización; esto es, generar mayor valor agregado desarrollando la agroindustria. Esto es, aprovechar el potencial de la base agrícola del sur-sureste y desarrollarlo como un sector agroindustrial altamente competitivo integrado también al 'nearshoring' y a la competitividad logística que permite el Corredor Transístmico.

Una estrategia para impulsar la modernización y productividad del sector es la formación de clústeres de agronegocios y agroparques que desarrollan la infraestructura y el modelo organizacional para integrar los eslabones de la cadena productiva y especialmente los de post-cosecha: empaque, industrialización y comercialización.

5. Los polos regionales, los clústeres competitivos, el transístmico y sus parques industriales como estrategia de desarrollo del sur.

La modernización industrial de México debe impulsar el desarrollo regional del sur del país que presenta una de las tasas más bajas de crecimiento y productividad, respecto al resto del país, por lo que hay que impulsarla, pero con un enfoque más integral de polos regionales competitivos y clústeres que generen economías de aglomeración.

El clúster logístico del Corredor Transístmico Salina Cruz-Coatzacoalcos, permitirá el cruce interoceánico de mercancías y brindará una mayor conectividad al sureste mexicano y al país. También permitirá que las mercancías generadas y transformadas en la región lleguen en condiciones más competitivas a los mercados mundiales.

La región podrá tener acceso al mercado comercial Asia-Pacífico y reducirá los costos y tiempos de traslado marítimo entre estas dos regiones. Por ello, será una pieza fundamental para fortalecer el desarrollo económico de la zona, aprovechando la ventaja comparativa que su localización le ofrece, para desarrollar ejes de infraestructura (energético y comunicaciones) y conectar al Océano Pacífico con el Golfo de México, a través de los puertos de Salina Cruz, Oaxaca y Coatzacoalcos, Veracruz.

6. El pilar de la mentefactura y la industria 4.0: avanzando a la modernización industrial digital.

La modernización industrial digital requiere pasar de la manufactura a la mentefactura; es decir, pasar de la industria que demanda solo mano de obra calificada, a las industrias intensivas en conocimiento (profesional del conocimiento), que requieren no solo mano de obra, sino menteobra, esto es capital intelectual. Es decir, que demande técnicos y profesionales

de la industria digital para pasar al desarrollo de nuevas industrias como: biotecnología, nanotecnología, mecatrónica, robótica, nuevos materiales, aeroespacial, entre otros.

Asimismo, el desarrollo de la pequeña y mediana empresa requiere un proceso de modernización industrial digital a través de lo que se ha llamado Industria 4.0, que es la digitalización de todos los procesos productivos. También se requiere de un Estado promotor de la política industrial digital y socialmente incluyente. Esto significa que el Estado debe ser esbelto, eficiente y capacitado; que entienda que la empresa (privada, social y pública) es el actor del desarrollo y que su papel es ser promotor del desarrollo, pero con una alianza estratégica entre empresa y sociedad.

VII. CONCLUSIONES

La experiencia histórica muestra que la recuperación tiene que basarse principalmente en el motor de la industria de la manufactura digital. Bajo la revolución tecnológica, que está transformando y cambiando la conformación de la economía global, la nueva industria digital ya no requiere de manufacturas elaboradas con mano de obra tradicional **sino de mente-obra; esto es capital intelectual capaz de innovar; es decir de mentefactura.**

Los avances tecnológicos; en nuevos materiales; formas de producción e incluso nuevas fuentes de energía, son algunos de los elementos que están configurando la "manufactura digital flexible" y los países deben desarrollar estrategias y políticas para apoyar a la industria y a las empresas para adoptar estos avances e incorporarse lo más pronto posible a este proceso; esta es una de las asignaturas pendientes de México para transitar a una economía e industria digitales.

La nueva política industrial digital debe promover la competitividad de la industria manufacturera vía una estrategia y política de innovación en la que el gobierno no sólo incentiva la inversión sostenida en investigación básica para promover la cooperación científica y los descubrimientos, sino también co-invierte en investigación aplicada para acelerar la maduración y la preparación para la manufactura de las nuevas tecnologías. Todo ello bajo un enfoque participativo (triple hélice) de la academia, la empresa y el gobierno.

En este contexto, países como Brasil, Corea del Sur y China están haciendo importantes avances y cuentan con planes y políticas públicas para lograr su objetivo de insertarse con éxito en la economía digital y convertirse en líderes globales de las industrias y sectores más avanzados.

Para insertarse con éxito en la dinámica de la nueva economía digital, no es suficiente con la atracción del `nearshoring` con su propia dinámica, sino que se requiere el esfuerzo interno de una política económica proactiva que brinde certidumbre a la inversión y que permita transitar de la manufactura a la mentefactura, para coadyuvar en el desarrollo y el crecimiento económico del país.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Chen Meiling, Du Juan. "Beijing Aims to Be Exemplar of Digital Economy." Chinadaily.com.cn, Enero 22, 2024. https://www.chinadaily.com.cn/a/202401/22/WS65ada1aaa3105f21a507d78c.html.

"El Digital New Deal de Corea Que Promueve y Regula El Desarrollo ..." https://www.bcn.cl/, May 12, 2023. https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/digital-new-deal-corea-desarrollo-IA.

Gallén, Pablo. "Taiwán: La Gran Fábrica de Semiconductores Del Mundo Con Una Cuota Del 63%." Estrategias de Inversion, August 5, 2022. https://www.estrategiasdeinversion.com/analisis/bolsa-y-mercados/informes/taiwan-la-gran-fabrica-de-semiconductores-del-n-547717.

Georgieva, Kristalina. "La Economía Mundial Transformada Por La Inteligencia Artificial Ha de Beneficiar a La Humanidad." IMF, Enero 16, 2024. https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2024/01/14/ai-will-transform-the-global-economy-lets-make-sure-it-benefits-humanity.

Gobierno de Brasil. "Governo Federal Lança 'Nova Indústria Brasil.'" Ministério das Comunicações, Enero 22, 2024. https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2024/janeiro/governo-federal-lanca-nova-industria-brasil.

"An Influx of Chinese Cars Is Terrifying the West." The Economist, Enero 13, 2024. https://www.economist.com/leaders/2024/01/11/an-influx-of-chinese-cars-is-terrifying-the-west.

Reuters. “Europa Revisará Automotrices Chinas BYD, Geely y SAIC Para Evaluar Aranceles.” Expansión, Enero 12, 2024. N https://expansion.mx/empresas/2024/01/12/europa-revisara-automotrices-chinas-byd-geely-saicaranceles#:~:text=Los%20expertos%20de%20la%20Comisi%C3%B3n,personas%20involucradas%20en%20el%20proceso.

Staff, Forbes. “Por Primera Vez, Fabricante Chino Byd Supera a Tesla En La Venta de Vehículos Eléctricos.” Forbes México, Enero 2, 2024. https://www.forbes.com.mx/por-primera-vez-fabricante-chino-byd-supera-a-tesla-en-la-venta-de-vehiculos-electricos/.

Tim, Ryan. “Fact Sheet: Chips and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China.” The White House, Febrero 3, 2023. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/.

Villarreal Arrambide René, Villarreal Ramos Tania. IFA: La Empresa Competitiva sustentable en la era del capital intelectual. México: McGraw Hill Interamericana, 2003.

Yin, Yong. “Beijing Establece Objetivo de Crecimiento de Pib Del 5% Para 2024.” Spanish.xinhuanet.com, Enero 21, 2024. https://spanish.xinhuanet.com/20240121/5d7ef04283fc4c05ba212f391e9f5f64/c.html.

CAPÍTULO I

HACIA UNA NUEVA POLÍTICA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL EN MÉXICO

>[4] Nearshoring y la política industrial digital

SUMARIO

I. Introducción.
II. El eslabón perdido: la política industria digital.
III. Conclusiones.
IV. Bibliografía.

Clemente Ruiz Durán

Excoordinador del Posgrado en Economía, UNAM, Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

Agradezco el apoyo de Victoria Soto García en la elaboración de este documento, y la revisión de Mariana Ruiz Acosta

I. INTRODUCCIÓN.

Tras las grandes tensiones geopolíticas derivadas de la pandemia por Covid-19, la gran disrupción de las cadenas globales de valor, sumado a la guerra de Rusia y Ucrania, el mundo aumentó el escepticismo hacia el multilateralismo, lo cual ha traído consigo un nuevo proceso llamado "fragmentación geoeconómica", la cual consiste en "un retroceso de la integración económica impulsado por políticas, con el comercio internacional como eje (Bolhuis, Chen, & Kett, 2023). De esta manera, poco a poco se han implementado restricciones comerciales en sectores esenciales para la competencia estratégica como las materias primas y los semiconductores, lo cual finalmente ha llevado al diseño de políticas que buscan reducir la vulnerabilidad de los abastecimientos industriales que habían motivado escasez en industrias claves.

Por otra parte, la dependencia de Estados Unidos de la manufactura en países asiáticos y principalmente China ha mostrado sus limitaciones y ha puesto de manifiesto la fragilidad de tener operaciones centralizadas en regiones lejanas, lo cual creó un clima de incertidumbre que llevó a que en 2022, decidieran establecer una política industrial que redujera su dependencia del exterior, una de las primeras leyes que decretaron fue la Ley de Creación de Incentivos Útiles para la Producción de Semiconductores para América (conocida como Ley de CHIPS y Ciencia), una ley firmada por Biden el 9 de agosto de 2022 que proporciona financiación para la creación de incentivos en la producción de semiconductores para el Fondo de Defensa de Estados Unidos, así como para el desarrollo de la fuerza laboral para acelerar la producción nacional y fortalecer la microelectrónica nacional. Con una inversión de 280 mil millones de dólares esta ley incluyó 52 mil millones en subsidios y créditos fiscales para las compañías privadas que fabricaran semiconductores en Estados Unidos y 200 mil millones para financiar nuevas iniciativas de fabricación e investigación en sectores como la inteligencia artificial, la robótica, la computación cuántica y otras innovadoras tecnologías. Con esta ley el gobierno estadounidense buscaba impulsar miles de empleos sindicalizados bien remunerados y altamente calificados (Congress Gov, 2021).

A lo anterior se suma que durante 2022 se aprobó la ley H. R. 722 para reducir la dependencia de la manufactura de la República Popular de China y reducir la migración debido a la pérdida de oportunidades económicas regionales. La iniciativa de ley señala que lo que se busca era "disminuir la dependencia de la fabricación de la República Popular China y disminuir la migración debido a la pérdida de oportunidades económicas regionales", al convertirse en ley en 2023, se tituló "Ley de Nearshoring del Hemisferio Occidental" dónde se especificaba la importancia de los vecinos del hemisferio occidental para garantizar el crecimiento económico y estabilidad de la región mediante la firma de acuerdos de libre comercio que a su vez aumentaría las oportunidades de inversión y reduciría la dependencia de la República Popular China y la expectativa es la creación de empleos para los trabajadores estadounidenses.

La legislación especifica mecanismos de financiamiento para apoyar los gastos de reubicación de las empresas que se muevan de la República Popular de China a América Latina o el Caribe a través de la Corporación Financiera de Desarrollo Internacional, del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo y el Fondo Monetario Internacional, para financiar los costos de mudanza calificados y los costos de desarrollo de la fuerza laboral necesaria, y reducir la tasa de interés de cualquier préstamo que se proporcione.

Todo este proceso ha llevado a las empresas a reevaluar los riesgos asociados con sus cadenas de suministro y ha impulsado una reconsideración hacia la reducción de dependencia de la manufactura en China, favoreciendo el movimiento hacia países más cercanos para mitigar riesgos, enfrentar tarifas crecientes y responder a la inflación interna en los costos laborales, por lo que México se ha vislumbrado como un país sumamente atractivo para la relocalización de estas empresas estadounidenses y de sus procesos de producción. De esta manera, el proceso de nearshoring se ha desarrollado con celeridad desde que se hizo oficial esta política en 2022, lo que permitió que en 2023 México superara las exportaciones chinas hacia Estados Unidos, convirtiéndose en su principal socio comercial, y representando la culminación del esfuerzo de treinta años tras la implementación del Tratado de Libre Comercio.

Gráfico 1 Exportaciones hacia Estados Unidos 1985-2023 (millones de dólares).

Fuente Elaboración propia con datos de U.S. Census Bureau.

En medio de esta transformación comercial ha surgido otra transformación: la digital, la cual está en proceso, sin que se haya logrado consolidar. En esta perspectiva, México va retrasado y ello podría poner en jaque a la estrategia de nearshoring. Se requiere dar un fuerte impulso a este proceso, promoviendo un aumento en la productividad, fomentando la innovación y generando empleos de mayor calidad. Con esta política se podría mejorar la inclusión social, y reducir la brecha digital con nuestros principales socios comerciales. Las políticas industriales digitales pueden incluir: A) Inversiones en infraestructura digital como redes de banda ancha, centros de datos y plataformas de computación en la nube. B) Programas de apoyo a la investigación y desarrollo en tecnologías digitales. C) Incentivos fiscales para las empresas que adopten tecnologías digitales. D) Programas de formación y capacitación en habilidades digitales para la fuerza laboral. E) Regulación para garantizar la competencia y la protección de datos.

Esta situación es aún más favorable para México que en los últimos treinta años transformó su comercio, en 1994 exportábamos principalmente aceites

crudos de petróleo, treinta años después exportamos fundamentalmente automóviles y productos eléctricos-electrónicos y dispositivos médicos, lo que muestra el cambio estructural del país, dando cuenta de una gran transformación productiva que hace evidente la fortaleza del potencial y flexibilidad con el que cuenta el país para realizar grandes cambios estructurales. Sin embargo, en medio del cambio estructural ha surgido otra transformación la digital la cual está en proceso, sin que se haya logrado consolidar, en esta perspectiva vamos retrasados.

Se requiere dar un fuerte impulso a la transformación digital, con el fin de promover un aumento a la productividad, la innovación y generar empleos de mayor calidad. Con esta política se podría fomentar la inclusión social, y reducir la brecha digital con nuestros principales socios comerciales. Las políticas industriales digitales requieren incluir: *inversiones en infraestructura digital como redes de banda ancha, centros de datos y plataformas de computación en la nube; programas de apoyo a la investigación y desarrollo en tecnologías digitales; incentivos fiscales para las empresas que adopten tecnologías digitales; programas de formación y capacitación en habilidades digitales para la fuerza laboral; regulación para garantizar la competencia y la protección de datos.*

Este proceso se ha puesto en marcha en algunos países como es el caso Alemania con la llegada de la llamada "Industria 4.0", término utilizado para hacer referencia al impulso para la instalación de fábricas inteligentes, conectadas, impulsadas por la Inteligencia Artificial y basadas en datos como las precursoras de la 4ª Revolución Industrial (Siemens, 2022), la cual tiene como finalidad posicionar a la industria alemana como líder mundial en el ámbito de la oferta y la demanda de tecnologías de producción digitalizadas, (Schroeder, s.f). Este movimiento se caracteriza por no centrarse únicamente en recursos estatales, sino que busca crear una sinergia que involucre a actores del ámbito empresarial y de la sociedad civil, por lo que puede entenderse como la revitalización del capitalismo cooperativo «renano» en la era de la digitalización basado en establecer una vasta red de interconexión entre todos los elementos del proceso de creación de valor desde materias primas, el proceso de producción, las redes de clientes y los procesos logísticos y de prestación de servicios inherentes mediante la conversión analógica-digital de

los datos. (Schroeder, s.f) Gracias a este impulso, Alemania es considerada campeona europea en nuevas tecnologías. En 2021, la Oficina Europea de Patentes, con sede en Múnich, registró unas 26.000 solicitudes de patentes de empresas alemanas mientras que la Oficina Alemana de Patentes y Marcas (DPMA, por sus siglas en alemán), el mismo año registró 58.600 inventos. (La actualidad de Alemania, s.f.)

En el caso de China se ha implementado el "Made in China 2025" es una estrategia nacional anunciada por el Consejo de Estado Chino en mayo de 2015 con una ruta trazada no únicamente para 2025 sino hasta 2049, el cual está "basado en 10 sectores estratégicos en los que el gigante asiático quiere incrementar su participación a lo largo de toda la cadena de valor." (Zamarrón, 2023) estos son equipo marino avanzado y buques de alta tecnología; trenes y equipos avanzados; maquinaria agrícola y tecnología; equipo de aviación y aeroespacial; productos biofarmacéuticos y equipo médico de alta gama; circuitos integrados y nuevas tecnologías de información; equipo electrónico de alta gama; maquinaria de control de fabricación de alta gama y robótica; vehículos de energías nuevas; materiales nuevos y avanzados. Con el objetivo de contrarrestar el liderazgo global de Estados Unidos mediante el logro de una posición de liderazgo económico y tecnológico mundial a través de una gama de políticas industriales y de ciencia y tecnología dirigidas por el Estado con dos metas claras: la sustitución gradual de tecnología extranjera en la industria nacional y la presencia de tecnología de origen chino a nivel internacional relevante. Se considera una iniciativa inspirada por el plan lanzado en Alemania de "Industria 4.0", pero más amplia ya que se enfoca además en temas de calidad, consistencia en los productos terminados, seguridad, protección al medio ambiente, entre otros, que son considerados retos estratégicos para el desarrollo del país. (Balderrama, 2018)

Finalmente, Estados Unidos se ha unido a esta tendencia mediante su plan "Advanced Manufacturing Partnership" lanzado en 2011 por el entonces presidente Barack Obama en colaboración con el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), dónde se invirtieron más de $500 millones en las siguientes áreas clave: "creación de capacidades de fabricación nacionales en industrias críticas para la seguridad nacional; reducir el tiempo necesario para fabricar materiales avanzados utilizados en la fabricación de productos;

establecer el liderazgo estadounidense en robótica de próxima generación; aumentar la eficiencia energética de los procesos de fabricación; y desarrollar nuevas tecnologías que reducirán drásticamente el tiempo necesario para diseñar, construir y probar productos manufacturados." (The White House, 2011) de esta manera, Estados Unidos buscó en ese momento garantizar que se lograra tanto el diseño como la fabricación de la tecnología dentro del país, así como garantizar empleos de alta calidad y bien remunerados para los trabajadores estadounidenses. Este se basa en la recomendación del Consejo Presidencial de Asesores en Ciencia y Tecnología 2.0 (PCAST), que publicó un informe titulado "Garantizar el liderazgo en la fabricación avanzada" el cual pide una asociación entre el gobierno, la industria y el mundo académico para identificar los desafíos más urgentes y las oportunidades transformadoras para mejorar las tecnologías, los procesos y los productos en múltiples industrias manufactureras.

Además, recientemente esta se ha complementado con la política del presidente Biden por impulsar el programa "invéntalo aquí, hágalo aquí". Lo que hoy se conoce cómo Bideeconomics. Esta política está movilizando la inversión del sector privado en los Estados Unidos, apoyando la innovación y la investigación y el desarrollo (I+D) estadounidense, fortaleciendo la manufactura nacional después de décadas de deslocalización y creando empleos nuevos y bien remunerados, incluidos empleos sindicales y empleos que no requieren un título universitario. Durante las últimas décadas, los trabajadores, investigadores y empresas estadounidenses han creado y comercializado muchas de las tecnologías más importantes del mundo. Sin embargo, muchas tecnologías innovadoras terminaron fabricándose en otros lugares, incluso cuando la investigación detrás de esas invenciones se financió con dólares de los contribuyentes y se puede fabricar en el país. El viernes 28 de julio de 2023, el presidente Biden dio a conocer una Orden Ejecutiva para priorizar la política estadounidense de "inventarlo aquí, hacerlo aquí", en beneficio de los trabajadores, las comunidades y la resiliencia de la cadena de suministro global de los Estados Unidos.

Con las inversiones de la actual Administración establecidas en la Ley Bipartidista de Infraestructura, la Ley CHIPS y Ciencia y la Ley de Reducción de la Inflación, Estados Unidos tiene un paquete de herramientas y recursos

para expandir su capacidad innovadora, a través de las prácticas de innovación gubernamental que buscan apoyar directamente la manufactura estadounidense y los empleos estadounidenses en las industrias del futuro, un pilar clave de lo que se ha propuesto como Bideeconomics. En este nuevo impulso a la innovación industrial se plantean los siguientes objetivos: mejorar la transparencia, reducir la burocracia y agilizar los requisitos de presentación de informes en el proceso federal de investigación y desarrollo para realizar un mejor seguimiento del progreso hacia sus objetivos de fabricación nacional. Históricamente, el Gobierno Federal de EU ha enfrentado desafíos al rastrear el ciclo de vida de las tecnologías desarrolladas y comercializadas a través de la inversión federal en I+D. En particular, el gobierno ha carecido de la capacidad de comprender cómo, cuándo y dónde las inversiones en I+D conducen a la manufactura nacional y a la creación de empleos bien remunerados en Estados Unidos. Este programa busca ayudar a modernizar el uso del sistema de informes gubernamentales (iEdison) con el fin de estimular a los investigadores, las empresas y el público a comprender mejor el panorama de la innovación en los Estados Unidos.

Esta iniciativa busca que el Departamento de Comercio desarrolle términos contractuales para que los utilicen las agencias gubernamentales para facilitar la implementación de nuevas tecnologías. Busca impulsar a las agencias a utilizar estos términos para recopilar datos sobre invenciones y sus lugares de fabricación. Los términos desarrollados por el Departamento de Comercio garantizarán que estos informes protejan la información confidencial de las empresas y al mismo tiempo proporcionen una mayor visibilidad de las inversiones en I+D financiadas por los contribuyentes. Se alienta a las agencias a simplificar los requisitos de presentación de informes para reducir la carga administrativa de los receptores de fondos y proporcionar datos de innovación y comercialización más consistentes.

Esta propuesta busca comprometer a la mayoría de las agencias a realizar la transición de los requisitos de presentación de informes en un único portal de presentación de informes, iEdison, del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, para fines de 2025. iEdison ya es utilizado por muchas agencias del gobierno de Estados Unidos. Esta propuesta simplificará y centralizará la presentación de informes para los receptores de fondos federales de

investigación y desarrollo, quienes utilizarán un sistema para reportar toda la información requerida. A partir de los dos años siguientes a la fecha de esta propuesta, las agencias que realicen inversiones sustanciales en I+D informarán anualmente al director del programa "Made in America" sobre la utilización de invenciones desarrolladas a través de sus recursos otorgados a la I+D, así como también sobre dónde se encuentran los productos que utilizan esos inventos que se están fabricando.

En segundo lugar, aumentará el incentivo para fabricar nuevos inventos en Estados Unidos cuando esos inventos se desarrollen con fondos federales. La propuesta alienta a las agencias a considerar la fabricación nacional en sus solicitudes de adjudicación de I+D. Para ello la Oficina de Política Científica y Tecnológica (OSTP) de la Casa Blanca, trabajará a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en proyectos que buscarán agregar la fabricación nacional a las hojas de ruta de investigación y desarrollo tecnológico del gobierno federal. Esta propuesta enfatiza la importancia de la fabricación nacional para las invenciones financiadas con fondos federales y también alienta a los posibles receptores de fondos federales a incorporar la fabricación nacional en su planificación a largo plazo para comercializar sus invenciones. Esta propuesta motiva a las agencias a contemplar el empleo de un extenso espectro de facultades propias para adquirir o invertir en tecnologías de punta, con el fin de apoyar su producción dentro de Estados Unidos. Así, amplía el estímulo para fabricar en el territorio nacional, más allá del uso de dichas facultades.

II. EL ESLABÓN PERDIDO: LA POLÍTICA INDUSTRIA DIGITAL

En México la política industrial digital aún se encuentra en una etapa de desarrollo, sin embargo, mediante una planeación adecuada México podría verse beneficiado de la política industrial digital al acceder a un mayor crecimiento económico, puesto que la adopción de tecnologías digitales puede aumentar la productividad y la competitividad de las empresas, lo que a su vez conduciría a una tasa de mayor crecimiento económico generando un círculo virtuoso que estimule la creación de más empleos tanto directos como

indirectos. Mientras que a la vez es indispensable que busque reducir la brecha digital y mejorar la calidad de vida de las personas, especialmente en las zonas rurales marginadas.

México enfrenta importantes desafíos que el próximo gobierno debe tomar en cuenta para crear una política industrial digital exitosa, existe un área de oportunidad para implementar nuevas tecnologías y crear el conocimiento necesario, sobre todo considerando el importante rezago que tiene México en cuanto a inversión en investigación y desarrollo; los nuevos obstáculos sobre la capacitación de los empleados y la capacidad productiva y finalmente la desigualdad que puede generar la inversión extranjera directa si la política industrial no logra implementarse de manera adecuada, sobre todo considerando el atraso que tienen los estados del sur respecto de los del norte.

Todavía queda un largo camino por recorrer, el país no cuenta con un plan único articulado que marque un rumbo de acción definido hacia dónde debe ir en el proceso de digitalización y de reestructuración del mercado global para convertirnos en líderes en cuanto a digitalización. Aunque ya se han tomado varias acciones y políticas que buscan impulsar la competitividad, la innovación y el acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, aún hace falta una perspectiva de largo plazo. El principal encargado del proceso de digitalización, así como de redactar e implementar las políticas asociadas a este es la Oficina de Estrategia Digital Nacional (EDN) creada durante 2019, ubicada en la Oficina de la Presidencia, se define como "el plan de acción del Ejecutivo Federal para aprovechar el potencial de las tecnologías de la información y comunicación, incluidos los servicios de banda ancha e Internet, mediante su incorporación a la vida cotidiana de las personas y a la Administración Pública Federal, con el fin de alcanzar un Estado de Bienestar." (Secretaría de Gobernación, 2021) este se encuentra basado en dos ejes de acción los cuales son: (a) transformar la Administración Pública Federal mediante el uso y aprovechamiento de las TIC para mejorar y transparentar los servicios gubernamentales que se otorgan a la ciudadanía, (b) incrementar la cobertura de Internet a todo el país para combatir la marginación y comunicar las zonas más pobres y alejadas, facilitando con ello su integración a las actividades productivas.

La Estrategia Digital Nacional (EDN) se basa en el artículo 6 de la Constitución Mexicana y sigue los lineamientos de la Ley Federal de Austeridad Republicana, ajustándose también a las leyes de adquisiciones, transparencia, ciencia, tecnología, telecomunicaciones y radiodifusión. Este documento se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y sus programas derivados, como el Programa Nacional contra la Corrupción e Impunidad y el de Mejora de la Gestión Pública 2019-2024, siendo clave para la política de tecnologías de la información, comunicación y gobierno digital en la Cuarta Transformación.

Figura 1 **Marco jurídico de la EDN.**

Fuente **Diario Oficial de la Federación 06/09/2021.**

Cabe señalar que el *programa Internet para todos* establecido durante la actual administración busca establecer Internet en comunidades rurales y desatendidas, particularmente en áreas públicas a través del uso de banda ancha inalámbrica, líneas de fibra óptica, satélites y soluciones mixtas, buscando expandir el acceso a internet, facilitando la digitalización de empresas, lo cual apoyaría la integración de México en las cadenas globales de valor. Esto, a su vez, hace que México sea más atractivo para el nearshoring, ya que las empresas extranjeras buscan ubicaciones con buena conectividad digital y acceso a tecnologías avanzadas para establecer o expandir sus operaciones, por lo que este programa representa a su vez oportunidades para las empresas estadounidenses; sin embargo, se ha visto retrasado

significativamente debido a la pandemia de Covid-19 y los problemas de la cadena de suministro mundial.

El capítulo referente al comercio digital del T-MEC contiene los compromisos más sólidos de cualquier acuerdo internacional. Proporciona una base firme para la expansión del comercio y la inversión en productos y servicios innovadores. (Opportimes, 2023). Este capítulo establece un marco legal para el flujo de datos, la protección de propiedad intelectual en el ámbito digital y prohíbe los aranceles sobre productos digitales como software y ebooks. Esto facilita un entorno más seguro y predecible para las empresas mexicanas al participar en el comercio electrónico transfronterizo, impulsando su digitalización y capacidad para integrarse en las cadenas de valor globales. Al promover la libre circulación de información y proteger los derechos digitales, México podría posicionarse como un socio comercial atractivo en la economía digital global.

El Network Readiness Index de 2023 posicionó a nuestro país en el puesto 62 entre los 134 países evaluados. Nuestro país destacó como una de las economías más avanzadas en términos de digitalización, ubicándose en el puesto 13 si solo se consideran los países de renta media-alta dentro de los cuales el puesto 1 lo tiene China, mientras que, en el continente americano, se situó en la octava posición.

Cuadro 1 **Puntuación de México frente los promedios de su grupo de renta y región, total y por pilar.**

Dimensión	México	Países de renta media-alta	América
NRI*	49.59	47.35	47.41
Tecnología	39.64	38.48	38.24
Personas	44.44	42.59	42.35
Gobernanza	55.15	55.9	54.12
Impacto	59.11	52.43	54.93

***** **Network Readiness Index**

Fuente **Elaboración propia con datos de Network Readiness Index (2023).**

Con el objeto de obtener un diagnóstico sobre el progreso de México en materia de desarrollo digital se ha creado el Índice de Desarrollo Digital Estatal (IDDE) donde se incorporan los pilares de infraestructura, digitalización de las personas y la sociedad e innovación y adopción tecnológica en las empresas. Mediante este índice podemos notar que actualmente México presenta una brecha de desarrollo digital importante entre sus estados con importantes áreas de oportunidad en cada uno de ellos; en este sentido, la entidad con un mayor desarrollo es la Ciudad de México con 221 puntos de 300 posibles, mientras que el menor es Chiapas con 61, lo cual indica la necesidad de impulsar un plan de desarrollo digital a nivel nacional.

De acuerdo con el IDDE, durante 2023 México ha logrado un crecimiento importante respecto a 2022 en el porcentaje de adultos mayores que usan Internet, en la penetración de tarjetas de débito, en la digitalización del registro público y en la accesibilidad de los portales estatales a pesar de verse debilitado en otros aspectos tales como el uso del internet para educación e interacción con el gobierno y el porcentaje de usuarios de computadoras, mientras que las capacidades y habilidades digitales se encuentran prácticamente igual.

Por otro lado, dentro del mismo IDDE, el Pilar de Innovación y adopción tecnológica en las empresas que contempla cinco temas para entender cómo las empresas de México interactúan con la tecnología y cuánto están avanzando hacia la transformación digital los cuales van desde la adopción de herramientas tecnológicas básicas hasta las más innovadoras, al igual que las medidas de ciberseguridad tomadas, el compromiso con el comercio electrónico, las pruebas de una economía digital y los esfuerzos de innovación. Se observa una brecha amplia (59 puntos de 100 posibles) en innovación. Nuevo León es la entidad con mejor desempeño con 81 puntos, 33 puntos por encima de la media.

Las empresas muestran un incremento en la adopción de nuevas tecnologías para las herramientas básicas e intermedias, pero no para las herramientas avanzadas e innovadoras, ni para los usos de Internet en las empresas o la ciberseguridad. En la economía digital existe mayor penetración de banda ancha fija no residencial y mayor número de dominios, y en gobierno una menor inversión en servicios de telecomunicaciones y software. Sin embargo, es preocupante la disminución de 16% en las solicitudes de patentes que

contrastan con los incrementos en los graduados y graduadas de programas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés) así como el presupuesto para instituciones de ciencia, tecnología e innovación con un 39% de incremento.

Figura 2 **Innovación y adopción tecnológica de las empresas.**

Pilar de Innovación y adopción tecnológica en las empresas

		MEDIA NACIONAL 2023	CAMBIO % 2022-2023
Adopción de nuevas tecnologías	Personal con herramientas tecnológicas básicas (%)	69	2%
	Empresas con herramientas tecnológicas básicas (%)	70	5%
	Empresas con herramientas tecnológicas intermedias (%)	56	1%
	con herramientas tecnológicas avanzadas (%)	30	-3%
	Empresas con herramientas tecnológicas innovadoras (%)	8	0
	Usos de Internet en las empresas (%)	78	-3%
Ciberseguridad	Especialistas de Ti y ciberseguridad en las empresas (%)	50	0
	Acciones de ciberseguridad en las empresas (%)	32	0
Comercio electrónico	Compras por Internet (%)	5	
	Ventas por internet (%)	3	
	Volumen de Ventas por Internet (%)	12	
Economía digital	Microempresas con Internet (%)	20	
	Penetración de banda ancha fija no residencial (accesos x 100 UE)	45	6%
	Nombres de dominio .mx (cada mil hab)	9	6%
	Empresas que utilizan banca electrónia (%)	14	
	Penetración de terminales punto de venta (cada 100 adultos)	4	
	Empleados con profesiones STEM (cada 100 hab)	2	0
	Brecha de ingreso de género STEM (%)	-18.4	
	Gasto del gobierno en servicios de telecomunicaciones y software (por hab)	24	-5%
Innovación	Solicitudes de patentes (cada millón de hab)	6	-16%
	Graduados en programas STEM (cada millón de hab)	1651	2%
	Mujeres graduadas en programas STEM (%)	33	3%
	Presupuesto para instituciones de ciencia, tecnología e innovación (por hab)	27	39%

Fuente **IDDE (2023).**

Cuando se habla de desarrollo en innovación es posible encontrar una relación directa entre la cantidad de patentes registradas y desarrollo; actualmente aquellos países que más patentes tienen registradas suelen ser de igual forma potencias en desarrollo de una economía digital. El siguiente cuadro (Cuadro 2) ilustra esta relación donde las principales economías mundiales son a la vez quienes tienen un mayor número de patentes, o que refleja la actividad de empresas y entidades de estos países dentro del mercado de propiedad intelectual. China lidera con un número significativamente mayor de patentes otorgadas, seguido por Japón y los Estados Unidos, reflejando su enfoque en la innovación y la protección de la propiedad intelectual como un motor de crecimiento económico.

Por su parte México tuvo un aumento en el número de patentes otorgadas desde 2012, con un pico en 2021 de 1,307 patentes. Sin embargo, en 2022 hubo un descenso a 1,032 patentes cuando se posicionó en el lugar 38 a nivel mundial en la cantidad de patentes otorgadas, lo que indica que hay margen de mejora en comparación con otros países, especialmente considerando su tamaño y economía.

En el contexto latinoamericano, México supera a Argentina en número de patentes otorgadas, pero está por debajo de Brasil lo cual refleja diferencias en las políticas de innovación y protección de propiedad intelectual en la región. El número de patentes otorgadas en México aún es bajo en comparación con los líderes mundiales, lo que sugiere que hay potencial para crecimiento en la actividad de propiedad intelectual. Sin embargo, no es una meta imposible y podría lograrse mediante un mayor apoyo gubernamental, fomento de la inversión en I+D y fortalecimiento de la infraestructura de innovación.

Cuadro 2 Concesión total de patentes 2012-2022
(Países con mayor cantidad de patentes otorgadas y economías seleccionadas).

	Países	2012	2018	2019	2020	2021	2022
Posición 2022	**Total general**	**1,154,609**	**1,503,467**	**1,574,130**	**1,661,081**	**1,796,489**	**1,863,524**
1	China	152,106	377,306	399,862	485,159	639,329	760,957
2	Japón	343,584	284,068	283,923	278,935	278,143	281,605
3	Estados Unidos	229,410	289,079	309,611	306,524	298,630	278,022
4	Corea del Sur	112,115	131,912	141,543	151,187	158,503	147,794
5	Alemania	77,244	101,556	105,176	101,453	97,346	87,661
6	Francia	40,435	50,384	51,838	51,169	49,148	41,973
7	Inglaterra	20,296	26,443	28,460	29,183	29,062	26,704
8	Suiza	19,702	26,109	27,343	28,140	26,782	24,833
9	Italia	15,809	22,224	25,011	25,755	23,168	21,647
10	Rusia	24,556	23,627	23,381	21,311	19,192	20,456
11	Países Bajos	16,223	22,831	24,435	23,278	20,944	18,913
12	India	3,599	8,350	10,803	13,069	14,622	17,041
13	Suecia	12,186	16,788	18,718	18,855	18,401	16,451
14	Canadá	12,009	13,542	14,635	14,046	13,612	14,562
15	Israel	4,623	7,482	8,251	8,674	9,032	8,666
27	Brasil	1,028	1,976	1,853	2,859	3,607	3,560
38	México	671	1,169	1,144	1,103	1,307	1,032
53	Argentina	354	290	368	439	502	360

Fuente Elaboración propia con datos de WIPO (2023.)

La evolución de la innovación tecnológica en México a lo largo de los últimos 12 años puede verse reflejada a través de las patentes, las cuales son un indicador clave de la actividad innovadora ya que su aumento en campos relacionados con la tecnología digital sugiere un fortalecimiento de la innovación en la transformación digital y el desarrollo industrial, así como un interés de otros países en el mercado externo que ofrece México en cuanto a innovación tecnológica y digital.

La siguiente tabla refleja los quince países con más patentes dentro del territorio nacional, datos recopilados por el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual sobre el número total de patentes otorgadas por dicha autoridad mexicana dentro del territorio nacional, señalando la nacionalidad del titular de dichas patentes, a partir del año 2012 y hasta el tercer trimestre del 2023. Es posible observar la gran cantidad de patentes otorgadas a titulares de Estados Unidos, lo cual deja de relieve la fuerte presencia de innovación extranjera en México, e indica que somos una economía receptiva a la inversión y tecnología internacionales. El hecho de que México no esté a la par con los líderes en patentes debe ser un tema que se discuta constantemente ya que indica que México tiene áreas de oportunidad importantes para fortalecer sus políticas y apoyos en investigación y desarrollo para fomentar más innovación local. México debe dejar de presentarse al mundo como una economía receptora de tecnología e innovación y debe empezar a fomentar políticas para la creación de investigación y desarrollo, así como otorgar incentivos a los nacionales para innovar en sectores relevantes para la economía.

Cuadro 3 **Patentes concedidas/otorgadas por nacionalidad 2012-2023.**

País	Acumulado
Estados Unidos de América	121,872
Alemania	19,884
Japón	13,138
Suiza	12,228
Francia	11,719
México	8,248
Países Bajos	7,158
Reino Unido	6,155

País	Acumulado
Suecia	4,300
Corea del Sur	3,881
Canadá	3,835
China	2,591
Italia	2,387
Bélgica	2,214
Dinamarca	1,901

Fuente **Elaboración propia con datos de División Direccional de patentes (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2023).**

La evolución de la innovación tecnológica en México a lo largo de los últimos 12 años puede verse reflejado a través de las patentes, las cuales son un indicador clave de la actividad innovadora ya que su aumento en campos relacionados con la tecnología digital sugiere un fortalecimiento de la

innovación en la transformación digital y el desarrollo industrial, así como un interés de otros países en el mercado externo que ofrece México en cuanto a innovación tecnológica y digital.

En este sentido, el siguiente cuadro muestra una visión más clara sobre la concesión de patentes en el país correspondientes al área tecnológica. Puede verse que las patentes otorgadas lejos de tener un avance significativo a lo largo de los años han presentado una disminución importante, pasando de 12,330 patentes durante 2012 a 9,648 durante 2022; sin embargo, el tercer trimestre de 2023 muestra un aumento respecto al tercer trimestre de 2022 del 11%, lo cual podría marcar una nueva tendencia hacia el desarrollo de tecnología en México.

Cuadro 4 **Patentes concedidas/otorgadas por área tecnológica 2012-2023.**

Año	2012	2015	2018	2021	3T/2022	2022	3T/2023[P]
Total	12,330	9,338	8,921	10,369	2,480	9,698	2,753
Artículos de Uso y Consumo	4,692	3,169	3,112	4,473	1,020	3,955	961
Técnicas industriales Diversas	1,976	1,843	1,912	2,193	527	2,003	657
Química y Metalurgia	2,017	1,398	1,107	1,441	386	1,459	360
Textil y Papel	162	82	66	91	13	72	22
Construcciones Fijas	378	437	469	439	89	388	162
Mecánica - Iluminación Calefacción - Armamento Voladuras	512	574	493	490	109	430	154
Física	1,131	881	1,006	691	175	692	189
Electricidad	1,462	954	756	551	161	699	248

Fuente **Elaboración propia con datos de División Direccional de patentes (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2023).**

Para hablar de una política de digitalización de la economía es fundamental la inversión en ciencia y tecnología, la cual no ha rebasado el medio punto del Producto Interno Bruto (PIB) durante el actual sexenio, lo cual es un indicador directo de la atención y recursos dedicados a la innovación tecnológica en el país. En 2018, México alcanzó un récord de 3,881 solicitudes de patente

por mexicanos; sin embargo, esta cifra disminuyó a 2,560 en el año 2022, lo que representa una contracción de casi el 35%. (Jalife, 2023) Esta tendencia negativa se atribuye parcialmente al impacto de la pandemia, que podría estar reflejando una afectación en el volumen de trabajo de I+D previo necesario para la generación de patentes.

Además, la política de austeridad republicana aplicada a la ciencia y tecnología ha tenido un impacto significativo, eliminando algunos fondos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) que facilitaban la vinculación entre el gobierno, la empresa y las universidades. La eliminación de programas de apoyo al otorgamiento de patentes, que eran cruciales para los inventores mexicanos, también ha contribuido a este declive.

De acuerdo con el "Paquete Económico y Presupuesto 2023"[1] el Proyecto de Egresos de la Federación debería haber destinado al Ramo 38 "Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación" (CTI) un monto de 128 mil 746 millones 300 mil 18 pesos, lo que implica un incremento en términos reales de alrededor del 4% respecto al 2022. Sin embargo, el presupuesto destinado a CTI en 2023 seguía siendo insuficiente, situándose alrededor del 0.42% del PIB, muy por debajo del 1% establecido por la ley mexicana de ciencia y tecnología y lejos de la recomendación del 1.5% del PIB por organismos internacionales como la UNESCO y la OCDE. Este nivel de financiamiento pone a México en desventaja no solo frente a países más avanzados sino también frente a otros en la región latinoamericana.

En el siguiente mapa se puede observar la distribución geográfica de las inversiones en ciencia y tecnología planeadas por el gobierno mexicano. Cada punto o marcador en el mapa representa un proyecto específico de investigación, desarrollo tecnológico, infraestructura científica, o programa de apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico. El ramo 38 es crítico ya que refleja el compromiso del país con el avance científico y tecnológico, y la georreferenciación de estos proyectos es una herramienta útil para visualizar la dispersión de la inversión en estas áreas clave a lo largo del territorio nacional. Vemos que para 2023 solamente se plantearon dos programas, ambos de

1 https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/8uLX2rB7/PPEF2023/mo2h2PK/paquete/egresos/Proyecto_Decreto.pdf

inversión de adquisiciones, el primero localizado en la CDMX y destinado a la compra de infraestructura de cómputo, de equipos y aparatos audiovisuales, y bienes, maquinaria y equipo industrial, para el apoyo de las áreas sustantivas y el cumplimiento de los objetivos trazados por el CONACyT.[2] Mientras que el segundo pretende fortalecer al CIBNOR, en lo particular al laboratorio de Ecología Microbiana mediante la adquisición de equipamiento científico que va a permitir realizar investigaciones pertinentes y necesarias para contribuir a la problemática agrícola.[3]

Mapa 1 Obras públicas y otros proyectos de inversión georreferenciados incluidos en el PPEF 2023, Ramo 38: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Fuente **Portal de Transparencia presupuestaria.**

2 https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/8uLX2rB7/PPEF2023/mo2h2PK/docs/38/r38_90x_pie.pdf

3 https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/8uLX2rB7/PPEF2023/mo2h2PK/docs/38/r38_90o_pie.pdf

Esta distribución presenta serios problemas, con solo dos programas, existe una limitada variedad de campos de investigación y desarrollo que se están apoyando, además de no ser lo suficientemente capaz de escalar soluciones a los desafíos nacionales o contribuir significativamente al avance tecnológico global. La diversidad en proyectos de I+D es crucial para fomentar la innovación y el avance tecnológico en múltiples disciplinas y sectores. Hoy día enfrentamos el reto del cambio de presidencia en México, y al igual que en el resto de la Administración Pública Federal, en materia de ciencia y tecnología el cambio de régimen implica grandes retos y abre oportunidades para impulsar un profundo proceso de cambio que permita que la política de Estado en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico se ubique a la altura del presente y contribuya al desarrollo nacional integral y al bienestar social, tal y como lo exigen los 12 principios rectores del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 y el contexto actual dónde el nearshoring se presenta como una ventana de oportunidad invaluable que México debe saber aprovechar para insertarse de manera exitosa en un marco de desarrollo digital de alta calidad así como de crecimiento acelerado.

Durante la Administración 2012 a 2018 se buscó una transición hacia una economía basada en el conocimiento cimentada en la idea de que la competitividad depende de la capacidad empresarial de innovar y generar condiciones que permitan tener éxito en los mercados globales y locales, para lo cual era indispensable generar una política pública orientada a fomentar la innovación. Usando el supuesto del libre mercado, la intervención del Estado debía favorecer los flujos de información, establecer incentivos económicos para los agentes que participaran directa y exitosamente en actividades de innovación, además de generar las condiciones que facilitaran la vinculación entre las instituciones de educación superior y los Centros Públicos de Investigación (CPI) con las empresas.

Las autoridades encargadas de coordinar el ejercicio de los recursos destinados al SNCTI en administraciones anteriores, no priorizaron el avance del conocimiento desde México, la soberanía científica o tecnológica nacionales, y tampoco aseguraron que los jóvenes formados en el extranjero con apoyo público se quedaran en nuestro país para aplicar el conocimiento adquirido y contribuir al avance tecnológico del país. Con ello, en 25 años se

generó un éxodo de más de 1.2 millones de mexicanos altamente calificados que dan su talento en empresas y universidades del extranjero. Este hecho constituye un preocupante pasivo para el país.

Por otro lado, la concentración de recursos y el desconocimiento de las asimetrías locales y de las capacidades diferenciadas en los estados, obstruyeron la descentralización efectiva de la política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) e impidieron la consolidación de un federalismo cooperativo. Por ejemplo, Guerrero, Morelos, Colima y Tlaxcala son entidades federativas en las que aún no existen Centros Públicos de Investigación (CPI) o alguna subsede de estos, en comparación con entidades federativas como la Ciudad de México con cinco CPI o Guanajuato y Querétaro con tres CPI, respectivamente.

Un reto al que se enfrenta la comunidad científica es el de cambiar de una política de incentivos y convocatorias fincada en principios de mercados lineales, a una política que promueva la colaboración y convergencia sustantiva en torno al avance del conocimiento o la comprensión, prevención y atención de los grandes problemas nacionales, siempre en articulación con las entidades de gobierno implicadas.

III. CONCLUSIONES

México ha logrado consolidar su relación comercial con Estados Unidos a través de la política de nearshoring, sin embargo el reto es instrumentar una política de ciencia y tecnología que permita que la relación basada en ensamblaje con bajos salarios, evolucione hacia un proceso de manufactura de alta tecnología con una política industrial digital. La mejor política industrial digital para México requeriría considerar una variedad de factores, incluyendo las necesidades específicas del país, su posición en el mercado global, sus recursos y su infraestructura actual. Se requiere la construcción y mejora de infraestructuras digitales, como redes de banda ancha de alta velocidad y tecnologías de comunicación avanzadas. Esto proporcionaría una base sólida para el crecimiento de la industria digital en el país.

Es necesario dar mayores apoyos a la investigación y desarrollo (I+D): Fomentar la investigación y el desarrollo en áreas clave de la tecnología digital, como inteligencia artificial, Internet de las cosas (IoT), blockchain

y ciberseguridad, ayudaría a México a mantenerse a la vanguardia de la innovación. Esto debería combinarse con incentivos fiscales y financieros para las empresas que inviertan en tecnologías digitales o que desarrollen productos y servicios digitales en México podría estimular el crecimiento del sector.

Es necesario fomentar el emprendimiento digital, mediante el apoyo a los emprendedores y startups digitales proporcionando acceso a financiamiento, asesoramiento empresarial y espacios de trabajo colaborativos, lo cual podría impulsar la creación de nuevas empresas innovadoras en el ámbito digital. Asimismo es necesario dar educación y capacitación digital, para ello sería necesario mejorar la educación en habilidades digitales desde una edad temprana y proporcionar programas de capacitación para profesionales en activo ayudaría a asegurar que México cuente con una fuerza laboral altamente calificada y adaptable a las demandas de la economía digital. El reto es mayúsculo por lo que se requiere colaboración público-privada, que fomente la colaboración entre el gobierno, la academia y el sector privado, el cual podría generar sinergias y promover la innovación en el ámbito digital.

El nuevo gobierno requerirá establecer una regulación inteligente que fomente la innovación y la competencia en el mercado digital, al tiempo que deberá proteger la privacidad de los datos y promover la seguridad cibernética. Estos elementos serían fundamentales para el desarrollo sostenible del sector. En esta perspectiva sería necesario tener una política de apoyo que facilite el acceso de las empresas digitales mexicanas a mercados internacionales mediante acuerdos comerciales y programas de apoyo a la exportación buscando impulsar su crecimiento y competitividad a nivel global.

IV. BIBLIOGRAFÍA

Balderrama, R. (2018). *HARVAD REVIEW OF LATIN AMERICA*. Obtenido de LATIN AMERICA AND ASIA (FALL 2018) ESPAÑOL: https://archive.revista.drclas.harvard.edu/book/el-proyecto-%E2%80%9Checho-en-china-2025%E2%80%9D-impulso-del-estado-hacia-la-transformaci%C3%B3n-industrial

Bolhuis, M. A., Chen, J., & Kett, B. (Junio de 2023). *LOS COSTOS DE LA FRAGMENTACIÓN GEOECONÓMICA*. Obtenido de International Monetary Fund: https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/2023/06/the-costs-of-geoeconomic-fragmentation-bolhuis-chen-kett

CMD. (2023). *Índice de Desarrollo Digital*. Obtenido de Centro México Digital, México: https://centromexico.digital/idde/2023

Congress.Gov. (07 de 01 de 2021). *congress.gov.* Obtenido de https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (2023). *IMPI en cifras*. Obtenido de https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-impi-en-cifras

Jalife, M. (25 de Octubre de 2023). *Cambia negativamente tendencia en patentes*. Obtenido de El Financiero: https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/mauricio-jalife/2023/10/25/cambia-negativamente-tendencia-en-patentes/

La actualidad de Alemania. (s.f.). *Transformación digital de la industria*. Obtenido de La economía se halla en medio de la cuarta revolución industrial.: https://www.tatsachen-ueber-deutschland.de/es/socio-comercial-global/transformacion-digital-de-la-industria

Opportimes. (19 de Octubre de 2023). *Digitalización y PIB de México*. Obtenido de https://www.opportimes.com/digitalizacion-y-pib-de-mexico/

Portulans Institute; University of Oxford; Said Business School. (2023). *Network Readiness Index Mexico*. Obtenido de https://networkreadinessindex.org/country/mexico/

PPEF 2023, programas y proyectos de inversión. (2023). Obtenido de https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/8uLX2rB7/PPEF2023/mo2h2PK/docs/38/r38_90o_pie.pdf

Schroeder, W. (s.f). *La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización.* Madrid: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Secretaría de Gobernación. (2021). ACUERDO por el que se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024. *Diario Oficial de la Federación.*

Siemens. (2022). *Industria 4.0*. Obtenido de https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/industry-4-0/29278

The White House, O. o. (24 de Junio de 2011). *President Obama Launches Advanced Manufacturing Partnership.* Obtenido de https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2011/06/24/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership

WIPO's IP Statistics Data Center. (2023). *Intellectual Property Statistics*. Obtenido de https://www.wipo.int/ipstats/en/

Zamarrón, I. (16 de Marzo de 2023). *Forbes, México*. Obtenido de https://www.forbes.com.mx/made-in-china-2025-asi-es-el-ambicioso-plan-tecnologico-chino-que-amenaza-el-dominio-de-eu/

CAPÍTULO I

HACIA UNA NUEVA POLÍTICA DEL DESARROLLO INDUSTRIAL EN MÉXICO

>[5] Incentivos fiscales a la inversión e impulso al desarrollo productivo

SUMARIO

I. Antecedentes.
II. Inversión, crecimiento e incentivos fiscales.
III. Incentivos fiscales a la inversión: topología, costos y beneficios.
IV. A manera de conclusión

Juan Carlos Moreno-Brid

Profesor de la Facultad de Economía y Tutor de Maestría y Doctorado en el Programa de Posgrado en Economía, UNAM. Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI)

Noel Pérez Benítez

Coordinador de la Unidad de Asuntos Fiscales en la División de Desarrollo Económico de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Francisco Gutiérrez

Unidad de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM. Doctor en Política Pública por la Escuela de Gobierno del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores

I. ANTECEDENTES

La economía mundial salió relativamente rápido del dramático colapso en sus niveles de actividad y de empleo provocado por el impacto de la pandemia del SarS-Covid19. El repunte, desafortunadamente, perdió impulso al punto que hoy en día -si bien con cierta heterogeneidad- está insertada en una senda de escaso dinamismo. La perspectiva de las economías emergentes se ensombrece por la desaceleración del comercio internacional y el retraimiento de sus entradas netas de flujos de capital. El escenario es particularmente preocupante para América Latina, y se vuelve frecuente la mención a una segunda década perdida en su desarrollo. En diciembre de 2023, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)[1] proyectó un alza real del PIB regional de 1.9% para 2024, afectada, entre otros factores, por una atonía de la formación bruta de capital fijo (CEPAL 2023b). Ante este contexto, urge que la región comience a revertir su persistente rezago frente al mundo desarrollado en materia de ingreso per cápita, productividad, pobreza y desigualdad. Para lograr esa reversión hay que poner en marcha una transformación de su modelo de desarrollo. Instrumentos claves en ese empeño serán, por una parte, aplicar una política de desarrollo productivo y transformación digital y, por otra en el entorno macroeconómico, apoyarse en una política fiscal y de intermediación de fondos como herramientas clave que contribuyan a financiar dicha transformación.

El presente capítulo, y como insumo a la reflexión en torno a la transformación que urge en la región, se enfoca en identificar y analizar los incentivos a disposición de la política fiscal para inducir la formación de capital fijo. Impulsar la inversión es indispensable pues, en general y ya por década, su nivel en la región se compara desfavorablemente con otros mercados emergentes y economías en desarrollo. Sobra mencionar que es menor a los de muchas economías avanzadas (CEPAL 2023a). Como han señalado reciente y conjuntamente CEPAL, CAF, OCDE y la Comisión Europea (OCDE et al 2023), esta importante tarea de robustecer de manera muy significativa la formación de

1 Ver CEPAL (2023). *Balance Preliminar 2023*, y también *Estudio Económico 2023*.

capital fijo requiere hacerse bajo la coordinación dada por planes nacionales de desarrollo (PND). Estos:

"... proporciona(n) los marcos de política integrales, bien coordinados y de largo plazo... necesarios para llevar a la práctica estrategias de inversión y de transformación productiva coherentes. Estos planes pueden servir también como catalizadores para atraer inversión privada, al mejorar la previsibilidad y la transparencia de las políticas, y pueden incluir orientaciones de política pública asociadas a sectores estratégicos con un elevado potencial de desarrollo en la región".[2]

Para lograrlo, un prerrequisito ineludible es ampliar el espacio fiscal.[3] Los ingresos tributarios de la región son bajos. Representaron, en promedio, 21.7% del PIB en 2021, que palidece comparado con el 34.1% del PIB promedio registrado por la OCDE. Más aún, dichos niveles de ingresos históricamente en la región han sido francamente insuficientes para cubrir las necesidades de gasto público, lo que ha llevado a persistentes déficit fiscales e incrementos del endeudamiento público lo que se ha traducido en un espacio fiscal muy acotado. Sin duda el estrecho espacio fiscal expresado en los mencionados bajos niveles de ingresos tiene diversas raíces, entre ellas: i) ineficiencias y regresividad de los sistemas tributarios, ii) una alta evasión fiscal,[4] y iii) gastos tributarios (renuncias recaudatorias), derivadas de tratamientos impositivos preferenciales.[5] Por su parte, también hay causas del reducido espacio fiscal por el lado del gasto, entre ellas: i) debilidades en la calidad y asignación del gasto público, ii) altos niveles en de pagos de intereses que reducen los recursos disponibles para gasto en salud, educación, protección

2 Ver OCDE et al (2023), *Perspectivas económicas de América Latina 2023: Invirtiendo para un desarrollo sostenible,* París.

3 Análisis del espacio fiscal y recomendaciones para ampliarlo se encuentran en CEPAL (2023), *Deuda pública y restricciones para el desarrollo*, así como en su serie de *Panorama Fiscal de América Latina.* Ver también FMI, *Fiscal Monitor,* publicación recurrente.

4 Como ilustración, se estima que ésta representó cerca de $325 mil millones de dólares en 2018, equivalente a 6.1% del PIB regional (CEPAL 2020).

5 En 2019 fueron, en promedio en la región, 3.8% del PIB, equivalente a 20.6% de la recaudación tributaria

social e infraestructura, así como iii) deficiencias en la planeación y ejecución de proyectos de inversión pública incluyendo entre ellas la omisión o escasa atención a consideraciones y criterios de impacto intergeneracional en las decisiones de gasto gubernamental.

Dicho eso, el capítulo se enfoca en tratar de ponderar los costos asociados a la aplicación de gastos tributarios, enfocados en incentivos a la inversión, en comparación con sus posibles beneficios sociales y logros de sus objetivos asociados, como podría ser el desarrollo industrial, creación de empleos, protección del medio ambiente, entre otros. Se deja para otra ocasión la reflexión sobre la reforma fiscal integral que tanto se requiere en la región, y sobre como remover sus obstáculos clave enraizados en cuestiones de economía y de política.

II. INVERSIÓN, CRECIMIENTO E INCENTIVOS FISCALES

Para la región, salir de la trampa de bajo crecimiento de largo plazo, en un muy acotado espacio fiscal -y con evidentes y urgentes carencias en infraestructura, innovación, salud y seguridad social y muchas más- obliga a echar mano de todas las herramientas de política pública disponibles para, en especial, robustecer la inversión. Sin una sólida pauta de inversión pública y privada que transforme y modernice el aparato productivo nacional, engrose sus encadenamientos internos hacia atrás y hacia adelante, y ponga a la innovación y la generación de valor agregado como cimientos de la ventaja comparativa no hay manera que la región se inserte en una senda de desarrollo y crecimiento elevado, sostenido, sustentable e incluyente. Afortunadamente, los gobiernos de la región disponen -en mayores o menores medidas- de una gama de instrumentos para impulsar la formación de capital fijo del sector público e inducir la inversión privada. Entre ellos están las compras gubernamentales, las asociaciones público-privadas y una serie de incentivos de diferente tipo a la inversión en infraestructura, construcción, maquinaria y equipo.

Independientemente de la magnitud o gama de instrumentos al uso para esos fines, un condicionante central para su éxito es contar con un Estado de Derecho, un Estado con profunda convicción en actuar con base en el macro

legal y normativo vigente, con reglas claras y transparentes, y obligar al pleno respeto de todos los actores políticos, económicos y sociales a la Ley. Otro es asegurar una macroeconomía con fundamentos sólidos en términos tanto de estabilidad nominal (baja y estable inflación, y finanzas públicas sostenibles) como de coherencia u orientación de las políticas fiscales y monetarias a mantener la economía en una senda de expansión sostenida y elevada de la actividad y el empleo.

Un tercer condicionante es contar con un pacto social comprometido con una agenda de desarrollo productivo e incluyente. Ésta debe contemplar como elemento central políticas industriales modernas, acordes con las tendencias de la reglobalización y de las revoluciones tecnológica y digital. Dichas políticas deben contemplar una estrategia de inversión del sector público; diseñada con base en análisis de como potenciar mejor sus efectos de arrastre sobre la formación de capital fijo del sector privado.

Aunque en el presente texto la reflexión se concentra en los incentivos tributarios a la inversión, caben unos comentarios puntuales sobre la inversión pública. Comencemos por subrayar que, en concordancia con la literatura teórica y empírica reciente, la inversión pública bien diseñada y ejecutada ejerce efectos de atracción (crowding-in) sobre la privada.[6] Un "buen diseño" incluye esmero en su orientación, ya sea para crear mercados clave o para resolver fallas en ellos; fallas inherentes a la competencia imperfecta, externalidades y asimetrías de información, *inter alia.*[7] Elemento institucionales que pueden coadyuvar a ese buen diseño y ejecución son los sistemas nacionales de inversión pública (SNIPs, por sus iniciales) (CEPAL 2022).

Otra cuestión de índole empírica, *ad-hoc para* cada economía, es la magnitud del efecto multiplicador de los proyectos de inversión pública sobre el empleo, sobre la demanda agregada (corto plazo) y sobre el producto potencial (mediano y largo plazo) vía la modernización del equipo y de los procesos de producción. Dichos efectos, al transformar la estructura y remover cuellos de

6 La evidencia para el caso mexicano es muy amplia. Véanse, a manera de ilustración reciente, los estudios de F.Gutierrez et al (2022) y Moreno-Brid et al (2019 y 2021).

7 Para un estudio señero ver Mazzucatto, *El Estado Empresarial*.

botella, pueden aliviar la restricción externa al crecimiento económico.[8] Punto clave en ello es la magnitud de su impacto en las exportaciones netas, en la balanza en cuenta corriente y en la de flujos de capital. Dicho impacto puede ser muy diferente en el corto, mediano y largo plazos.[9]

Volviendo a los incentivos tributarios a la inversión, los definimos aquí como medidas de exoneración o reducción de un impuesto a fin de promover estrategias y proyectos de inversión del sector privado.[10] Pueden cobrar múltiples expresiones en impuestos, tasas, depreciaciones aceleradas del capital fijo o deducciones especiales para cálculo de ingresos o utilidades gravables. Asimismo, también pueden expresarse vía financiamientos preferenciales para detonar inversión en innovación, en transición energética o en, por ejemplo, mejorar instalaciones de educación y salud.[11] En ello, los bancos de desarrollo, referidos en la literatura especializada como *"policy banks", son actores importantes. La* experiencia de la región es que estos intermediarios financieros pueden ser impulsores de peso de la transformación productiva, pero debe vigilarse persistente y meticulosamente su posible impacto en el presupuesto y en la deuda fiscal, así como asegurar la coherencia de sus operaciones con la agenda de desarrollo nacional en un horizonte temporal de largo plazo.

Punto crucial en toda discusión de incentivos tributarios a la inversión, más allá de su diseño, es el de la capacidad técnica y margen de acción de la administración pública para ponerlos en marcha. Su aplicación debe ser

8 Véanse los trabajos de, inter alia, A.Thirlwall, G.Porcile, E.Pérez y J.C.Moreno-Brid et al que muestran como la inversión puede insertar a una economía en una senda más elevada de crecimiento en la medida en que dinamice su competitividad en local y global, y eleve el cociente de elasticidades-ingreso de las exportaciones relativa a la de sus importaciones.

9 La ausencia de una industria productora de bienes de capital, falencia del modelo de desarrollo de América Latina, hace que las fases al alza del ciclo con repuntes de la inversión presionen la balanza de pagos.

10 Una definición más precisa los identifica como disposiciones legales que cancelan, reducen o difieren en el tiempo el pago de una obligación tributaria -en un país determinado y por un período dado- con el fin de incentivar, de promover la acumulación de capital fijo (Ver Celani, Dressler y Wermelinger, 2022).

11 Véase una revisión de las estrategias de desarrollo de la región y sus características en [en línea] https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planning-development.

transparente, temporal y condicionada a metas y plazos claramente definidos y verificables. Y, no sobra decir, es crucial cuidar su impacto en las finanzas públicas. Reto adicional es su implementación bajo "reglas del juego" claras que permitan la maduración de los proyectos y que consideren los factores de economía política -incluyendo la alternancia de diferentes partidos como cabeza de gobierno- a fin de hacer viable una estrategia de transformación productiva de largo plazo; más allá de un período presidencial. Ello es posible solamente si se da en el contexto de un Contrato o Pacto Social con su expresión fiscal de largo plazo por la sostenibilidad de las finanzas públicas.

Por lo anterior, los incentivos tributarios a la inversión deben ir acompañadas de metas e indicadores cuantitativos de desempeño, transparentes y fáciles de monitoreo regular. Ese monitoreo oportuno y sistemático es de gran valor para detectar cambios en elementos o condicionantes cruciales de los proyectos de inversión y, de ser necesario, replantear metas o revisiones presupuestarias con las inversiones. Y, ya en ello, puede hacerse un mejor diseño si se consideran distintos escenarios prospectivos con proyecciones de sus costos y beneficios sociales, económicos y ambientales. Debe ponerse énfasis en considerar sus repercusiones sobre el presupuesto público. Tal información debería ser insumo de análisis del Congreso, y no solo del Ejecutivo y agencias especializadas; y de acceso a la ciudadanía para que pueda dar seguimiento a monitoreos y evaluaciones de los efectos de los incentivos tributarios. A final de cuentas, dichos incentivos representan recursos públicos no percibidos, o renuncias recaudatorias, hechas para la consecución de metas específicas.

Incentivos fiscales a la inversión: tipología, costos y beneficios

Los incentivos fiscales a la inversión, son una forma de gastos tributarios o de renuncia fiscal, con el fin promover la formación de capital fijo del sector privado.[12] Este objetivo los distingue de otras herramientas del ámbito fiscal cuya función principal es aumentar recursos del sector público, recaudados de la población en general o de algunos grupos en particular. Estos incentivos,

12 El gran empuje a la inversión y modernización tecnológica de los Estados lanzado por el gobierno del Presidente Biden, bajo los programas de *Inflation Reduction Act* junto con el *CHIPS and Science Act* son ejemplos recientes del potencial que se le reconoce a los incentivos fiscales, de los gastos tributarios, en una agenda de desarrollo orientada a promover una transformación estructural del aparato productivo y matriz industrial

bien diseñados, tienen el potencial de transformar la estructura productiva de la nación y su forma de inserción en la economía internacional. Realizar su potencial no es trivial. Con base en su ámbito de incidencia y propósito -como ha señalado la CEPAL (2019)- éstos apuntan a influir en las decisiones de inversión en tres ámbitos muy específicos.

El primero es en la ubicación o localización geográfica en el país vis-a-vis en el extranjero; y en múltiples casos también en su ubicación en regiones o localidades seleccionadas al interior del país. El segundo es en decisiones sobre los procesos de producción mismos, en el tipo de tecnologías a ser aplicadas o el uso de ciertos insumos o materias primas –por inversionistas extranjeros o locales– en las plantas a construir o a ampliar en el país. El tercero es para promover actividades o industrias específicas.

En el primer caso, dichos incentivos buscan potenciar las utilidades esperadas asociadas a invertir en el país frente a hacerlo en otras naciones. En el segundo, su ámbito de acción es vía modificar precios relativos de factores de producción, o procesos tecnológicos en cuanto a su uso más o menos intensivo de insumos nacionales vs importados, de fuentes limpias de energía, e incluso de la orientación de la producción hacia el mercado externo.

Un asunto crucial en toda deliberación al respecto es la identificación del conjunto de beneficiarios de tales incentivos. Dicho conjunto debe estar, implícita y de preferencia explícitamente, identificado en las reglas o regulaciones que estipulan las características que deben satisfacer las empresas, para ser sujetos de beneficio de tales incentivos. Los criterios de elegibilidad pueden ser simples o bien cubrir múltiples dimensiones asociadas con diversas prioridades económicas y sociales de la agenda a de desarrollo. Igualmente, pueden estar condicionados a plazos firmemente delimitados de vigencia, o sujetos a metas de desempeño cuidadosamente vigiladas. Las metas pueden referirse a múltiples aspectos, más allá de la ampliación del capital fijo en montos determinados. Así, pueden abarcar, por ejemplo, orientación selectiva a ciertas ramas manufactureras o bien a cumplir con metas de fomento a la innovación, al acceso a mercados, grado de contenido nacional, empleo y muchos más. Mientras más diversos, más complicada será su gestión, aunque quizá mayores sus beneficios.

La gama de incentivos tributarios a la inversión es vasta, y sujeta a diversas tipologías para su análisis.[13] Siguiendo aportes de CEPAL en este campo, aquí los agrupamos en cuatro rubros principales:[14]

i) Exenciones y deducciones, que son exclusiones o reducciones, respectivamente, de la base gravable. ii) Créditos, que son deducciones o reducciones del impuesto por pagar. iii) Tasas reducidas del impuesto; y

iv) Diferimientos, es decir, postergaciones del pago de gravámenes.

Su aplicación tiene -además de sus beneficios- costos potenciales y reales cuya magnitud puede ser muy importante. Entre los primeros se encuentra, vía la mayor inversión, ampliar y modernizar el acervo de capital fijo y, por ende, elevar el potencial de crecimiento de largo plazo de la actividad económica, del empleo y de la productividad. Adicionalmente, pueden ayudar a reducir obstáculos al desarrollo, por ejemplo, en materia de transición energética. O bien corregir fallas de mercado derivadas de información asimétrica, escalas de producción, y también ayudar a aprovechar externalidades.

Por el lado de los costos, el más inmediato y obvio es la pérdida de recaudación fiscal. Otro es el de volver más complejo el sistema tributario e incluso abrir oportunidades de mayor elusión fiscal. En la medida en que la aplicación de los incentivos sea más transparente en su diseño, otorgamiento y evaluación con indicadores de fácil verificación, esos costos pueden ser menos relevantes. Otras consecuencias adversas son la mayor carga administrativa que implica su aplicación, monitoreo y evaluación. Estas actividades son insustituibles para el cumplimiento de objetivos programáticos y asegurar su consistencia con la agenda de desarrollo.

13 Como señala CEPAL (2019), hay importante diferencia entre beneficios e incentivos tributarios: "Un incentivo [busca] promover un cambio en el comportamiento de los agentes económicos,...un beneficio no tiene ese fin, ya que solo es una forma de apoyo financiero a los contribuyentes". Como señala la misma fuente, "los incentivos a la inversión son como beneficios económicos cuantificables que los gobiernos otorgan a empresas o grupos de empresas específicos [para atraer] la inversión hacia sectores o regiones favorecidos o...influir en su carácter."

14 Ver números anuales de "Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe" de la CEPAL, Santiago.

En el análisis costo-beneficio, muy somero,[15] de los diferentes incentivos fiscales a la formación de capital cabe apuntar que la menor complejidad en su aplicación y gestión es una ventaja de las exenciones tributarias y de las reducciones de tasas impositivas. Estas últimas, además, permiten un control mejor de su aplicación, en tanto que exigen entrega de declaraciones tributarias. Y, salvo que la reducción lleve a cero dicha tasa, afectan en menor medida a los ingresos gubernamentales que las exenciones. Las deducciones, los créditos a la formación de capital fijo y los diferimientos, aunque más complejos de aplicar, tienen la ventaja de focalizar más su impacto en tanto que se circunscriben a cierto tipo de inversiones materiales, privilegiándolas frente a otras. La depreciación acelerada –para fines de cálculo de los ingresos gravables– de las nuevas inversiones en capital fijo tiene un costo fiscal relativamente menor pues meramente adelanta en el tiempo una reducción fiscal que de todos modos se daría. Así, su merma fiscal se limita a la erosión inflacionaria de los montos respectivos por el período de adelanto de la depreciación frente al original vigente.

Las desventajas o retos de los distintos incentivos fiscales a la inversión son heterogéneas. Una diferencia obvia es en sus costos administrativos. Mientras más general sea el incentivo -por ejemplo, las exenciones y las tasas reducidas- y no requiera reporte o declaraciones especiales, más bajo será su costo de gestión y monitoreo.

Otra consideración obligada es evitar que los incentivos se otorguen a inversiones cuya realización habría ocurrido de cualquier manera dada su elevada rentabilidad privada. En esos casos no hay ventaja alguna pues la puesta en marcha del proyecto de inversión era un hecho. La renuncia fiscal en esos casos es totalmente innecesaria. Una cuestión ya mencionada, en línea similar, que hay que considerar en toda deliberación sobre incentivos fiscales es su posible efecto en abrir vías a la elusión fiscal. Esta se puede hacer a través de, por ejemplo, manipulación de precios de transferencia. Otra forma de elusión, y más bien de evasión, fiscal que puede detonarse es vía compras

15 Un análisis más preciso obliga a estimar el impacto probable de los diferentes incentivos fiscales -y combinaciones de ellos- sobre la dinámica de la inversión privada tanto a nivel agregado como en industrias y actividades seleccionadas que la agenda de desarrollo considere prioritarias.

y ventas simuladas de los mismos equipos y maquinaria a fin de magnificar artificial e ilegalmente el monto del beneficio por concepto de depreciación acelerada del capital.[16]

En los párrafos anteriores se hizo una comparación muy *grosso modo de las conveniencias y* desventajas de los diferentes incentivos fiscales. En la práctica, la política pública exige una evaluación comparativa sistemática. Al respecto, una opción por demás recomendable es la sugerida por CEPAL (2023), en la que propone una taxonomía de ocho aspectos que deben cubrirse en ello: i) Pertinencia y justificación, ii) Costo fiscal, iii) Eficiencia, iv) Efectos y datos empíricos, v) Efectos indirectos y externalidades, que comprenden a su vez aquellos en materia económica y de conocimiento, en sostenibilidad ambiental, económica y social y en el ámbito distributivo, vi) Seguimiento y evaluación que cubren tres ámbitos, gobernanza, de fijación de plazo de tales actividades y metodología estadística, y finalmente vii) Coherencia del gasto fiscal con la agenda de desarrollo y con un trayectoria sostenible de

la deuda pública como proporción del PIB en una pauta de crecimiento robusto de la actividad productiva y el empleo.[17]

III. A MANERA DE CONCLUSIÓN

Si en el algo hay consenso entre los especialistas en desarrollo y crecimiento económico es que la inversión, la formación bruta de capital fijo, es un determinante fundamental del ritmo de expansión de mediano y largo plazo de la actividad productiva. Otra afirmación sobre la inversión en la que el debate está también zanjado hace tiempo es que, en la práctica, un crecimiento económico robusto y elevado exige un desempeño dinámico y en sinergia de la inversión del sector público y del sector privado. La hipótesis de que la relación entre ambas es de desplazamiento, de *crowding-out, ha mostrado ser errada*

16 Véanse CEPAL/Oxfam Internacional (2019). *Los incentivos fiscales a las empresas en América Latina y el Caribe*, Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/50), Santiago; y Redonda,A. et al (2023). *Evaluación de gastos tributarios: Marcos conceptuales y experiencias internacionales,* Documentos de Proyectos (LC/TS.2023/129), Santiago, CEPAL.

17 Para una reflexión más completa de cada uno de estos puntos véase, inter alia, Redonda, A. et al (2023).

en la experiencia histórica. Más bien, los casos exitosos de transición hacia el desarrollo revelan una relación de acompañamiento (*crowding-in)* de ambas componentes de la inversión.

En ese contexto, y dada la necesidad de promover políticas de desarrollo productivo para impulsar una agenda de desarrollo sostenible e inclusivo, cobra suma importancia el análisis de los alcances y limitaciones -los costos y beneficios- de los incentivos fiscales a la inversión. El propósito de este breve texto es de servir de introducción y guía a los puntos más importantes en torno a esa reflexión. Se elaboró desde la perspectiva de trabajos realizados por la CEPAL en esa materia. Como se ha visto arriba, hay razones de peso a favor de su uso desde una perspectiva teórica, dadas las reconocidas fallas de mercado, e incluso inexistencia de mercados clave, y la capacidad del Estado de corregirlas. Por otra parte, hay muchas voces que, si bien reconociendo esa capacidad potencial, sostienen que en la práctica son más los costos que los beneficios de la aplicación de esas intervenciones por el sector público. A ello a veces añaden la añeja -y para nosotros errada- aseveración de que el Estado no tiene la capacidad de diseñar políticas de desarrollo productivo en tanto no puede elegir ganadores (*pick winners). En nuestra* opinión, y de analistas y académicos importantes en la teoría y práctica del desarrollo, los incentivos fiscales (inter alia tributarios) a la inversión bien diseñados son legítimos y poderosos instrumentos de política pública: Empero, para potenciar su efecto positivo su diseño debe estar sujeto a un análisis objetivo y profundo de: i) su estrategia de aplicación, que sea transparente, temporal y sujeta a metas cuantitativas verificables, ii) la identificación del conjunto beneficiarios con informes regulares de fácil acceso, iii) un marco defectivo y eficaz de gobernanza de su diseño, implementación y monitoreo incluyendo al Congreso y la ciudadanía, y iv) un análisis a fondo de sus costos y beneficios desde una óptica agregada que cubra los aspectos fiscales así como los económicos, sociales, y ambientales en el marco de la agenda de desarrollo. Sin estos requisitos se corre el riesgo de que los incentivos fiscales deriven pérdidas netas recaudatorias incluso por encima de las erogaciones de capital del sector público mismo sin generar mayor inversión privada. Pero con estos requisitos pueden ayudar a elevar el potencial de expansión de la economía

nacional para cerrar las brechas de productividad, de empleo digno, de PIB per cápita y, en general de bienestar con los países desarrollados.

IV. BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

Agostini, C. y M. Jorratt (2013), "Política tributaria para mejorar la inversión y el crecimiento en América Latina", *Serie Macroeconomía del Desarrollo,* N° 130, CEPAL, Santiago de Chile.

Banco Mundial (2017), *Hacia un sistema tributario más eficiente. Evaluación de la eficiencia fiscal, análisis de costos y beneficios de los gastos fiscales y estudio sobre el empleo informal y sus repercusiones en el sistema tributario*, Santo Domingo.

Barra, P. y M. Jorrat (2002), Medición del gasto tributario en Chile, Documento presentado en el Seminario Regional de Política Fiscal, CEPAL, Santiago de Chile.

Campos Vázquez, R. M. (2022), "Medición de las renuncias recaudatorias en América Latina", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/148), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Celani, A., L.Dressler y M.Wermelinger, 2022. "Building an Investment Tax Incentives database: Methodology and initial findings for 36 developing countries," *OECD Working Papers on International Investment* 2022/01, OECD.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2019), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2019*, (LC/PUB.2019/8-P), Santiago.

CEPAL/Oxfam Internacional (2019). "Los incentivos fiscales a las empresas en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/50), Santiago*

CEPAL (2020), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2020*, Santiago. CEPAL (2022), *Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2022*, Santiago.

CEPAL (2023a), *Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2023*

(LC/PUB.2023/11-P/Rev.1), Santiago.

CEPAL (2023b), *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe, 2023* (LC/PUB.2023/22-P), Santiago.

Devereux, M. y R. Griffith (2003), "Evaluating Tax Policy for Location Decisions", *International Tax and Public Finance*, 10, issue 2, p. 107-26.

ICEFI (2008), "Incentivos fiscales y su relación con la inversión extranjera en Guatemala y Nicaragua", *Boletín de Estudios Fiscales No.* 8, Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales.

Fondo Monetario Internacional (varios años), *Fiscal Monitor,* Washington, D.C.

Gutiérrez Cruz, F.S., J.C.Moreno Brid, y J.Sánchez Gómez, (2021). "Inversión pública y privada en México: ¿motores complementarios del crecimiento económico?". *El Trimestre Económico,* 88(352), 1043–1071.

Jiménez, J.P. y A. Podestá (2009), "Inversión, incentivos fiscales y gastos tributarios en América Latina", *Serie Macroeconomía del Desarrollo* N° 77, CEPAL.

Klemm, A. y S. Van Parys (2009), "Empirical Evidence on the Effect of Tax Incentives",

IMF Working Paper 09/136, Fondo Monetario Internacional, Washington, D.C.

Martner, R, A. Podestá e I. González (2014), "Políticas fiscales para el crecimiento y la igualdad", *Serie Macroeconomía del Desarrollo,* N° 138, CEPAL.

Mazzucatto, M. (2019), *El Estado Emprendedor,* RBA Libros, España

McCombie J. S. L., Thirlwall A. P. (1997): 'Economic growth and the balance-of- payments constraint revisited', in Arestis et al. (eds): *Markets, Unemployment and Economic Policy*, Routledge, New York.

Moreno Brid, J.C. et al (2016), "Tendencias y ciclos de la formación de capital fijo y la actividad productiva en la economía mexicana*, 1960-2015", Estudios y Perspectivas, Serie de la* CEPAL, LC/MEX/L.1209

Moreno-Brid, J.C. L.Nalin y E.Pérez-Medina, (2023), *Current External Challenges to the Economic Expansion of Emerging Markets: A Balance-of-Payments Constrained Growth Perspective,* Institute for New Economic Thinking Working Paper Series No. 201.

OCDE-CEPAL-BID-CIAT, Estadísticas Tributarias en América Latina y el Caribe [en línea] https://stats.oecd.org/

OCDE et al (2023), *Perspectivas económicas de América Latina 2023: Invirtiendo para un desarrollo sostenible*, París.

Pecho Trigueros, M. y L.A. Peragón Lorenzo (2014), *Estimación de la Carga Tributaria Efectiva sobre la Inversión en América Latina*, Centro Interamericano de Administraciones Tributarias – CIAT.

Porcile, G. y Giuliano Toshiro Yajima (2019), *New Structuralism and the Balance-of- Payments Constraint,* Working Papers No.4/19, Sapienza University of Rome,

Redonda,A. et al (2023). "Evaluación de gastos tributarios: Marcos conceptuales y experiencias internacionales" *Documentos de Proyectos (LC/TS.2023/129),* Santiago, CEPAL.

Sebastian, J. (2013), *Effectiveness of tax and non-tax incentives and investments: evidence and policy implications*, Grupo Banco Mundial, Washington D.C.

Thirlwall A. P. (1979): 'The balance of payments constraint as an explanation of international growth rates differences', *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, 128, pp. 45–53.

Tokman, M., J. Rodríguez y C. Marshall (2006), *Las excepciones tributarias como herramienta de política pública*, CEP-Chile, Estudios Públicos, Nro. 102.

Villela, L. (2006), "Gastos tributarios: medición de la erosión de la base imponible", en *La recaudación potencial como meta de la administración tributaria*, Asamblea General del CIAT Nro. 40, Florianópolis, Brasil.

CAPÍTULO II

CONDICIONES PARA UN NUEVO PROYECTO INDUSTRIAL DIGITAL DEL PAÍS

>[6] Política industrial y sus tendencias en el marco de la economía digital: implicaciones para México

SUMARIO

I. Introducción.
II. Cambios recientes en las políticas industriales.
III. La política industrial en la economía digital.
IV. Los beneficios de la adopción de una política industrial digital.
V. Desafíos para México.
VI. Bibliografía

José Luis Solleiro Rebolledo

Investigador Titular del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM

Rosario Castañón

Académica del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se dedica al análisis de las tendencias para el diseño de políticas industriales en el contexto de la economía digital y de la respuesta que tiene México para insertarse en este contexto de cambio.

Dicho análisis se basa en la participación reciente de los autores en grupos de discusión sobre las perspectivas del desarrollo productivo y la innovación, cuyo objetivo es generar recomendaciones para que la nueva administración federal genere una política industrial digital más eficaz, dotada de una mezcla de instrumentos acorde con las necesidades de las empresas y los desafíos asociados al acelerado cambio tecnológico y la creciente competencia a nivel global.

II. CAMBIOS RECIENTES EN LAS POLÍTICAS INDUSTRIALES

Los diseñadores de las políticas de desarrollo reconocen ampliamente la complejidad actual de la competitividad y las fuentes que la alimentan. En el caso de la industria, se ha confirmado la necesidad de la intervención gubernamental para mejorar su desempeño, consolidando el concepto y ámbito de actuación en materia de política industrial.

La política industrial es un conjunto de acciones planificadas y deliberadas que buscan resolver las distorsiones de mercado derivadas de diversos mecanismos de control ejercidos por oligopolios, de mercados incompletos, de información asimétrica para los actores y de problemas de coordinación entre los agentes que suelen llevar a desarticulación de las cadenas productivas.

Mediante la política industrial se trata de mejorar la colaboración entre el sector privado y el gobierno para desarrollar las ramas económicas con mayor impacto en el crecimiento económico, el desarrollo regional, la generación de empleos de alta remuneración y la sustentabilidad. De acuerdo con la CEPAL, “la política industrial debe orientarse a construir capacidades endógenas: los aumentos de la productividad en el tiempo, en conjunto con la capacidad de competir en los mercados interno y externo, son los indicadores claves de su

éxito o fracaso. Ello requiere el análisis de la estructura de incentivos y la reevaluación constante de sus efectos".[1]

De acuerdo con lo anterior, la política industrial tiene por objeto establecer condiciones marco que fomenten la competitividad industrial mediante mecanismos como los siguientes:

1. Apoyar la adaptación de la industria a los cambios estructurales, las innovaciones y la dinámica de los mercados globales.
2. Fomentar un entorno favorable a la iniciativa y al desarrollo de las empresas, nuevos modelos de negocio y la colaboración interempresarial.
3. Apoyar la consolidación y crecimiento de las pequeñas y medianas empresas, mediante instrumentos financieros, incentivos e información.
4. Promover un entorno favorable en cuestiones como la disponibilidad de infraestructura, seguridad jurídica, capital humano y canales de acceso a mercados internacionales.
5. Favorecer el acceso de la industria a tecnologías más avanzadas e infraestructura para el desarrollo tecnológico.

Durante años, las políticas industriales de la mayoría de los países de América Latina se apegaron al Consenso de Washington en el sentido de que "la mejor política industrial es la que no existe", dejando la economía en función de las fuerzas del mercado, dando prioridad a la disciplina fiscal, la liberación de las tasas de interés, la apertura comercial, la atracción de inversiones extranjeras, la privatización de empresas públicas, la desregulación y la defensa de los derechos de propiedad (Navia y Velasco, 2003). Tampoco se privilegiaba la idea de fijar prioridades y se planteaban políticas horizontales, sin darle tratamiento especial a sectores específicos.

La evidencia ha mostrado la necesidad de que el Estado tenga una participación más activa, selectiva y planificada, con acciones de corto, mediano y largo plazo, ampliando la visión y el alcance de las políticas industriales. Efectivamente, las experiencias de países asiáticos y europeos muestran que, en el caso de los primeros, la promoción de economías exportadoras

1 https://www.cepal.org/es/temas/politica-y-desarrollo-industrial/acerca-politica-desarrollo-industrial consultada el 9 de enero de 2024

especializadas en productos concretos y, en el caso de los segundos, el fomento de agrupamientos industriales con enfoque de desarrollo territorial, las políticas industriales han evolucionado con un claro sentido de intervención proactiva, con énfasis en el aprendizaje, la cooperación interempresarial y la especialización inteligente.

> "A diferencia de una política que sólo atiende las fallas de mercado, la nueva política industrial visualiza la creación de nuevos mercados. No se trata de seleccionar sectores ganadores y protegerlos, sino de definir una visión de desarrollo industrial con sus reglas y los recursos necesarios, con una posición holística que reconozca que este desarrollo ocurre en un conjunto complejo de interacciones entre las diferentes esferas de la economía". (Brown y Domínguez, p. 14).

El nuevo enfoque de política industrial incluye una gama amplia de instrumentos que buscan estimular el desarrollo productivo, con un fuerte componente de cooperación de los sectores económicos con el gobierno. También se incluye la intención de desarrollar áreas de especialización inteligente[2] en las que las economías nacionales aprovechen sus vocaciones productivas, dando prioridad a las actividades en las que se puede alcanzar mayor competitividad y valor agregado.

La exportación de bienes de alta tecnología también se ha convertido en un objetivo prioritario, para lo cual los países buscan atraer inversionistas extranjeros y tecnologías que, en alianza con empresas locales, faciliten la generación de valor y avancen en la transformación de materias primas en productos que puedan ofrecerse en mercados globales. El fomento de acciones para aumentar la productividad sigue siendo un elemento básico, toda vez que el diferencial que existe frente a los países más desarrollados sigue siendo considerable.

El fenómeno de los clusters y otro tipo de agrupaciones industriales que buscan la eficiencia colectiva ha propiciado que las políticas industriales modernas busquen potenciar la cooperación interempresarial y las llamadas

2 https://iap.unido.org/articles/how-smart-are-smart-specialization-strategies consultada el 20 de diciembre de 2023

economías de aglomeración en las que se presenta una alta derrama de conocimiento y oportunidades entre empresas que se integran a una cadena (Krugman, 1998; Porter, 1990). La implicación de política radica en ofrecer incentivos a la relación entre actores de la cadena, muchos de los cuales se refieren a la creación de agentes encargados de intermediar esas relaciones y formar redes (Sepúlveda y Amin, 2006).

Otra tendencia muy marcada se refiere a la gobernanza. La gobernanza surge como un nuevo estilo de gobierno, distinto del modelo de control jerárquico y de mercado, caracterizado por un mayor grado de cooperación entre los gobiernos, las administraciones públicas y los actores no gubernamentales en la definición, ejecución y evaluación de las políticas públicas. Lo que cambia es el proceso de elaboración de las políticas públicas, buscando fundamentarlo en la colaboración, el consenso y la participación de distintos actores, para mejorar los resultados y eficacia de las políticas.

En lo que se refiere a la gobernanza de la política industrial, es importante considerar que más allá de la concepción tradicional, se deben buscar formas de gobierno estratégicas que resalten el valor de la acción pública a través de la relación entre sociedad, mercado y Estado para lograr contribuciones al desarrollo sostenible. Así, gobierno, sector privado, academia y sociedad civil deben trabajar en conjunto para identificar las necesidades y oportunidades de desarrollo industrial, así como para diseñar e implementar instrumentos de intervención y programas que fomenten la productividad, la innovación, la inversión y el crecimiento sostenible.

Uno de los principales desafíos en la gobernanza de la política industrial es lograr un equilibrio adecuado entre la intervención estatal y la libertad de acción para las empresas. Si bien el papel del gobierno es fundamental para proporcionar el marco institucional y regulatorio necesario para el desarrollo industrial, así como financiamiento para promover el desarrollo de ramas, regiones o empresas pequeñas, también es importante evitar la sobre-regulación y permitir que el mercado funcione de manera eficiente. En este sentido, la transparencia y la participación de los actores relevantes en el diseño de la política y sus instrumentos son elementos clave para garantizar una gobernanza efectiva y equitativa.

Además, hay que prestar atención no sólo a los objetivos económicos, sino también los sociales y ambientales. Actualmente, al diseñar las políticas, es necesario considerar aspectos como la promoción de la equidad de género, la protección del medio ambiente, la inclusión de grupos marginados son aspectos fundamentales que deben integrarse en la formulación y ejecución de políticas industriales.

III. LA POLÍTICA INDUSTRIAL EN LA ECONOMÍA DIGITAL

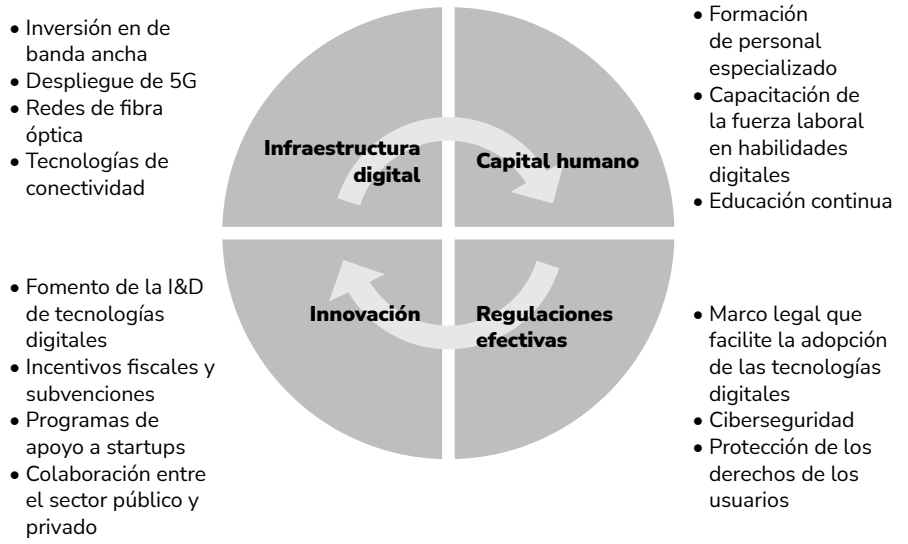
Actualmente, de acuerdo con Maciel (2023), observamos un fenómeno global de mayor aceptación a un papel gubernamental más proactivo, en contraposición de la concepción completamente liberal de dejar el desarrollo en función de las fuerzas del mercado, sobre todo a partir de las crisis financieras y la pandemia de COVID-19. Así, el debate ya no es si las políticas industriales son necesarias, sino sobre la mejor manera de diseñarlas e implementarlas, mitigando los posibles efectos del proteccionismo y adaptándolas a las nuevas condiciones del desarrollo industrial.

En la era digital, la transformación tecnológica se ha convertido en el motor del desarrollo económico y social. Por ello, la política industrial digital ha adquirido singular importancia para que los países aprovechen las oportunidades que ofrece la llamada Industria 4.0, la cual está revolucionando la producción y distribución de bienes y servicios, construyendo sobre los avances de la tercera revolución industrial, gracias a la interconexión entre productos, máquinas, procesos y consumidores, usando intensivamente tecnologías como la internet de las cosas, la inteligencia artificial, la computación en la nube, sensores, robots autónomos y otros servicios digitales usados para procesar grandes cantidades de datos (Zhang and Chen, 2020).

La política industrial digital tiene dos enfoques principales: 1) promover el desarrollo de la economía digital, apoyando el fortalecimiento del sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que incluye actividades manufactureras y de servicios cuya actividad principal está ligada

al desarrollo, producción, comercialización y uso intensivo de las TIC[3], así como la generación de nuevos modelos de negocio; y 2) la transformación digital de los sectores tradicionales (agricultura, industria de transformación, logística, turismo, comercio, etc.) para modernizar sus operaciones, reducir sus costos y elevar su productividad.

Figura 1 **Los pilares de la política industrial digital.**



En este marco, la política industrial digital debe enfocarse en la generación de un conjunto de estrategias y acciones gubernamentales diseñadas para promover el desarrollo de las tecnologías digitales y su integración en los diferentes sectores económicos. Se trata de crear un ecosistema digital eficiente y colaborativo que beneficie a todos sus actores. Para tal efecto, debe desarrollarse un paquete de instrumentos que cuente al menos con lo siguiente:

Inversión en infraestructura digital. En el contexto actual de cambio tecnológico acelerado, es indispensable invertir en la modernización y expansión de la infraestructura de banda ancha de alto desempeño, incluyendo el despliegue de redes 5G, fibra óptica y dispositivos móviles y fijos que potencien

3 https://www.eustat.eus/documentos/opt_1/tema_116/elem_12878/definicion.html consultada el 10 de diciembre de 2023

la conectividad. Los recursos necesarios para esta expansión justifican que la política privilegie la formación de alianzas público– privadas y la canalización de incentivos económicos en forma de subvenciones y exenciones fiscales para empresas que inviertan en infraestructura digital.

Desarrollo del marco regulatorio. Es indispensable contar con regulaciones efectivas que, lejos de prohibir, fomenten la innovación, la competencia y la protección de los intereses de los consumidores. Esto incluye la actualización de la normativa en materia de protección de datos personales, ciberseguridad, propiedad intelectual, comercio electrónico y pagos digitales, así como encarar tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, blockchain y criptomonedas.

Apoyo a la formación de competencias digitales. El capital humano es el motor de la transformación digital. Por ello, se debe invertir en programas educativos que refuercen las habilidades digitales en todos los niveles, además de formar especialistas en ciencia de datos, inteligencia artificial, desarrollo de software y algoritmos de aprendizaje automático. También debe fortalecerse la transición de los trabajadores ocupados en puestos tradicionales hacia actividades con un contenido digital creciente.

Políticas de apoyo al emprendimiento y la formación del ecosistema para las empresas startup. Se requieren políticas específicas para desarrollar un ecosistema de apoyo a la formación de nuevas empresas digitales, con énfasis en el acceso a financiamiento, capital de riesgo, servicios de mentoría, incubación y aceleración de empresas. El ecosistema tiene diversos componentes ilustrados en la Figura 2.

Figura 2 Componentes de un ecosistema de empresas digitales startup.

Fuente Elaboración propia.

Iniciativas de datos abiertos. Un concepto muy ligado a la economía digital es el de la economía del dato, la cual está orientada por la exploración y la explotación de grandes cantidades de datos por parte de las empresas, con el fin de identificar nuevas áreas de negocio (Ontiveros y López, 2017, p. 23), que abarcan desde la producción de nuevos productos y servicios, hasta su venta en mercados de datos (Carrière-Swallow y Haksar, 2019; ICC, 2023). Ante esto, la política digital debe contemplar iniciativas para hacer disponibles datos no confidenciales de carácter económico, técnico y comercial, así como impulsar esquemas de ciencia abierta para apoyar proyectos de innovación.

Fortalecimiento de los servicios de gobierno por medios digitales. La relación de las empresas y los ciudadanos con el gobierno, sus servicios y procesos se hace más eficiente y simple mediante medios digitales, portales de acceso e inteligencia artificial para acelerar y mejorar las respuestas, así como la gobernanza.

Uso de medios digitales para facilitar el comercio. Se ha reconocido la importancia de los instrumentos electrónicos para facilitar el comercio internacional, los cuales incluyen la legalización de firmas electrónicas, la digitalización de procedimientos aduanales y la armonización de regulaciones en la materia, de forma tal que se permita la interoperabilidad de plataformas comerciales. En este tema, los hallazgos de la Encuesta Global de Facilitación Digital y Sustentable del Comercio realizada por las naciones Unidas en 2023 destacan la reducción sustantiva de los costos al implementar procesos electrónicos "*paper less*" (United Nations, 2023).

Innovación y recursos para la investigación. Este elemento de la política industrial digital refiere a la necesidad de invertir en programas de investigación y desarrollo para impulsar la innovación y la adopción de nuevas tecnologías que apuntalen la generación y difusión de soluciones digitales a problemas de los actores del ecosistema industrial y sus cadenas de valor. El apoyo debe considerar programas de financiamiento, subvenciones para proyectos, incentivos fiscales a empresas innovadoras y la construcción de plataformas para desarrollar tecnología para industrias estratégicas, inteligencia artificial, internet de las cosas, ciencia de datos y ciberseguridad.

Regulación, capacitación y sensibilización en ciberseguridad. El crecimiento de la conectividad es un fenómeno que trae consigo muchos beneficios, pero

también riesgos. La realidad es que cada punto de conexión de un dispositivo electrónico (computadora, teléfono, sensor o autómata) es un elemento de riesgo para los sistemas y la información de las organizaciones. Por ello, diseñar y ejecutar estrategias de ciberseguridad para proteger la infraestructura, los datos y sistemas ante la aparición de ciberataques es de la mayor importancia. Las estrategias deben incluir el establecimiento de normas, la difusión de buenas prácticas, la compartición de información y la capacitación de múltiples usuarios en materia de ciberseguridad.

Políticas de inclusión digital. La inclusión digital, de acuerdo con Martínez, et al. (2023) no sólo implica tener acceso a las TIC, sino también aprovechar sus ventajas y beneficios, de forma tal que se potencie su impacto en la vida de las personas, en áreas como el trabajo, la educación, la cultura, los servicios financieros, las compras y transacciones en línea y el gobierno electrónico. Por ello, para concretar esos beneficios, hay que hacer que la economía digital esté disponible para diversos estratos de la sociedad, particularmente para comunidades marginalizadas en áreas urbanas y rurales. En este contexto, las políticas deben incluir instrumentos específicos para reducir la brecha digital, mediante inversiones para facilitar el acceso a internet, programas de alfabetización digital y la oferta de dispositivos digitales con precios accesibles para la población de bajos ingresos.

Al implementar estos instrumentos de política de manera coordinada y holística, los gobiernos pueden crear un entorno propicio para que la economía digital prospere, impulsando la innovación, el crecimiento económico y la inclusión social en la era digital.

IV. LOS BENEFICIOS DE LA ADOPCIÓN DE UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL

Las empresas que integran las tecnologías digitales en sus procesos son más eficientes, productivas y competitivas en el mercado global. Esto se da por la simplificación de sus procesos, la reducción de sus costos y por el fortalecimiento de su conexión con su cadena de valor.

En este mismo sentido, actualmente se reconoce que la economía digital genera nuevas oportunidades de negocio, gracias a las ventajas que ofrece el comercio electrónico con una dimensión global.

La promoción deliberada y planificada de la economía digital puede contribuir al desarrollo regional al descentralizar las actividades económicas y permitir que más empresas y emprendedores se integren a cadenas globales de valor y mejoren sus posibilidades de acceso a nuevos mercados a través del uso de herramientas de internet y plataformas digitales.

Para las nuevas empresas, la promoción de la digitalización de la economía fomenta simultáneamente la innovación y el emprendimiento al reducir las barreras de entrada para nuevos negocios y startups, pues el uso de plataformas facilita la colaboración y el intercambio de conocimientos, el manejo de instrumentos para facilitar pagos y facturación y, notablemente, el acceso a recursos y financiamiento a través de plataformas en línea.

Es relevante destacar entre los beneficios el hecho de que la digitalización puede ayudar a reducir desigualdades al brindar oportunidades económicas a los ciudadanos, independientemente de su ubicación o condición socioeconómica, siempre y cuando haya instrumentos de apoyo que hagan viable la respuesta ante esas oportunidades.

V. DESAFÍOS PARA MÉXICO

Es importante reconocer que la política industrial de México ha estado marcada por un enfoque orientado, primeramente, hacia la sustitución de importaciones y la protección de sectores específicos de la economía, y posteriormente a la promoción de las exportaciones, con énfasis en industrias como la automotriz, la aeroespacial y la maquiladora de exportación. Si bien esta estrategia puede haber sido relevante en el pasado, en la actualidad es necesario adoptar un enfoque más dinámico y orientado hacia la promoción de la economía digital, la innovación, la diversificación productiva y la integración en cadenas globales de valor.

Sin duda, uno de los cambios necesarios en la política industrial de México es la promoción de la innovación y el desarrollo tecnológico como motores del crecimiento económico. Esto implica invertir en investigación y desarrollo (I+D), fortalecer la colaboración entre el sector público, privado y académico, y

fomentar la adopción de tecnologías digitales y de la información en todos los sectores de la economía.

Al incorporar la innovación en el espacio para la definición de políticas, la gobernanza se vuelve más compleja porque se trasciende el objetivo de generar conocimiento propio de la investigación científica, para considerar todos los mecanismos que favorecen su aplicación, difusión, transferencia e intercambio, así como su eventual impacto en la solución de problemas y en la generación de riqueza. Esta consideración implica la inclusión de múltiples actores con lógicas y motivaciones diferentes, procesos cooperativos de generación de conocimiento y expansión de las posibilidades de acción pública. Por ello, el espacio se vuelve más complejo y heterogéneo, con reglas diferentes a las exclusivas del ámbito gubernamental. Sin embargo, dado que el Estado continúa siendo el principal coordinador y regulador de la actividad económica es fundamental su voluntad política para establecer objetivos de largo plazo y lanzar incentivos que motiven el cambio deseado en el comportamiento de otros actores. Infortunadamente, la política en materia de ciencia, tecnología e innovación ha ido en el sentido contrario, rompiendo la interlocución con el sector privado (Solleiro, 2023).

El gobierno debe coordinar el establecimiento del marco propicio institucional y dar espacio a un horizonte de largo plazo relativo a las prioridades económicas y sociales, garantizando que los recursos sean suficientes para que los diversos actores públicos y privados converjan en el logro de los objetivos y metas por alcanzar. Esto implica mejorar sustantivamente la coordinación entre las secretarías de Estado y agencias gubernamentales, organizaciones empresariales, instituciones educativas, empresas y sociedad civil, especialmente cuando se trata de programas relacionados con la innovación.

Otro cambio necesario en la política industrial de México es fortalecer la articulación interna de las cadenas de valor, lo cual se puede facilitar mediante medios digitales y comercio electrónico. En cuanto a la integración a cadenas globales de valor, México tiene la oportunidad de convertirse en un hub de manufactura avanzada y logística, particularmente en América del Norte mediante el nearshoring, aprovechando su posición geográfica estratégica y su red de acuerdos comerciales. Pero aprovechar esta oportunidad implica mejorar sustancialmente su infraestructura de transporte y comunicaciones,

reducir los costos logísticos y promover la cooperación industrial y tecnológica con otros países de la región.

Asimismo, es crucial revisar y modernizar el marco regulatorio y las políticas de fomento industrial en México para garantizar un ambiente empresarial favorable y competitivo. Esto incluye simplificar los trámites administrativos, reducir la burocracia, mejorar la protección de la propiedad intelectual, y fortalecer los mecanismos de apoyo a las pymes y startups.

La política industrial digital de México requiere de la creación de instrumentos específicos, rompiendo con la inercia actual de muy baja intervención estatal en el desarrollo industrial del país.

En el caso de las áreas de política industrial en las que existan capacidades y recursos institucionales disponibles en áreas complementarias a la industrial como la política de innovación, ciencia y tecnología, fomento del emprendimiento y promoción de las exportaciones, es recomendable la implementación de mecanismos horizontales disponibles para todas las actividades industriales. Los instrumentos horizontales necesitarán de la coordinación interinstitucional para su fortalecimiento presupuestario, divulgación y estandarización de sus procedimientos.

En el caso de los instrumentos horizontales, hay que poner énfasis en el refuerzo de las condiciones marco, las cuales se refieren a los elementos estructurales que generan el ambiente en el que operan empresas, organizaciones e industrias. Estas condiciones suelen ser generadas por gobiernos, organismos reguladores y agrupaciones del sector privado para generar un entorno propicio para que la producción, las relaciones comerciales y la distribución de beneficios de las actividades económicas ocurran de manera competitiva y segura.

Las siguientes son las principales condiciones marco para crear ese entorno propicio para el desarrollo industrial digital.

- Marco normativo. Se requieren regulaciones y normas claras, tal como se ha señalado en líneas anteriores. Es importante señalar que no basta contar con instrumentos jurídicos, pues debe haber la organización y procedimientos necesarios para su aplicación efectiva, pues es notorio que esto no ocurre en este momento.

- Acceso a financiamiento. Contar con fuentes accesibles y confiables de financiamiento es una condición indispensable para viabilizar las inversiones de empresas consolidadas y startup.
- Infraestructura. Una infraestructura adecuada es esencial para poder transportar, almacenar y mantener las características de calidad de productos, así como para mantener la comunicación a lo largo de la cadena de valor. Por ello, se requieren caminos en condiciones óptimas, terminales logísticas multimodales, almacenes y conectividad de alta velocidad. Todo es indispensable para el movimiento de materiales y mercancías, la reducción de pérdidas y el aseguramiento de la disponibilidad de los productos en sus mercados de destino. Sin duda, este es uno de los aspectos críticos en los que se debe trabajar en el país para que su industria sea competitiva.
- Acceso a mercados. Crear las condiciones para facilitar el acceso a mercados nacionales y extranjeros es crucial para el desarrollo del sector agroalimentario. No basta la infraestructura, pues deben desarrollarse procedimientos expeditos y confiables para asistir a las empresas en la comercialización y en la facilitación de los procesos asociados.
- Personal calificado. El dominio de las nuevas tecnologías para la industria requiere competencias en temas emergentes. Por ello, la formación de recursos humanos, así como los programas de educación continua y capacitación son esenciales. La inversión en esta área es la base para detonar empresas innovadoras y debe reconocerse que el país se está rezagando en virtud de su nueve enfoque hacia la educación.
- Aseguramiento de calidad y procesos de certificación. El acceso a mercados especializados requiere mecanismos confiables que garanticen la calidad de los productos, por lo que se debe hacer un esfuerzo mayúsculo para que las empresas cuenten con un entorno que apoye los procesos de certificación y que, paralelamente, garantice el cumplimiento de las regulaciones asociadas a la calidad.

En cuanto a las políticas verticales, para el caso de las ramas identificadas por la Secretaría de Economía (2022) como prioritarias (agroalimentaria, eléctrica-electrónica, la de electromovilidad, servicios médicos y farmacéuticos y las industrias creativas), se recomienda crear instrumentos verticales, que

cuenten con un diseño que permita su implementación y evaluación acordes con su especificidad tecnológica y de mercado, así como con los actores tipos de empresas participantes y sus relaciones, pues es muy importante aprovechar los vínculos existentes con el sector empresarial para su diseño. Los instrumentos verticales deben tener la escala suficiente para generar impactos en el corto y mediano plazo, por lo que se recomienda crear un número limitado de instrumentos para evitar que los recursos limitados se pulvericen y que los impactos sean poco significativos.

Tomado en cuenta lo anterior, se recomienda analizar explícitamente la complementariedad de los instrumentos horizontales y verticales de la política. Por ejemplo, debe existir una distinción conceptual entre los instrumentos dirigidos a la demanda de recursos para la innovación, cambio tecnológico, desarrollo de capacidades y la oferta de investigación y desarrollo, y recursos humanos. También se debe tener en cuenta que los instrumentos pueden ser dirigidos a objetivos con distintos horizontes de maduración como el desarrollo de capacidades digitales para la exportación o acercar las capacidades de las empresas a la frontera tecnológica.

En relación con el financiamiento, la política industrial de México requiere diversificar sus instrumentos disponibles para apoyar la construcción de capacidades productivas:

Los incentivos fiscales han tenido una baja cobertura y se han concentrado en las empresas con mayores capacidades económicas, por lo que se recomienda evaluar el impacto de dichos instrumentos sobre los indicadores de la política industrial. Hay que facilitar el acceso de las empresas, sobre todo las pequeñas, a las exenciones fiscales, pues los requisitos administrativos han actuado como inhibidores, sobre todo en el caso de los que se relacionan con la investigación y desarrollo.

Por otro lado, los instrumentos financieros (subvenciones directas, capital de riesgo y créditos preferenciales) deben tener la capacidad de responder a cambios en el entorno y a la diversidad de condiciones de las empresas. La producción industrial está cambiando de forma acelerada y se requiere una respuesta ágil por parte de los tomadores de decisiones para que los apoyos sean suficientes y oportunos.

Las Alianzas Público-Privadas son esenciales para impulsar el desarrollo de las cadenas productivas, pues son una forma ideal de construir y poner en práctica consensos que recojan los intereses de distintos sectores alrededor de la transformación económica, regional y social. Este tipo de alianzas pueden evolucionar desde la participación privada en consejos asesores de los organismos encargados de la política, hasta la realización de inversiones conjuntas para el desarrollo de ramas productivas, regiones específicas, infraestructura y capacidades digitales.

En este tipo de alianzas, es importante que el Estado colabore estrechamente con el sector privado, pero manteniendo siempre su autonomía y la visión de cuidar el interés público, pues es frecuente que las organizaciones empresariales prioricen sus intereses particulares. Devlin y Moguillansky (2010) recomiendan que estas alianzas descansen en tres pilares: una visión estratégica de país a mediano y largo plazo; un respaldo decisivo del Estado a las alianzas público-privadas y una ejecución eficaz, basada en objetivos claros, adopción de buenas prácticas para la ejecución, y mecanismos de monitoreo y evaluación de resultados, basados en indicadores confiables.

Se recomienda evaluar la factibilidad de crear en México una agencia implementadora de los instrumentos de la política, de naturaleza público-privada para lograr una administración más eficaz y eficiente, de tal forma que le permita ejecutar con mayor agilidad y transparencia los instrumentos y explorar áreas de oportunidad con un mayor acercamiento al sector privado.

Adicionalmente, es claro que la política industrial digital de México requiere de la coordinación de políticas complementarias, las instituciones a cargo de su implementación y del fortalecimiento de vínculos con actores relevantes para su desarrollo. Por lo anterior, se considera necesaria la activación de un consejo de promoción industrial digital de alto nivel que cuente con la participación de las secretarías responsables de los sectores relacionados con la producción de bienes y servicios (Secretaría de Economía; Agricultura; Educación; Infraestructura, Comunicaciones y Transportes; Energía; Salud; y Hacienda), representantes del sector privado y de la academia, cuyo propósito sea definir y darle seguimiento a las metas de la política industrial del país. Los integrantes del sector público deben representar a nivel político y técnico las áreas complementarias de política sectorial, para alcanzar sinergias favorables.

Para la definición de nuevos sectores estratégicos, es necesaria la creación de mecanismos explícitos para identificar prioridades de desarrollo productivo a nivel regional, siguiendo principios y metodologías de la especialización inteligente, con participación del tejido empresarial y las autoridades políticas a nivel territorial.

Como apoyo a esto último, es recomendable crear capacidades institucionales para la realización de estudios prospectivos y de vigilancia tecnológica que permitan anticipar escenarios futuros que tomen en cuenta las tendencias comerciales y tecnológicas globales que impactan a la actividad industrial. Además, se recomienda aprovechar las capacidades existentes para realizar encuestas continuas a nivel nacional dirigidas a la medición de características del desarrollo empresarial como el nivel de innovación, digitalización, capacidades de investigación y desarrollo, y participación en mercados.

En síntesis, la política industrial digital es una herramienta indispensable para que México pueda aprovechar las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial. Es fundamental que el gobierno de la próxima administración implemente políticas públicas que fomenten efectivamente la inversión en infraestructura digital, la formación de capital humano, la innovación y la creación de un entorno regulatorio favorable. Solo así se podrá lograr una transformación económica y social que beneficie integralmente a los ciudadanos.

Es importante recordar que la política industrial digital no es una solución mágica. Su éxito dependerá de la capacidad del gobierno para trabajar en colaboración con el sector privado, la academia y la sociedad civil. Un esfuerzo conjunto y sostenido es la clave para que México pueda aprovechar al máximo el potencial de la era digital.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Brown, F. y Domínguez, L. (2015). Los retos de la nueva política industrial, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México

Carrière-Swallow, Yan y Haksar, Vikram (23 de septiembre de 2019). *La economía de los datos*. IMF Blog. https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2019/09/23/the-economics-of-data

Devlin, R, & Moguillansky, G. (2009). Alianzas público-privadas como estrategias nacionales de desarrollo a largo plazo. Revista CEPAL, 97, 97-116

ICC (2023). *Data Management Guide for Small Business: An introduction to data management for micro-, small-and medium-sized enterprises*, https://iccwbo.org/publication/data-managmentguide-for-small-business/

Krugman, Paul, 1998, What's new about the New Economic Geography?, *Oxford Review of Economic Policy,* 14 (2): 7-17.

Maciel, M. (2023), The Renaissance of Industrial Policy and Its Articulation With Data Governance, Diplo Foundation, https://www.iisd.org/articles/policy-analysis/industrial-policy-data-governance

Martínez, R. et al. (2023). Políticas de inclusión digital en México Una mirada al estado de Oaxaca, Rev. Cien. Soc. vol.36 no.52**,** https://doi.org/10.26489/rvs.v36i52.8

Navia, P. y Velasco, A. (2003), "The Politics of Second Generation Reforms in Latin America", en *After the Washington Consensus: Restarting Growth and Reform in Latin America*, John Williamson y Pedro-Pablo Kuczynski (eds.), Washington: Institute for International Economics.

Ontiveros, Emilio y López, Verónica (2017). *Economía de los Datos*. España: Editorial Ariel.

Porter, M., 1990, *The Competitive Advantage of Nations*, London: Macmillan.

Secretaría de Economía 2022. Rumbo a una política industrial, Ciudad de México

Sepúlveda, Leandro y Ash Amin, 2006, "Decentralising Industrial Policies: Threat or Opportunity in Developing Countries?" en *International Handbook of Industrial Policy*, Bianchi y Sandrine Labory Patrizio (eds.), UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar Cheltenham.

Solleiro, J.L. (2023), Iniciativa de Ley General de HCTI: Una propuesta de control gubernamental, La Barra 118, marzo-mayo 2023, 10-14

United Nations (2023). Digital and Sustainable Trade Facilitation: Global Report 2023 Based on the United Nations Global Survey on Digital and Sustainable Trade Facilitation, United Nations Conference on Trade and Development, Geneva

Zhang, C.M., Chen, Y., 2020. A review of relevant to the emerging industry trends: industry 4.0, IoT, blockchain, and business analytics. Journal of Industrial Integration and Management-Innovation and Entrepreneurship 51 (1), 165–180 https://doi.org/10.1142/s2424862219500192

CAPÍTULO II

CONDICIONES PARA UN NUEVO PROYECTO INDUSTRIAL DIGITAL DEL PAÍS

>[7] Implementación de la política industrial digital en México: desafíos y estrategias

SUMARIO

I. Introducción
II. Habilidades digitales.
III. Procesos de digitalización industrial.
IV. Hacia una política industrial digital.
V. Conclusiones.
VI. Bibliografía.

Jorge Basave Kunhardt

Investigador Titular del Instituto de Investigaciones Económicas (IIE) de la UNAM, Tutor del Programa de Posgrado y Profesor de Posgrado en Economía, UNAM, Fundador de la Revisa Economía, UNAM y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

Paty A. Montiel Martínez

Profesora Titular de la Facultad de Economía, UNAM, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ganadora del Premio Universidad Nacional a Joven Académica en Ciencias Económico-Administrativas 2021.

Seyka Sandoval Cabrera

Especialista en temas económicos. Candidata Nacional del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias, y Tecnologías (CONACYT).

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad y los sistemas productivos en el mundo entero han experimentado cambios profundos desde hace varias décadas por el impacto y la influencia de la revolución tecnológica consistente en una "constelación de innovaciones técnicas estrechamente interrelacionadas" (Pérez, 2004:32) que a su vez devinieron en la tercera revolución industrial. Esta ha proporcionado una base electrónica informática y de telecomunicaciones a la automatización, partiendo de los fundamentos tecnológicos del circuito integrado, el software y la digitalización (Ordoñez, 2021:45-60). Este hecho ofrece nuevos bienes y servicios a la sociedad y demanda de ésta habilidades digitales y conocimientos para poder desarrollar a la propia industria en un proceso de retroalimentación positiva por medio de procesos de aprendizaje diversos, que requieren de infraestructura, así como de procesos educativos y culturales digitales.

En 2023, aproximadamente 57% de la población mundial (5.4 billones de personas) se encontraba conectada a internet (ITU 2023a: 1). A su vez, el "internet de las cosas", el big data y cada vez más aceleradamente la inteligencia artificial (IA) influyen en la economía y en la sociedad. Incluso, con posterioridad a la pandemia de COVID19, se observa un fenómeno de trasversalización (abordar en forma transversal varios campos del conocimiento, sin pertenecer exclusivamente a ninguno de ellos) del uso de instrumentos digitales (Schatan, 2022:10).

La digitalización se abre paso rápidamente en las actividades financieras, de servicios, productivas y comerciales. En el caso de México son estas últimas en las que más se advierte su presencia y su impacto económico: la participación del valor agregado bruto del comercio electrónico en el PIB nacional pasó entre 2013 y 2021 del 3.3% al 5% (INEGI, 2023:1)

Por esto, el desarrollo productivo y el incremento de la competitividad empresarial está dependiendo cada vez más de los servicios digitales (UNCTAD, 2019:3; Schatan, 2022:13; Oropeza y Berasaluce, 2023: 17-18) y del llamado proceso de digitalización. Este proceso ha evolucionado de tal forma que se encuentra estrechamente vinculado al desarrollo económico y muy

significativamente a la productividad manufacturera por lo que se encuentra entre los principales objetivos y metas de una política industrial moderna.

Una vez que el uso de internet ha evolucionado hacia las TIC, se vuelve igualmente importante, diríamos que una condición indispensable, el que en la sociedad se adquieran habilidades digitales (UNCTAD, 2019:4), por medio del aprendizaje y de procesos de transmisión de conocimiento. Las habilidades digitales[1] se adquieren en la educación, la capacitación y la práctica que tienen que formar parte de una nueva concepción integral de la política industrial que comprenda la digitalización. Sin una población digitalizada no puede cumplirse la meta de digitalizar la política industrial.

Por ello, en los países industrializados, las políticas públicas orientadas a la enseñanza, la educación superior y el desarrollo científico han formado parte de estrategias amplias de procesos y creación de instituciones que se vinculan estrechamente con el aprendizaje tecnológico para el cambio industrial (Cimoli et al, 2017:468-469)

De tal forma, el tema central de este trabajo lo abordamos contemplando dos ámbitos estrechamente vinculados, que comprenden políticas públicas específicas, el primero referido al espacio social con la finalidad de impulsar una cultura de digitalización en la población desde su infancia, para contar con la capacitación de la población que se ocupará de trabajar digitalmente en sus trabajos, oficios y profesiones. El segundo ámbito referido a los procesos de digitalización de la producción y de los servicios y la política industrial digital que coadyuven a incrementar el valor agregado nacional en el sector exportador. Por eso nos referiremos tanto al sistema educativo nacional y a los procesos de transmisión de conocimiento en la industria como a la necesidad de creación de infraestructura digital. Pretendemos dejar planteado, en términos muy generales, el estado actual de ambos, a partir de cuyo reconocimiento debe diseñarse e implementarse la política industrial que México requiere. Para competir y desarrollarse en un mundo digital.

1 Las habilidades en ICT se miden dependiendo de si un individuo ha realizado ciertas actividades que requieren algún tipo de habilidad en alguna de las siguientes cinco áreas: comunicación/colaboración, resolución de problemas, seguridad, creación de contenidos y manejo de información y datos (ITU, 2023a:15)

II. HABILIDADES DIGITALES

A. Infraestructura en hogares.

La escuela y el hogar son los primeros espacios en donde los individuos entran en contacto con los procesos digitales. De tal forma para evaluar el acceso real y potencial de la población mexicana a estos procesos debemos comenzar por analizar el uso de internet en el universo de los hogares. Lo haremos con datos para un período reciente que abarca 12 años (2010-2021).

El porcentaje de hogares con acceso a internet en México avanzó a buena velocidad, 29 puntos entre 2010 y 2017, para llegar al 51%, especialmente en 2016 en que se incrementó en ocho puntos. El paso se ralentizó los siguientes dos años (2018-2019) para volver a acelerarse con diez puntos entre 2019 y 2021, alcanzando el 66% (cuadro 1).

Sin embargo, podemos observar el atraso de nuestro país con relación a nuestros dos socios comerciales en el T-MEC: en 2010 el porcentaje de hogares en Canadá con acceso a internet era del 78% y en EU del 71%, 56 y 49 puntos más que en México, más del triple en ambos casos[2]. Canadá superó el 94% en 2021 y EU en 2019 se acercaba al 90%. (Cuadro 1)

Por su parte el porcentaje de hogares con una computadora se incrementó muy lentamente entre 2010 y 2016, 16 puntos para alcanzar el 46% (cuadro 1). De ahí en adelante hasta 2021 se estanca su avance e incluso disminuye el porcentaje de hogares que contaban con una computadora quedando en el 45%. La brecha de infraestructura en hogares en este rubro con Canadá y EU es aún mayor que en el anterior: En 2010 Canadá contaba con un 83%, manteniendo prácticamente la misma cifra en 2021. Por su parte EU en 2011 contaba con 76% aumentándolo en 2019 al 83%.

Es importante considerar un dato, que resulta evidente dadas las condiciones de atraso y pobreza en el campo mexicano, pero que nos alerta

2 En estos cuadros y los siguientes en esta sección, con el fin de contar con alguna relación de nuestra posición en el mundo decidimos realizar comparaciones exclusivamente con nuestros dos socios comerciales. Si incluyéramos, por ejemplo, los casos de países asiáticos de nueva industrialización como Corea del Sur, todos los porcentajes de las variables analizadas a 2021/2022aparecerían rebasando el 90% (misma fuente que en los cuadros)

sobre las dificultades que encuentra la digitalización en regiones del sur y sureste del país donde tenemos el reto de incrementar la productividad del trabajo para disminuir los rezagos de crecimiento económico con relación al centro y el norte de México. Nos referimos al porcentaje de hogares con acceso a internet en el medio rural que en 2021 no rebasa el 40% (ITU, 2023b).

Cuadro 1 infraestructura digital en hogares (%).

		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Con acceso a internet	México	22	23	26	31	34	39
	Canadá	78					
	EU	71					
Con una computadora	México	30	30	32	36	38	45
	Canadá	83					
	EU		76				
		2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Con acceso a internet	México	47	51	53	56	60	66
	Canadá						94
	EU				87		
Con una computadora	México	46	45	45	44	44	45
	Canadá						84
	EU				83		

Fuente Elaboración propia con base en: Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), http://www.Int/en/Itu-D/Statistics/Datashboards/Pages/Digital-Development.aspx. Consultada: 08/01/2024

Otra variable seleccionada que debemos evaluar, en este caso las capacidades de la infraestructura con que cuenta la población mexicana, es su velocidad. Información sobre cuantos habitantes desarrollan habilidades digitales a una velocidad adecuada a las necesidades modernas la encontramos en el número de suscriptores de banda ancha fija y móvil.

La posibilidad de realizar operaciones simultáneas o con una gran cantidad de datos almacenados en la red y/o en los archivos del usuario requieren de alta velocidad. La destreza para manejar datos se adquiere con la práctica y es mayor si se realiza con una infraestructura moderna.

La cantidad de suscriptores de banda ancha fijos por 100 habitantes en México y en el mundo ha tendido a ser desplazada por la banda ancha móvil.

En nuestro país el número de suscriptores de banda ancha fija por 100 habitantes en 2010 era muy baja: 10, especialmente comparada con Canadá: 32 y EU: 27 (cuadro 2). En los tres casos, durante los siguientes 11 y 12 años se incrementaron solo diez u once puntos, pasaron en el caso de México en 2021 a 19, en el caso de Canadá en 2022 a 43 y en el de EU a 38.

Cuadro 2 **Suscriptores de banda ancha por 100 habitantes.**

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fijos	México	9	10	11	11	11	12	13	14	15	15	18	19	Nd
	Canadá	32												43
	EU	27												38
Móviles	México	4	13	28	30	43	53	62	66	71	78	80	88	Nd
	Canadá	30												86
	EU	60												174

Fuente **Elaboración propia con base en: Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), http://www.Int/en/Itu-D/Statistics/Datashboards/Pages/Digital-Development.aspxx Consultada 08/01/2024**

Sucede algo distinto con las suscripciones de banda ancha móvil por cada 100 habitantes. Las tendencias respectivas entre 2010 y 2021/2022 en los tres casos analizados difieren, pero coinciden en cuanto al resultado, que es la enorme penetración de la infraestructura móvil.

En México el número de suscriptores de banda ancha móvil por 100 habitantes era, igual que en el caso de la opción fija, muy baja: 4, pero se incrementa a una gran velocidad durante los siguientes seis años para llegar en 2016 a 62 (cuadro 2). Estos siguieron aumentando, aunque a un ritmo menor de ahí a 2021 llegando a 88. Aquí encontramos un avance relevante al contar con ese número de suscriptores. Supera incluso al número de Canadá en 2022: 86.

El caso de EU, país líder en esta tecnología, es diferente: en 2010 ya contaba con 60 suscriptores por cada 100 habitantes y para 2022 contabiliza a 174, lo que indica que varios de los usuarios cuentan con más de una suscripción.

En este punto es necesario hacer una advertencia. Las tasas de crecimiento de las suscripciones para aparatos móviles (celulares de banda ancha) son usualmente mayores que las suscripciones a aparatos fijos debido a que los primeros tienen un uso individual y los segundos son generalmente, o al menos en muchos casos, compartidos en un hogar o establecimiento (ITU, 2023a:8). De tal forma el número de habitantes que usan banda ancha fija podría ser considerablemente mayor.

Finalmente, en este subapartado: de acuerdo con datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (cuadro 3), México ha avanzado muy rápidamente (ocho puntos porcentuales en tres años) en la instalación de fibra óptica, por encima del promedio los países de OCDE (cinco puntos porcentuales en tres años), quedando muy cerca del promedio en 2020 y por encima de Canadá y EU. Llama la atención que, según la OCDE (Schatan, 2022:17), los tres países del T-MEC estén muy por debajo de países como Corea, España, Dinamarca e incluso Chile en América Latina.

Cuadro 3 Países con fibra óptica como porcentaje del tráfico por banda ancha fija 2018-2020 (2o trimestre).

	2018	2019	2020
OCDE	24.3	26.8	29.2
México	19.6	21.9	27.1
EU	13.7	15.4	16.5
Canadá	13	15	18.4

Fuente Elaboración propia con base en: Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), http:// www. Int/en/Itu-D/Statistics/Datashboards/Pages/Digital-Development.aspx. Consultada 08/01/24

B. Cultura digital y educación

En México durante los últimos años ha tendido a generalizarse el uso de internet. Entre 2010 y 2021 el porcentaje de individuos de la población total usando internet pasó del 31% al 76% (cuadro 4). En Canadá y en EU, que en 2010 ya contaban con cifras mucho más grandes que en nuestro país, 80% y 72% respectivamente, para 2021 rebasaron el 90%.

Cuadro 4 individuos usando internet (%).

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
México	31	37	40	43	44	57	60	53	57	70	71	76
Canadá	80											93
EU	72											92

Fuente Elaboración propia con base en Schatán, 2022:17.

En nuestro país, el uso más generalizado de internet se encuentra en los individuos de la población que corresponde en términos generales a los estudiantes, desde la preparatoria hasta el fin de una carrera profesional, lo cual es una buena referencia en la capacitación profesional de individuos a punto de integrarse al mercado laboral. El porcentaje de la población de entre 15 y 24 años de edad que usa internet en 2021 era del 93% (ITU, 2023b).

Sin embargo, el uso de internet entre la población que corresponde a la edad de cursar la primaria y la secundaria no es tal halagüeña: El porcentaje de la población de menores de 15 años de edad que usa internet en 2021 era del 79% (ITU, 2023b). Esto revela la urgente necesidad de adecuación de los planes y programas de estudios básicos en México a la nueva realidad urgida de competencia tecnológica.

Respecto al uso de internet y su papel en la capacitación digital es apropiado reflexionar lo siguiente: esta práctica social (el uso de internet como herramienta de estudio y de trabajo) se ha extendido, en México y en el mundo entero, junto a otra conectada con el "internet de las cosas" que es el uso de los teléfonos celulares (ITU, 2023a:17-18). La importancia de considerar este fenómeno radica en que es a través del uso de computadoras más que en el uso de teléfonos celulares que se adquieren habilidades digitales plenas debido a la variedad y complejidad de actividades que las primeras ofrecen comparadas con los teléfonos (e incluso las "tablets") (Schatan, 2022:14-15).

Como vimos en el apartado anterior, en México el número de hogares con computadoras como proporción del total de hogares en 2021 no rebasaba el 45%, en cambio el número de individuos que son propietarios de un teléfono móvil (entre el total de la población) ya en 2015 (último año con datos disponibles) era de 71% (ITU, 2023b).

La demanda de estos instrumentos móviles de comunicación y conexión a internet ha llevado al incremento exponencial de la creación de la infraestructura correspondiente. La población cubierta por una red para el uso de un teléfono celular pasó en México de 93% en 2015 al 96% en 2022 (ITU, 2023b). En Canadá es del 100% en ese mismo año y EU alcanzó el 100% un año antes.

Sin embargo, si la implantación de una economía digital o el propósito de "digitalizar la economía" como una meta en los países en desarrollo, en este caso México, se limita a la construcción de una infraestructura (equipo, software y hardware) se ensanchará la brecha entre el capital humano extranjero y el nacional para operar dicha infraestructura. Especialmente en la presente coyuntura de atracción de inversiones aprovechando la tendencia al "nearshoring" que entre otros insumos demandan personal local capacitado para operar. De manera importante, las habilidades digitales se convierten en un factor determinante para que funcione una economía digitalizada (UNCTAD, 2019:4; Oropeza y Berasaluce, 2023: 23).

El Banco Mundial construye un índice mundial de habilidades digitales de la población y México aparece con una distancia importante por debajo de nuestros socios en el T-MEC: EU 5.3, Canadá 5.1 y México 3.8 (Schatan, 2022:18). Incluso nos superan Costa Rica, Chile y Argentina, todos por encima de 4 puntos.

La información disponible muestra ciertos avances en el contacto directo con procesos digitales de un sector adolescente y juvenil. Pero el contacto podría iniciar a edades más tempranas lo que incrementaría la capacidad de aprendizaje para lo cual se requiere un programa de adecuaciones en el sistema de educación primaria. Tenemos también enormes déficits de acceso en los hogares a una infraestructura digital, especialmente si nos comparamos con nuestros dos socios comerciales. No cabe duda que el fenómeno de la telefonía celular ha penetrado con fuerza en la sociedad mexicana, pero como se advirtió anteriormente, no es comparable a la complejidad de habilidades que se alcanzan con el uso de computadoras, ni por lo tanto son garantía de dominio de alguna de las cinco áreas que conforman las habilidades en ICT (pag. 2 en este texto)

III. PROCESOS DE DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL

A. Infraestructura y capacidades empresariales

En este apartado se expone el estado actual de la infraestructura industrial digital y el estado de la capacitación de la mano de obra industrial para acometer las tareas que exige una digitalización de las operaciones industriales.

En México la presencia de las empresas en la red es aún limitada. En materia de innovación el desempeño muestra un rezago importante respecto del promedio de los países de la OCDE. Mientras que, en un criterio de 0 a 100, el promedio de los países de la OCDE presenta un 21 en Investigación y Desarrollo en industrias de la información, el dato para México es de 0.6. En el caso de las patentes asociadas a las tecnologías de la información y la comunicación, los datos son de 34 y 9 respectivamente. No obstante, lo anterior, México muestra una apertura de mercado superior al promedio de los países de la OCDE considerando el comercio de servicios entregables digitalmente y servicios intensivos en tecnologías digital en las exportaciones manufactureras.

En una línea similar al diagnóstico anterior, el Centro México Digital elabora el Índice de Desarrollo Digital Estatal (IDDE, 2023) en el cual clasifica a las entidades en función de su desarrollo digital. Para lograr lo anterior establece tres áreas de análisis a las que denomina pilares: infraestructura, digitalización de personas y sociedad, e innovación y adopción en las empresas. En cada una de estas áreas se especifican criterios que se ponderan para tener una puntuación que finalmente explica el IDDE. El pilar de infraestructura analiza la existencia, el crecimiento de la infraestructura y su asequibilidad, mientras que el pilar de digitalización de personas y sociedad se concentra en aspectos de uso de las tecnologías, capacidades y seguridad, a su vez, el pilar de innovación presenta niveles de adopción de tecnologías, comercio y patentes entre otros aspectos. Considerando esta información las entidades se clasifican en cuatro grupos: líder, avanzado, emprendedor y básico. En los primeros dos grupos se concentran las ciudades del centro-bajío y la frontera norte; mientras que en los últimos dos está el sur, sureste, confirmando la existencia de nuestras dos realidades, uno adentrándose en la modernidad y otro atrasado.

Bajando la información a nivel de empresas y considerando los datos para las habilidades o capacidades digitales empresariales, de acuerdo con los Censos Económicos 2019 (INEGI, 2019), del total de las unidades económicas del sector manufacturero, solo el 14 por ciento emplea internet. En este contexto son las empresas jóvenes (de 3 a 5 años) y mayores (más de 10 años) las que superan ligeramente ese promedio. Estos datos cambian si observamos los subsectores de exportación más dinámicos: en el subsector de fabricación de maquinaria y equipo (333), casi el 70 por ciento de las unidades económicas utiliza internet; en la manufactura de equipo electrónico (334) el dato promedio alcanza el 80 por ciento; y en la fabricación de equipo de transporte (336) es de casi 70 por ciento. En esta clasificación, las empresas mayores fueron las que mostraron una mayor proporción en el uso de internet.

Ahora bien, considerando la clasificación por tamaño en la industria, en los subsectores mencionados las empresas medianas y grandes tienen proporciones de uso de internet cercanos al 100 por ciento; por otro lado, solo la mitad de las microempresas utilizan dicha tecnología, mientras que las pequeñas lo hacen alrededor del 80 por ciento. La participación del equipo de cómputo y periféricos en activos fijos no supera el 5 por ciento en los subsectores mencionados, y la participación de este en el valor censal bruto está por debajo del 3 por ciento. Sin embargo, cuando observamos el dato por tamaño de empresas, de nuevo se indica que las empresas grandes se sitúan por encima del promedio. En cuanto a los usos del servicio de internet, los principales son operaciones financieras y búsqueda de información de bienes y servicios, seguidos de gestión del negocio y trámites gubernamentales.

En cuanto a las habilidades empresariales en función del uso de herramientas tecnológicas, entre el 60 y 80 por ciento de las empresas cuentan con herramientas tecnológicas básicas (redes sociales, marketing, aplicaciones, banca electrónica, teletrabajo); el porcentaje se reduce a entre 50 y 70 respecto del nivel intermedio (sitio web, intranet, comercio electrónico, servicios en la nube, programas para crear hojas de cálculo, programas de contabilidad, firma electrónica y plan digital) y, entre 20 y 40 por ciento de las empresas cuentan con herramientas tecnológicas avanzadas (extranet, programas para manejar bases de datos, servidores, sistema de planificación de recursos empresariales (ERP), sistema de administración de cadena suministro (SCM), sistema de

administración de relación con el cliente (CRM) e interfaz de programación de aplicaciones (API)). Las empresas con herramientas tecnológicas innovadoras solo representan del 10 al 20 por ciento (Inteligencia de negocios (BI), analítica de datos, gran volumen de datos (Big data), inteligencia artificial (IA), Internet de las cosas (IoT), sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID), realidad aumentada, blockchain, robótica, metaverso, impresión 3D o sistema autónomo) (IDDE, 2023)

B. Habilidades digitales en el trabajo manufacturero.

Los cambios tecnológicos y organizacionales del siglo XXI asociados a la automatización y la robótica, la digitalización y la industria 4.0[3], producen alteraciones en la demanda de las calificaciones de los trabajadores. En el sector industrial, particularmente en la manufactura, la creciente automatización demanda tareas de programación, operación y mantenimiento de los robots industriales; analistas de datos, ingenieros para el diseño y mantenimiento del proceso de digitalización y ciberseguridad, así como gestores del cambio y diseños flexibles y resilientes de los procesos a lo largo de la cadena de suministro.

De 2018 a la fecha, el porcentaje de puestos de trabajo que presentan dificultad para ocuparse en el sector manufacturero en Estados Unidos ha crecido casi 10 puntos. Lo anterior supone, de acuerdo con el Instituto de la Manufactura y la consultora Deloitte, una posible crisis de escasez de trabajadores para el año 2030, que tendrá una expresión de 2 millones de puesto de trabajo sin ocupar. Los retos principales son fomentar habilidades humanas relacionadas con aprendizaje digital, gestión, toma de decisiones y trabajo en equipo; por su parte, en materia de habilidades técnicas: manejo de robots, análisis de datos y procesos de automatización; paralelamente deben impulsarse habilidades tecnológicas que demandan entendimiento de conectividad y software, manufactura aditiva y manejo avanzado en el procesamiento de datos. (Manufacturing Institute, Deloitte, 2023).

3 Digitalizar es la acción de convertir datos analógicos en formato digital para su almacenamiento, procesamiento y distribución. Con industria 4.0 hacemos referencia a las tecnologías del Internet de las Cosas, la Inteligencia Artificial y el Big Data.

El cambio en los mercados laborales ofrece oportunidades a lo largo de la cadena de valor para los países emergentes en el marco de las tendencias de relocalización –nearshoring–, aunque también presenta desafíos frente a las opciones de reindustrialización de los países desarrollados –onshoring, reshoring–.

De acuerdo con (Casalet y Stezano, 2020), si bien los ecosistemas de innovación de los países industrializados son más abiertos y generan mayor colaboración entre los agentes participantes en el marco de las tecnologías de la industria 4.0; en México, la transición de las empresas nativas se muestra lenta debido a la falta de especialización y habilidades técnicas. Esto es relevante en el marco del T-MEC en referencia a las oportunidades de "dar alcance" y "escalamiento" de las empresas mexicanas dadas las transacciones comerciales en la región y las brechas tecnológicas, particularmente entre trabajadores.

De acuerdo con la (OCDE, s.f.), en 2018, el porcentaje de trabajadores empleados en industrias de alta intensidad digital fue de 18.62, 23.61 y 21.86 para México, Estados Unidos y Canadá, respectivamente. Si consideramos la categoría de "trabajadores empleados en industrias de alta y media alta intensidad digital" las participaciones se elevan, en el mismo orden, 45.0, 51.96 y 50.51. Como se observa, la brecha entre México y Estados Unidos es de 5 y 7 puntos en las categorías mencionadas. Los datos muestran la participación de la población ocupada en sectores vinculados con nuevas tecnologías; si bien, la brecha podría considerarse moderada, esta evidencia que, en la región, México ocupa una posición de rezago, no obstante su liderazgo en las exportaciones de automóviles, equipo electrónico y maquinaria.

En las industrias de baja y media-baja intensidad digital México ocupa la primera posición respecto de sus socios comerciales. Esto puede explicarse por las actividades que realizan las empresas ubicadas en cada país en las cadenas de suministro de las manufacturas, y por las habilidades de los trabajadores relacionados. Por ejemplo, en la cadena automotriz, en Estados Unidos se realizan actividades de diseño, producción de componentes de alta tecnología y comercialización mientras que en México, se lleva a cabo la manufactura y el ensamble de autopartes y vehículos especialmente para su exportación.

En este contexto el aprovechamiento de las oportunidades en la relocalización de las inversiones considera aspectos como el desarrollo de la infraestructura de conectividad, tanto en acceso como calidad; calificaciones de los trabajadores y las empresas, y entornos institucionales con certidumbre.

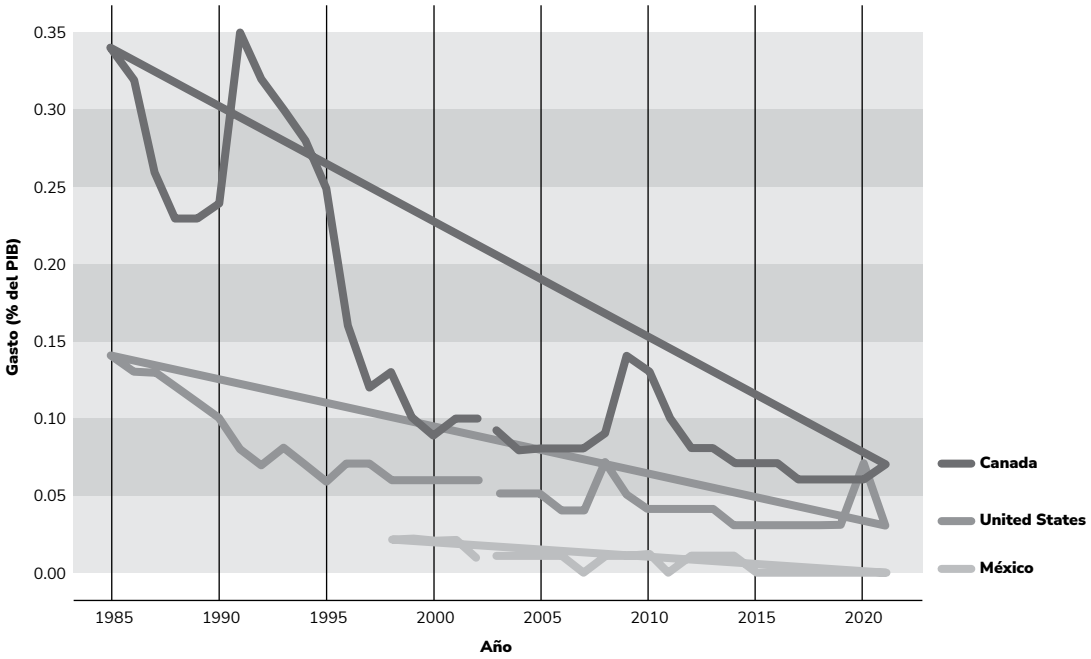
Si nos concentramos en las calificaciones de trabajadores podemos hacer referencia a los graduados a nivel licenciatura o equivalente en ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas. Para los países de la región del T-MEC, los datos son similares en el año 2021, alrededor del 25 por ciento. La brecha se pronuncia para los niveles educativos de posgrado dejando a México en un lugar de rezago (17 versus 50 por ciento). (OCDE, 2023).

El nivel educativo de la población mexicana de acuerdo con el INEGI son 9 años de escolaridad, lo que equivale en promedio a la educación secundaria. En comparación, de acuerdo con la OCDE (2023), en Estados Unidos y Canadá los años de escolaridad es de 13 a 15; considerado un nivel de educación superior. En este orden de ideas, el gasto total en instituciones educativas por estudiante equivalente a tiempo completo en 2020, fue aproximadamente de 1 a 4 entre México y sus socios del TMEC. OCDE (2023).

En estas condiciones, la participación de los gobiernos a través del gasto público se sugiere por parte de los organismos internacionales como una herramienta que, en colaboración con los agentes privados, empresas y trabajadores, amplíe las posibilidades de acceso y calidad a las nuevas tecnologías, y estimule el desarrollo de las capacidades. Contrario a dichas sugerencias, el gasto público en políticas activas en el mercado de trabajo como porcentaje del producto en capacitación, por ejemplo, ha mostrado una tendencia decreciente en los tres países mencionados en el periodo de 1985 a 2021 y en el caso de México la participación se mantiene muy cerca a cero. Los incentivos al empleo mostraron crecimientos significativos en Estados Unidos y Canadá en el marco de la crisis financiera global de 2008/2009 y de la pandemia, no así en el caso de México que se mantuvo cercano a cero. La inversión pública en creación de empleo es baja en los tres países, sin embargo, Estados Unidos y Canadá muestra saltos coyunturales, mientras que, en el caso de México, el estancamiento cercano a cero ha sido constante desde principios del siglo XXI. (OCDE, S.F. (b) (Gráfica 1)

Finalmente, para acercarnos a una visión integral sobre las habilidades en la mano de obra industrial en México hacemos referencia a un índice que toma en consideración además del sistema educativo a los niveles de capacitación en tecnologías de punta de los trabajadores en la industria y los servicios, elaborado por la UNCTAD en 2021. Se trata de un Ranking para 158 países y si bien en el aparece México situado en el lugar 33 en cuanto a su posición de capacitación en la industria, su posición baja al 68 en TIC, se desploma en cuanto a habilidades con el lugar 83 y ocupa el lugar 57 en el Ranking total (Schatan, 2022:19).

GRÁFICA 1 **Tendencias de Gasto Público en Capacitación (como % del PIB).**



Fuente **Gráfica generada por Data Analyst de OpenAI (17.01.2024), con base en datos de (OCDE, S.F. (b))[4].**

4 Datos de origen pueden consultarse en: https://docs.google.com/spreadsheets/d/10DZL-l2NFomlt6tnfPStgy9-snyu0oUs/edit?usp=sharing&ouid=117736531371090656222&rtpof=true&sd=true

IV. HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL

Una política industrial del siglo XXI requiere considerar los cambios en la base tecnológica-productiva de la economía; es decir, tomar en cuenta que el núcleo dinamizador se ha trasladado del sector automotriz-metalmecánico al electrónico-informático y de las telecomunicaciones. Y el estudio de las experiencias asiáticas recientes muestra la importancia y la efectividad de transitar a la participación del gobierno, en cuanto a la implementación de políticas industriales, de manera diferente a como se hacía en el siglo XX.

Por lo tanto, una "política industrial digital" requiere ser considerada como una política pública, en donde confluye el diálogo entre el gobierno y la sociedad en su concepción e implementación (Aguilar 2010: 29, citado por Giraldo (2020: 71)), entendida bajo una visión sistémica y transversal (Dutrénit 2018), íntimamente relacionada con la política educativa y con la política en innovación, ciencia y tecnología. En este último aspecto hubo avances en el siglo XXI a partir de la Ley de Ciencia y Tecnología de 2002, cuyo rasgo distintivo fue la introducción de cambios importantes en la manera en que los organismos gubernamentales, las comunidades académicas, los sectores productivos y los sociales deberían relacionarse; y en principio, le otorgó al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) la responsabilidad de planear, ejecutar y evaluar la política de ciencia, tecnología e innovación, independientemente de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Estos cambios permitieron la creación de espacios deliberativos de generación de diálogo entre diversos actores económicos y sociales, e incluso permitió la creación y el fortalecimiento de instituciones a nivel de las entidades federativas y regionales como los consejos estatales de ciencia y tecnología (Casas et al. 2013: 154-158), siendo varios de estos organismos públicos descentralizados sectorizados a las secretarías de economía de cada entidad federativa y no a la de educación (Villarreal Peralta 2014). Estos hechos muestran procesos tendientes a la descentralización territorial en la toma de decisiones.

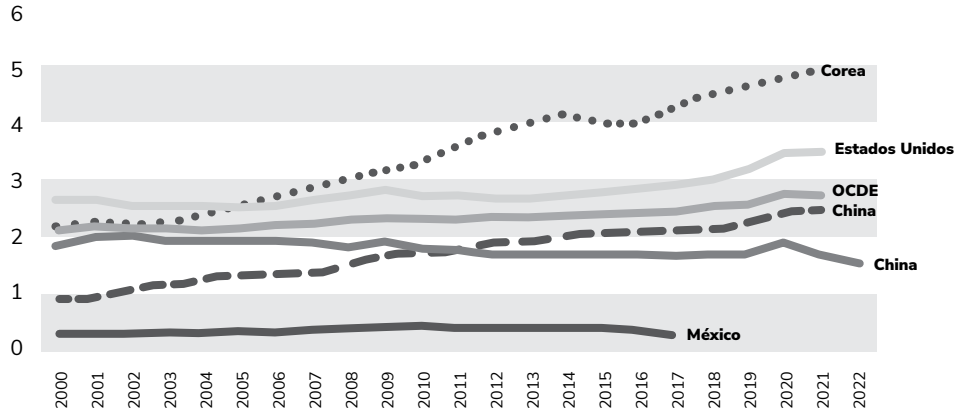
Particularmente, respecto al desarrollo de la llamada industria 4.0 y la economía digital, en 2016 la Secretaría de Economía lanzó la iniciativa *Crafing the future: a roadmap for industry 4.0* en México en articulación con actores de la academia y del sector privado para la transformación digital de la

industria mexicana. La estrategia se basó en tres lineamientos: a) desarrollar clústeres tecnológicos, b) convertirse en un líder regional del Internet de las Cosas (IoT), c) incrementar la complejidad de la economía estableciendo redes de colaboración entre sectores público, privado y académico, entre otras acciones; y se enmarcó en el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) que data del 2002, fusionándose con el Programa de Fondos para Impulsar la Innovación y se creó el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación (PROSOFT) 4.0 (Feldman y Girolimo 2021: 476, 477).

A ojos de Alvarado y Padilla (2017:395), los programas de fomento sectorial como el PROSOFT, ilustran una transición de políticas industriales horizontales a políticas verticales y selectivas; en este caso su objetivo era estimular y promover la generación de conocimientos y transferencia tecnológica en sectores estratégicos: formación de personal especializado en tecnologías de la información y en innovación, generación de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación; financiamiento para empresas, y generación de infraestructura para el desarrollo y adopción de tecnologías de la información y la innovación.

En contraste a estos esfuerzos institucionales por implementar una política industrial acorde al cambio tecnológico, el gasto en investigación y desarrollo (I+D) como proporción del PIB nunca ha alcanzado el 0.5% en México, quedando muy por debajo del promedio de los países de la OCDE que han incrementado su porcentaje lentamente de 2000 a 2021 rondando el 2%. Un comportamiento similar presenta los países socios comerciales del T-MEC que, si bien se encuentran por arriba del 3% para EUA a partir de 2018, y del 1% para Canadá, su tendencia a incrementar el gasto en I+D no está claramente definida. En cambio, la tendencia de Corea, que en el 2000 destinaba el 2.1% y hacia 2021 el 4.9%, o China, que en esos mismos años destinaba 0.89% y 2.4% respectivamente, ha sido a incrementar constantemente el gasto en I+D (gráfica 2).

Gráfica 2 Países seleccionados. Gasto en I+D como porcentaje del PIB, 2000-2022.



Fuente Elaboración propia con base en OCDE (2024(b)).

V. CONCLUSIONES

El impacto de la revolución tecnológica y su influencia en la tercera revolución industrial y sus desarrollos, han modificado profundamente la sociedad y los sistemas productivos a nivel mundial. En este capítulo se ha señalado que, en 2023, aproximadamente el 57% de la población mundial estaba conectada a Internet, indicando con ello que el proceso de digitalización está avanzando rápidamente en múltiples sectores, particularmente el financiero, los servicios, la producción y el comercio.

En México se observa un crecimiento de las personas con acceso a internet –conectividad– y habilidades digitales, así mismo en inversión de infraestructura, particularmente en banda ancha. Sin embargo, persiste una importante brecha digital al interior del país. Al exterior, y en relación con sus socios comerciales del Tratado con Estados Unidos y Canadá (T-MEC) el país presenta un franco rezago que se explica por la falta de modernización de la infraestructura de conectividad y el uso de las nuevas tecnologías asociadas a la industria 4.0. Por otro lado, se destacan las limitaciones y brechas en educación básica, recientemente evidenciadas por los resultados de la prueba PISA, y, en el nivel superior las grandes brechas en las profesiones de ingenierías, ciencias y matemáticas, relacionadas a los requerimientos actuales del mercado laboral del siglo XXI.

En materia de competitividad empresarial, se han vinculado los servicios digitales y procesos de digitalización como condiciones necesarias; y aunque se muestran avances en el caso mexicano, los datos muestran que esto se concentra en las empresas grandes participantes en los mercados internacionales y los sectores dinámicos de exportación (electrónica, maquinaria y equipo, autopartes y automóviles). Las empresas grandes presentan datos de mayor acceso a infraestructura y desarrollo de herramientas avanzadas respecto de las tecnologías asociadas a la industria 4.0, y aun así solo representan del 10 al 20 por ciento del universo empresarial. En contraste, las empresas pequeñas que constituyen el grueso de la población empresarial aún desempeñan una gran cantidad de actividades en formato analógico con mano de obra no capacitada para los desafíos de la llamada *Economía Digital*. En este escenario, las brechas empresariales se constituyen como uno de los retos centrales en el proceso para estimular el desarrollo económico y la productividad manufacturera y, como el elemento central de las políticas industriales modernas.

Los elementos anteriores nos conducen a discutir la necesidad de una política industrial del siglo XXI que incorpore como base de procesos deliberativos y de toma de decisiones la participación de actores gubernamentales, académicos, industriales y empresariales, y sociales en una cooperación virtuosa en la que, por un lado, se impulsen grandes proyectos de infraestructura coherente con los tiempos de una economía globalizada, digital y sostenible y por otro, se estimule el aprendizaje y la capacitación continua en las empresas y en la sociedad; ello en un contexto educativo que, mirando al futuro, opere en dos vías: la solución de los rezagos y el diseño de una educación moderna, digital e incluyente. Asimismo, se requiere acciones contundentes que descentralicen territorialmente la formulación y aplicación de la política considerando su articulación nacional, así como la necesaria transversalidad entre los órganos gubernamentales que la aplican.

Concluimos que la política industrial digital que México requiere debe considerar, como ya se mencionó el desarrollo de la infraestructura, expandiendo la conectividad de banda ancha, con énfasis en los estados más rezagados del sur, así como modernizar las redes móviles y la construcción de centros de datos, esto como condición de una conectividad veloz y de calidad.

Por otro lado, fomentar procesos de adopción tecnológica que cierren las brechas entre las empresas con base en incentivos fiscales, especialmente para las PYMES y las empresas tecnológicas emergentes. Todo ello en colaboración con las políticas de ciencia y tecnología que estimulen procesos endógenos de innovación. Otro aspecto que hemos señalado es la capacitación y desarrollo de habilidades, que enlaza la política laboral y educativa con la industrial y demanda la reforma del sistema educativo para incorporar los elementos de "lo digital", y fomento a las carreras STEM. Todo lo anterior, en el contexto de un marco regulatorio sólido que protege los derechos de propiedad ofreciendo certidumbre a las inversiones y garantice la seguridad en el tráfico de datos.

Lograr todo ello requiere una política industrial transversal que desarrolle herramientas en colaboración con las políticas de comunicaciones y transporte, laboral, fiscal, educativa y de ciencia y tecnología, mostrando la complejidad del quehacer político, la demanda de políticas flexibles y multiescalares y en escenarios de cooperación entre los agentes públicos y privados.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, Luis. (comp.) (2010). Política Pública. Ciudad de México: Siglo XXI Editores.

Alvarado, Jennifer, y Ramón Padilla. «Políticas industriales y tecnológicas en América Latina.» En Políticas industriales y tecnológicas en América Latina, de Jospeh Stiglitz, Giovanni Dosi, Mariana Mazzucato, Mario Pianta y Wilfried Lütkenhorst, 369-409. Naciones Unidas, CEPAL, 2017.

Casalet Mónica y Federico Stezano (2020) Risks and opportunities for the progress of digitalization in Mexico, Economics of Innovation and New Technology, 29:7, 689-704, DOI: 10.1080/10438599.2020.1719643

Casas, Rosalba, Juan Manuel Corona, Marco Jaso, y Alexandre Vera-Cruz. 2013. Construyendo el diálogo entre los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación. Libro conmemorativo de los 10 años del Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C., Editorial Gustavo Casasola S.A. de C.V.

Centro México Digital. (2023). Índice de Desarrollo Digital Estatal (IDDE, 2023). Consultado el 10 de enero de 2024, de https://centromexico.digital/idde/2023/

Cimoli M, Dosi G y Stiglitz J (2017), Los fundamentos de las políticas industriales y de innovación, en Stiglitz J, Dosi G, Mazzucato M, Pianta M y Lütkenhorst W, Políticas industriales y tecnológicas en América Latina, CEPAL, Santiago de Chile.

Dutrénit, Gabriela. «Las políticas de ciencia, tecnología e innovción y los grandes problemas nacionales.» En Las ciencias sociales y el Estado nacional en México, editado por Óscar Contreras y Cristina Puga. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 2018.

Feldman, Patricio Julián, y Ulises Girolimo. «La Industria 4.0 en perspectiva latinoamericana: limitaciones, oportunidades y desafíos para su desarrollo.» Revista Perspectivas de Políticas Públicas 10, nº 20 (2021): 459-491.

Giraldo, María Elena (2020), Las capacidades interactivas como marco de las políticas de Ciencia y Tecnología en los territorios. Un análisis de la experiencia de los parques tecnocientíficos, en Casas R, Conocimiento

y procesos interactivos en contextos territoriales. Nuevas dimensiones en el análisis de las políticas de ciencia y tecnología. México: Instituto de Investigaciones Sociales y la Escuela Nacional de Estudios Superiores-Mérida de las Universidad Nacional Autónoma de México.

INEGI (2023), Comercio electrónico, www.https://inegi.org.mx/temas/vabcoel, consultado el 09/01/2024.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2019). Censos Económicos 2019. Consultado el 10 de enero de 2024, de https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2022. Consultado el 10 de enero de 2024, de Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2020 (inegi.org.mx)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2023. Consultado el 10 de enero de 2024. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad (inegi.org.mx)

International Telecommunication Union (ITU) (2023a), Measuring Digital Development. Facts and Figures 2023, ITU, UN, Nueva Delhi.

International Telecommunication Union (ITU) (2023b), Digital Development Dashboard, ITU, UN, Nueva Delhi, www.https://itu.int/ITU-D/Statistics/Dashboards/Pages/Digital-Development.aspx

OCDE. (s. f.). Public spending on active labour market policies as a share of GDP. Consultado el 10 de enero de 2024, de https://goingdigital.oecd.org/indicator/42

Ordoñez S. (2021), Nuevo ciclo industrial. Núcleo dinámico y vías de desarrollo en el mundo actual: la originalidad de México, UNAM, México

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), (2023). Education at a Glance. OCDE. Consultado el 10 de enero de 2024, de https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (s. f.). Digital-intensive sectors' share in total employment. En Going Digital.

Consultado el 10 de enero de 2024, de https://goingdigital.oecd.org/indicator/41

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (s. f.(a)). Mexico. Going Digital Toolkit. Consultado el 10 de enero de 2024, de https://goingdigital.oecd.org/

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2024(b)). Gross domestic spending on R&D (indicator). doi: 10.1787/d8b068b4-en Consultado el 17 de enero de 2024, de https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm.

Oropeza A. y Berasaluce J. (2023), La nueva era de la política industrial digital ¿estamos preparados?, INADI/CCE/UNAM

Pérez C. (2004), Revoluciones tecnológicas y capital financiero, La dinámica de las burbujas financieras y las épocas de bonanza, Siglo XXI, México.

Schatan C. (2022), México: política industrial y tecnologías disruptivas (LC/MEX/TS.2021/20/Rev.1), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

The Manufacturing Institute. (2020). Beyond reskilling in manufacturing. The Manufacturing Institute. https://www.themanufacturinginstitute.org/DI_ER-I-Beyond-reskilling-in-manufacturing-1.pdf

UNCTAD (2019), Informe sobre la economía digital 2019. Creación y captura de valor, repercusiones para los países en desarrollo, ONU.

Villarreal Peralta, E. (2014), *Síntesis estatal de ciencia, tecnología e innovación.* Distrito Federal: Foro consultivo científico y tecnológico.

CAPÍTULO II

CONDICIONES PARA UN NUEVO PROYECTO INDUSTRIAL DIGITAL DEL PAÍS

>[8] De la política industrial a la política industrial digital. Un cambio de paradigmas

SUMARIO

I. Introducción.
II. Breve resumen del desarrollo de la política digital en México.
III. Alcance y uso de las tecnologías digitales en México.
IV. Ciberseguridad.
V. Inteligencia Artificial.
VI. Semiconductores y aseguramiento de cadenas de suministro.
VII. La adopción de una estrategia basada en la Infraestructura Pública Digital.
VIII. Conclusiones.
IX. Bibliografía

Julen Berasaluce Iza

Profesor-Investigador del Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México (COLMEX). Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI).

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años hemos podido advertir un cambio de paradigma en términos de la posición frente a la política industrial. Mientras que las políticas industriales activas y sectorialmente selectivas fueron denostadas y, con la excepción de preferencias nacionales vinculadas a gastos de defensa, apartadas de la política económica de los países occidentales. Un gran debate clásico sobre la política industrial reside en la selección sectorial, ¿cuáles son los sectores que deben impulsarse? Frente a esta pregunta, actualmente no cabe ninguna respuesta que no considere la economía digital.

La discusión sobre la aportación de la economía digital al conjunto de la economía depende de la definición de la misma. Dejando de lado esta discusión, lo cierto es que todos los sectores económicos son afectados por las tecnologías digitales. En ese sentido, la ganancia de productividad en el conjunto de la economía depende esencialmente de incrementos de la productividad que dependen de la incorporación de estas tecnologías digitales. Por ejemplo, de acuerdo con estimaciones del Foro Económico Mundial (2024) el 70% de nuevo valor creado será a través de modelos de negocio basados en plataformas digitales.

Sin embargo, la transformación económica digital también presenta riesgos, particularmente para aquellos países y modelos de negocio que no la afronten exitosamente. La extensión de los negocios digitales a todos los ramos de la economía provoca que sectores que tradicionalmente se encontraban protegidos enfrentan ahora la oportunidad de acceder a mercados internacionales a través de plataformas así como una competencia más intensa.

La industria y el sector manufacturero en general están inmersos en esta dinámica de transformación. Por poner un ejemplo, con respecto a un referente clásico de la industria y de vital importancia dentro de las exportaciones mexicanas, el automotriz, su producción depende esencialmente de insumos ligados a la electrónica y la economía digital. Hoy en día, un automóvil requiere entre mil y tres mil semiconductores. Por ello, en la reciente disrupción en la provisión de semiconductores, por efecto de las medidas de restricción en respuesta a la pandemia Covid19, la industria automotriz fue particularmente afectada.

Frente a lo anterior y bajo la renovada visión favorable a la adopción de una política industrial en México, es preciso subrayar que la política industrial debe integrarse con una política digital. Por ello, y de forma complementaria a las otras visiones de la transformación productiva que se consideran en otros capítulos de este libro, se ofrece a continuación el análisis del aspecto digital. En esta dirección, se presenta un breve resumen de las principales políticas en materia digital adoptadas en México, algunos datos sobre el uso de las tecnologías digitales en México y dimensiones fundamentales que pueden incluirse en una política digital para una transformación digital en México.

II. BREVE RESUMEN DEL DESARROLLO DE LA POLÍTICA DIGITAL EN MÉXICO

A fin de dar contexto a la propuesta de política digital expresada en el presente capítulo, se ofrece un breve resumen de las principales líneas de política digital durante las últimas décadas en México. En líneas generales, podemos considerar tres tipos de políticas. En primer lugar, se ha dado una gradual liberalización del sector de las telecomunicaciones, transitando de un monopolio público a su privatización y, posteriormente, a su apertura. Ello ha derivado en un modelo de competencia asimétrica exacerbado por altos costos fijos y bajo rendimiento que implica dotar con infraestructura suficiente para la conectividad en las partes del país con menor densidad poblacional. En segundo lugar, bajo este modelo de liberalización el Estado ha jugado un papel centrado en la vigilancia de la competencia y en la provisión de infraestructura, con especial énfasis en la gestión del espacio radioeléctrico, aunque también con proyectos dirigidos a complementar la acción del mercado. La vigilancia de la competencia ha incluido una perspectiva de asimetría de condiciones de mercado, por la situación de la que se partía. De igual forma, el sistema de competencia y subastas ha sido el empleado para la asignación del espectro, si bien el relativo alto precio de pagos por derechos ha implicado una subutilización de este. Por último, en tercer lugar, se ha dado una política de reducción de brechas de conectividad, con diferentes acciones que reducirían las barreras de conexión para la población de más bajos recursos.

La privatización de Telmex de 1990 se realizó en un contexto delimitación a la competencia. Así, durante siete años se mantuvo un embargo temporal a la entrada de nuevas empresas en telefonía de larga distancia. En 1995 con la Ley Federal de Telecomunicaciones se creó Cofetel, que enfrentaba la regulación de un sector en régimen de monopolio, pero dentro de una dinámica de liberalización. El propio organismo, que puede considerarse un precursor del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) todavía era muy dependiente de la discrecionalidad ejercida a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), con un alto grado de control en especial frente a los procesos de sanción.

El final de la década de 1990 y el inicio de la década de los 2000 impulsó un aumento del uso de los celulares y la masificación de Internet. Sin embargo, las diferencias de ingreso motivaron un acceso desigual a las tecnologías digitales, lo que ha sido denominado brecha digital, que afecta fundamentalmente a países en desarrollo. De hecho, debido a esta brecha, las personas más afectadas no pueden desarrollar sus capacidades productivas, lo que provoca un mayor alejamiento de los países que la sufren a alcanzar una alta productividad (Bourdeau de Fontenay y Beltrán 2008).

Durante la presidencia de Vicente Fox (2000-2006) se propuso el Sistema Nacional e-México, dentro del cual se integraron diferentes iniciativas, entre las cuales, la más reseñable es la creación de Centros Comunitarios Digitales en todas las cabeceras digitales. Por otro lado, en 2002 se inició una de las iniciativas de política digital con mayor aplicación en materia industrial, el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software, que no soportó las exigencias de austeridad de la última presidencia. La presidencia de Felipe Calderón dio continuidad a los programas anteriores, si bien con mayores limitaciones presupuestarias y se presentaron dos iniciativas (Agenda Digital y AgendaDigital.mx) que no tuvieron desarrollo.

Durante la presidencia de Enrique Peña Nieto se aplicó la Reforma de las Telecomunicaciones a partir de una reforma constitucional y la aprobación de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR). En conjunto se aplicó una liberalización del sector y una vigilancia de este a través de un organismo autónomo, el IFT, con mayor autonomía frente al anterior Cofetel y priorizando los criterios técnicos en sus atribuciones, entre las que se destaca

la asignación del espectro radioeléctrico. En materia de economía digital, se aprobó la Estrategia Digital Nacional en 2015, con varias dimensiones de interés. Se cubría el e-gobierno, la participación ciudadana, la transformación digital de servicios públicos como la educación y la salud, así como la digitalización de la economía. En términos de los principios aplicados, sin embargo, no se consideraba una intervención estatal intensiva en materia de política industrial que propiciara una transformación digital. De forma sucinta se puede señalar que la aplicación del plan fue muy parcial, que no hubo seguimiento a los indicadores planteados, de forma que no hubo continuidad a un planteamiento integral. A fin de propiciar una mayor oferta, con énfasis en las poblaciones con menor densidad, que ofrecían menores incentivos a los inversores privados se inició la construcción de una red mayorista que ofrecería conectividad a operadores.

Durante la presidencia de Andrés Manuel López Obrador (2018-2024) la política digital se vio reflejada, como documento marco de la política a nivel federal en la Estrategia Digital Nacional 2021-2024 (DOF 2021). La estrategia digital se dirigió, en consonancia de la estrategia gubernamental, a la reducción de las desigualdades y a asegurar una política fiscal austera, en el contexto de una contención del gasto y la redirección a los proyectos de infraestructura prioritarios y una recaudación mermada por los efectos de la pandemia. En términos de política industrial, hubo avances y retrocesos en materia de aplicación a nivel digital. Por un lado, se eliminó Prosoft, la única política industrial dirigido en específico a la industria digital; mientras que por otro se incluyeron en el decreto de estímulos fiscales para la industria exportadora (DOF 2023) sectores clave de la industria digital, como componentes electrónicos, circuitos y semiconductores.

Los avances en materia de política digital no dependen solo de la política aplicada a nivel federal. De hecho, en materia de transformación industrial uno de los factores fundamentales es la coordinación continua que se dé entre las autoridades y el sector privado, como destacan Juhász, Lane y Rodrik (2023). En esa coordinación, la mayor cercanía entre autoridades y sector productivo que puede darse a menores niveles puede facilitar la fluidez de la comunicación y por ello la política estatal es central. En términos de políticas digitales de los últimos años se debe destacar las iniciativas en la Ciudad de México.

La Ciudad de México mostró su voluntad de la centralidad del sector digital con la aprobación de la Ley de Operación e Innovación Digital en diciembre de 2018, al inicio de la entrada del último gobierno. En términos del protagonismo que tuvo en el ejecutivo se destaca la creación de la Agencia Digital de Innovación Pública, a partir del artículo 14 de la mencionada ley, y con atribuciones en la gestión de datos, gobierno digital, gobernanza y gestión de la infraestructura de conectividad. Entre las iniciativas que ofrecían soluciones digitales específicas, destacan: Mapatón, una aplicación colaborativa para la creación de una base de datos abierta de transporte; Adelita Sin Delito, un asistente virtual creado por el Consejo Ciudadano para reportar delitos por Facebook Messenger; el Portal Interactivo Hidrometeorológico; y Oxígeno CDMX, con información sobre disponibilidad de tanques de oxígeno, concentradores, etc. (véase Cabello 2023).

III. ALCANCE Y USO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN MÉXICO

A continuación, se presentan algunos datos sobre alcance y uso de las tecnologías digitales en México que deben tomarse en cuenta para contextualizar la propuesta de política digital.

En línea de la expansión tecnológica digital, el número de hogares con acceso a Internet ha aumentado notablemente durante las últimas décadas y así lo refleja la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de lnformación en los Hogares (ENDUTIH) (INEGI 2022), de tal manera que un estimado del 68.5% de los hogares tiene acceso a Internet[1]. De hecho, la tecnología que más ha facilitado el acceso a Internet es su inclusión en la telefonía celular, así como el uso de tabletas. De esta manera, mientras que el 51.8% de los que accedían a Internet empleaban una computadora de escritorio y un 44.4% computadoras portátiles en 2015, en 2022 estos porcentajes se redujeron al 15.8% y 26.1% respectivamente, de tal manera que a pesar de

1 Se presentan las estimaciones sin intervalos de confianza debido a que, para los propósitos del capítulo, la mayor especificidad técnica no aporta elementos cualitativos diferenciados.

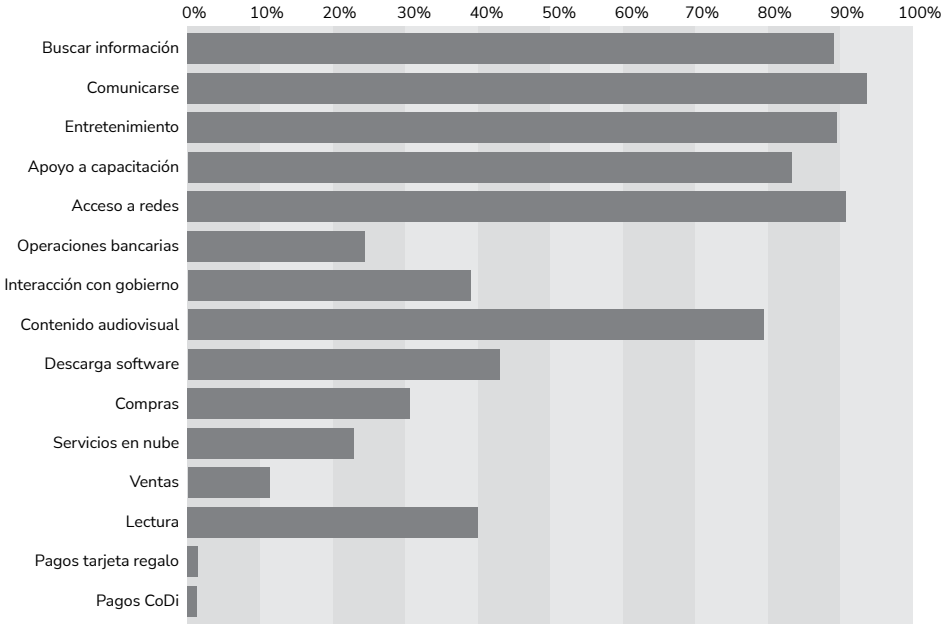
que el número total de usuarios de Internet ha crecido, los números absolutos de quienes acceden a través de estas tecnologías ha decrecido. Aunque las tabletas tuvieron su auge a finales de la década de 2010, su participación ha decrecido. Por el contrario, prácticamente todos los que acceden a Internet emplean un celular inteligente para tal fin (97%) y un porcentaje creciente emplea televisores con acceso a Internet (30.4%).

De hecho, un 95.2% de la población dispone de telefonía, mientras que tan solo un 43.9% cuenta con computadora. Por ello, las soluciones tecnológicas digitales dirigidas a población y pequeñas empresas deben adaptarse a su uso y consulta a través del celular para evitar la barrera de entrada que puede suponer no tener acceso a una computadora. Las razones por la falta de disponibilidad de una computadora, que se suelen reflejar en el acceso a otro tipo de tecnologías, también reflejan áreas de oportunidad en materia de política digital: por falta de recursos económicos (49.5% de los hogares que no disponen); no les interesa o no la necesitan (29.1); y no saben usarla (12.9%), como las tres principales razones. Estas tres razones pueden aglutinarse en dos: barrera económica de acceso como principal barrera de entrada y falta de conocimientos que está relacionada con una falta de identificación de las formas en que la tecnología puede serles útil. De igual manera, sobre la población que no es usuaria de telefonía celular (20.8%) del total, la falta de recursos económicos se destaca como la principal razón (41% sobre aquellos que no disponen de esta tecnología), no le interesa o no lo necesita (17.5%) y no sabe utilizarlo (17%), además de la razón de que no le permiten usarlo (17.8%), que es particular para este medio.

La brecha de ingreso es la fundamental en términos de acceso a Internet. Por estrato socioeconómico, el 81.1% de quienes no tienen acceso a Internet pertenecen a los estratos socioeconómicos bajo o medio-bajo. Ello está alineado a que la falta de recursos económicos sea la principal razón por no contar con este servicio. Incluso esta es la principal razón esgrimida por el 13.7% de quienes no tienen acceso y pertenecen al estrato medio-alto. Es cierto que un no desdeñable 19.1% entre aquellos del estrato bajo refieren no tener servicio en su localidad, aunque la falta de cobertura no parece dominar frente a la asequibilidad, que ha de considerarse siempre un factor relativo

entre ingreso y el precio del servicio. La brecha de ingreso se refleja también en la brecha entre áreas rurales y urbanas, ligada al factor de ingreso.

Gráfica 1 **Principales usos de Internet (2022).**



Fuente **Elaboración propia con datos de INEGI (2023).**

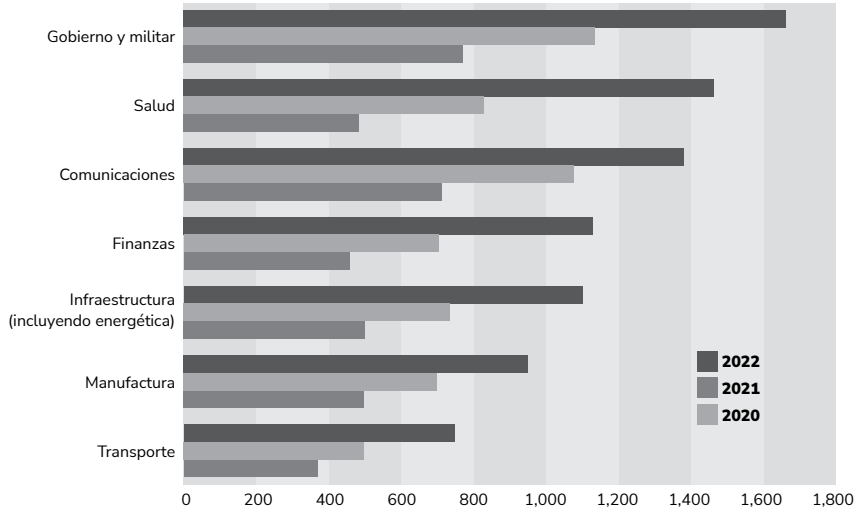
En términos de uso de las tecnologías se observan grandes diferencias, relacionadas con la capacidad de desarrollo productivo de las habilidades en tecnologías de la información y la comunicación. Como se observa en la Gráfica 1, el uso de Internet se concentra en la comunicación de forma genérica, ocio (que incluye redes sociales, entretenimiento, contenido audiovisual) y educación. Sin embargo, otros usos más sofisticados tienen una menor prevalencia. Por ejemplo, tan solo el 30.6% emplea Internet para hacer compras en línea, el 39.1% realiza operaciones de interacción (como trámites) con el gobierno, y apenas el 24.4% lo emplea para operaciones bancarias, a pesar de las ventajas en términos de tiempo y comodidad que estas opciones implican. De todas maneras, si comparamos estos usos con el de la computadora, se observa en la segunda una mayor relevancia de usos productivos.

IV. CIBERSEGURIDAD

La ciberseguridad constituye una de las principales dimensiones en materia de política pública digital y, como tal, debe recibir una atención adecuada. Una mayor digitalización, producto de la transformación digital que es inevitable para sectores económicos y sociales, implica una mayor vulnerabilidad. Esta tiene dos dimensiones relevantes para México. Por un lado, el incremento de actividades en el espacio digital crea un área de oportunidad para el crimen. Por otro, las propias organizaciones criminales se vuelven más sofisticadas y emplean herramientas digitales.

Los ciberataques han crecido durante los últimos años y alcanzan una gran variedad de objetivos. Como se observa en la Gráfica REF, en todos los sectores analizados los ciberataques han aumentado notablemente, prácticamente duplicándose de 2020 a 2022 de forma consistente. Ningún sector se encuentra libre de esta amenaza, pero se destaca que las instituciones gubernamentales y militares han reportado un mayor número de ataques, lo que puede reflejar el mayor interés de los grupos delictivos por la disponibilidad de datos en estas organizaciones y su menor preparación frente a los ataques.

Gráfica 2 **Número de ciberataques semanales registrados por sector para selección de países.**



Fuente **Elaboración propia con datos de Casanovas y Nghiem (2023).**

A nivel internacional, por ejemplo, destaca el ataque al sistema de salud irlandés en mayo de 2021 (BBC, 2021), con un grave impacto en materia de robo de datos sensibles y afectación al funcionamiento del sistema de salud por falta de acceso a datos y servicios. En mayo de 2023, el conjunto de la infraestructura energética danesa fue expuesto a un ciberataque coordinado que afectó a 22 compañías (ver Sektor Cert 2023). El conjunto de prácticas de ciberataques se extiende continuamente, incluyendo ciberespionaje, ciberataques destructivos, robo de datos, estafas, chantaje por robo de información o secuestro de sistemas, etc. Frente a lo anterior, se deben adoptar medidas para la mejora de los sistemas de seguridad de las instituciones estatales, además de dar mayores facilidades para la adopción de mejores prácticas en materia de ciberseguridad a empresas, particularmente a mipymes, y a particulares.

México cuenta con un trabajo previo en materia de planificación de la ciberseguridad que puede tomarse como referencia para la formulación de un programa de acción actualizado y más completo. En 2017 se publicó la *Estrategia Nacional de Ciberseguridad de México* por parte del gobierno de Enrique Peña Nieto, producto de un proceso de diálogo previo entre los sectores público, privado, civil y academia, con una activa participación de la Organización de Estados Americanos (OEA). La implementación de esta estrategia estaría a cargo de la Subcomisión de Ciberseguridad de la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo del Gobierno Electrónico (CIDGE), que, si bien fue creada en octubre de 2017 y llegó a aprobar la propia estrategia, no la implementó ni tuvo mayor recorrido durante el siguiente gobierno. De igual manera, no se crearían los Grupos de Trabajo para cada uno de los objetivos estratégicos y ejes transversales y que reunían a expertos de IFT, Secretaría de Economía, Secretaría de la Función Pública, CANIETI, Policía Federal, etc. (ver Gobierno Federal 2018).

En cualquier caso, cabe considerar el análisis de la OEA sobre el documento, para destacar que el plan se centraba en el fomento económico, pero que no cubría aspectos relevantes como la protección de la información, la seguridad nacional y el cumplimiento de la ley. En términos generales un aspecto que se destaca en el análisis de la estrategia mexicana en la ausencia de elementos operativos. En particular, no se advierte la existencia

de una entidad responsable de su operación. Ello relacionado con la falta de continuación de la Subcomisión de Ciberseguridad. A su vez, sería deseable que la arquitectura institucional vinculara la operación de cada uno de los grupos de trabajo a puestos concretos de cada una de las instituciones y no a personas. En la misma línea, se refleja que no hay un plan operativo, objetivos prioritarios o una asignación presupuestal específica (ver OEA y Global Partners Digital 2022).

El planteamiento de una política integral en materia de ciberseguridad debe, por lo tanto, partir del trabajo ya realizado bajo una estrategia integral de política digital industrial. Con respecto a lo realizado anteriormente, se debe prestar atención a la protección de la información. Entre las áreas de oportunidad en materia de ciberseguridad destaca la adopción de las mejores prácticas internacionales, para lo que se puede tomar como referencia la norma ISO 27001 a nivel de cada una de las organizaciones y la directiva de redes y seguridad de la información (conocida como NIS2, por sus siglas en inglés) de la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad. Lo anterior bajo la priorización del cumplimiento de la *Ley de Protección de Datos en Posesión de Sujetos Obligados*.

Las políticas de mejora de ciberseguridad dirigidas al sector productivo y particulares pueden enfocarse en mipymes y particulares, debido a que, por el peso relativo de los costos fijos y la preparación específica en la materia, son agentes que están individualmente peor preparados y pueden beneficiarse de soluciones y prácticas generales. En colaboración con INAI, se debe fomentar un mejor cumplimiento de la *Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares*, ofreciendo guías de cumplimiento a través de la aplicación dirigida a empresas. Las mejores prácticas de los particulares en materia de ciberseguridad pueden impulsarse a través de los programas educativos correspondientes, con especial atención a la protección de la infancia.

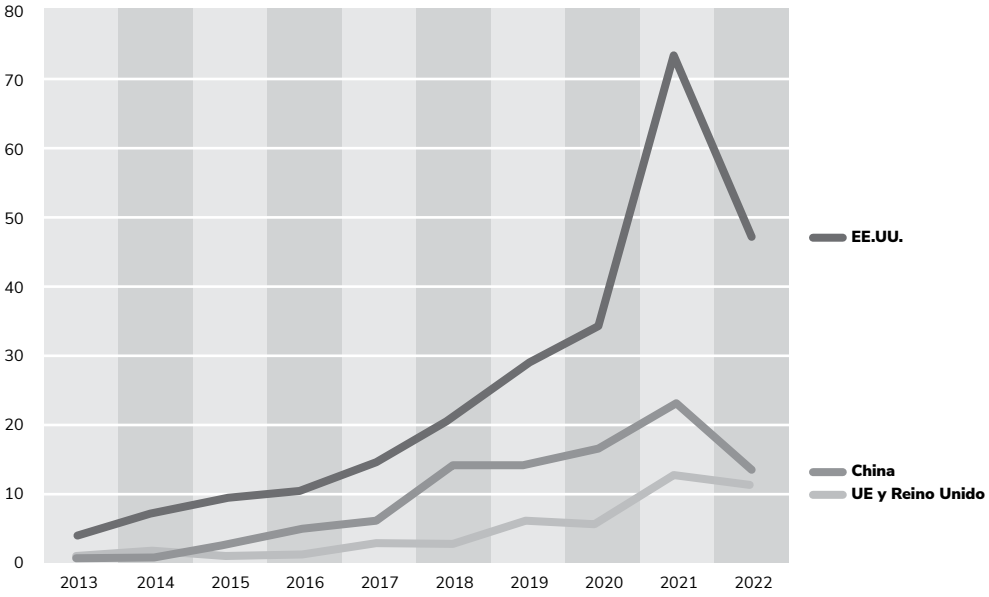
V. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial se ha revelado durante los últimos años como el campo de desarrollo tecnológico con mayor capacidad disruptora. Recientemente, los avances alcanzados en inteligencia artificial asombraron al mundo, particularmente la flexibilidad que ofrecía su aplicación generativa de texto ChatGPT, en respuesta a instrucciones en lenguaje común. Bajo el término inteligencia artificial se incluyen un amplio número de campos para los que es difícil establecer una definición que los incluya a todos. Se emplean definiciones de inteligencia artificial que refieren a su capacidad de imitar la inteligencia humana o de resolver problemas similares a los que esta resolvería. Aunque este tipo de definiciones son exitosas en referir a que la inteligencia artificial puede no requerir de instrucciones específicas para resolver un problema, se queda corta en la medida en que muchas de las capacidades de la inteligencia artificial superan a la inteligencia humana. Si partimos de la perspectiva más amplia, aunque acaso difusa, del Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial (2019) establecido por la Comisión Europea, son sistemas informáticos que procesan información de forma racional y con cierto grado de autonomía. Precisamente, el grado de autonomía con que los sistemas de IA toman decisiones, a través de la profundidad de un sistema algorítmico de múltiples capas, dificulta entender el mecanismo racional específico detrás de la respuesta. Esa similitud con el pensamiento humano, que desconocemos el conjunto de procesos neuronales o algorítmicos concretos que toman parte, y cómo lo hacen, en cada decisión, ofrece retos regulatorios a la vez que abre la puerta a avances que no alcanzamos a imaginar. La IA incluye de esta manera sistemas generativos, procesamiento de lenguaje natural, *machine learning*, reconocimiento de imágenes, robótica avanzada, redes neuronales, entre otras.

La IA debe entenderse como una funcionalidad, o una familia de funcionalidades, relacionada con otras dimensiones del ecosistema digital, como la conectividad, ciberseguridad, etc. No obstante, en términos de insumos necesarios para el desarrollo de la IA podemos establecer tres requerimientos fundamentales: algoritmos (relacionados con el capital humano requerido para desarrollarlos, además de otras características como

la facilidad de transmisión tecnológica); *hardware*, y en específico poder de procesamiento; y datos.

Gráfica **Inversión privada en IA por regiones (miles de millones de dólares).**



Fuente Maslej et al. (2023).

Cualquier planteamiento de política pública en materia de IA debe partir del reconocimiento de la enorme brecha existente entre países desarrollados, con tres bloques claros (EE.UU., China y UE), y los países en desarrollo. Fuera de estos tres bloques, cabe destacar por montos de inversión privada en 2022 en miles de millones de dólares: Israel (3.24), India (3.24), Corea del Sur (3.10), Canadá (1.83), como los más importantes. El primer país latinoamericano por inversión privada en 2022 era para Argentina, con 1.52 mil millones de dólares (Maslej et al. 2023). Las asimetrías en inversión derivarán en un crecimiento de las diferencias en capacidades productivas existentes, control de esta tecnología estratégica y en consecuentes estancamientos en materia de crecimiento económico, productividad, etc. El protagonismo de estos tres bloques también es relevante para la discusión sobre las diferencias entre los modelos de gobernanza que ofrecen cada uno de ellos.

México deberá afrontar la construcción de una estructura regulatoria para la IA que, a su vez, ofrezca una flexibilidad suficiente para el desarrollo de una tecnología cuyos límites y capacidades, hoy, no están definidos. Para ello, puede tomar como referencia los tres modelos regulatorios principales: la Unión Europea, con una regulación más estricta en protección de los derechos humanos; China, con una alta intervención estatal, pero bajo criterios más discrecionales estricto control político; y Estados Unidos, que confía más en sistemas de autorregulación e incentivos de mercado.

En la Unión Europea, el *Reglamento de Inteligencia Artificial*[2] (RIA), que se empezó a trabajar en 2021, constituye una primera propuesta de estructura regulatoria sólida a partir del acuerdo entre el Consejo de la UE y el Parlamento Europeo en diciembre de 2023. El modelo, además de una propuesta de distribución de competencias entre los estados miembros y la unión que es de interés para la discusión de modelos de gobernanza federales en materia digital, propone un esquema regulatorio basado en riesgos dirigido hacia la protección de derechos fundamentales. Esto es, el RIA ofrece diferentes niveles de restricción dependiendo del riesgo identificado hacia la vulneración de derechos fundamentales. Así, por ejemplo, se prohíbe el uso de IA para sistemas de crédito social; se prohíbe el uso de categorías bajo las que no puede haber discriminación, como raza, orientación sexual o creencias políticas, para posibles clasificaciones de personas; y se restringe estrictamente el uso de identificación biométrica a distancia en el espacio público por cuestiones de seguridad, entre otras. Otros usos de la IA, como sus aplicaciones en operaciones financieras, tienen menores restricciones. En línea de lo que podían implicar la LMS y la LDS, la mayor regulación relativa impuesta por la RIA puede limitar el desarrollo de un sector, que tiene una menor presencia de empresas europeas.

Por su parte, EE. UU. no cuenta, al momento de escribir este capítulo, con una regulación sobre IA. En 2019 se presentó una propuesta de Ley de Responsabilidad Algorítmica[3], así como en 2022[4], de las que se pueden tomar

2 En su desarrollo previo también ha sido referido como *Ley de Inteligencia Artificial*.

3 *Algorithmic Accountability Act of 2019*.

4 *Algorithmic Accountability Act of 2022*.

algunos elementos sobre la posible dirección que podría tomar la regulación estadounidense, por su mayor influencia en México. La ley pone el foco en los sistemas de decisión automatizada, sobre las cuales se pediría a las empresas que comunicaran a la Comisión Federal de Comercio, para su registro y evaluación periódica.

En tercer lugar, en China se tienen las *Disposiciones de Gestión de Recomendaciones Algorítmicas para los servicios de Información de Internet*, con una regulación más estricta que la estadounidense y un enfoque distinto a la europea. Por un lado, se ofrecen derechos a los consumidores frente a las empresas para que puedan eliminar sus datos o, por ejemplo, decidan que no les sean aplicados los algoritmos de recomendación. Frente a las empresas, se les otorga responsabilidad sobre los contenidos que se publican en las plataformas o redes sociales y, de manera específica se les obliga a promover los principios o valores, de acuerdo con lo así requerido por las autoridades. De este tipo de restricciones cabe entender una amplia discrecionalidad que puede ser usada para promover valores morales, tal y como se definan a nivel central, así como censurar críticas políticas.

VI. SEMICONDUCTORES Y ASEGURAMIENTO DE CADENAS DE SUMINISTRO

La disputa por el liderazgo tecnológico mundial entre EE.UU. y China se refleja en el ámbito digital, por su protagonismo dentro de los principales avances tecnológicos. Por ejemplo, el amplio número de usos tanto a nivel civil como militar de la IA explica la motivación de estas dos potencias por dominar y controlar la tecnología. Esto va más allá de indicadores que puedan ofrecerse a través de, por ejemplo, distribuciones de patentes. Ello debido a que las potencias estarán dispuestas a modificar el sistema económico en función de impulsar su crecimiento económico y geopolítico, como ha hecho China, o de proteger su menguante hegemonía, como está haciendo EE.UU.

Un ejemplo de lo anterior es la prohibición de exportación de chips avanzados y sus equipos de fabricación a China por parte de la administración de Biden a partir de 2022. La acción, que en el caso de EE.UU. es una posición compartida por ambos partidos, revela indudablemente el posicionamiento

norteamericano de creación de barreras al desarrollo digital chino. No obstante, el alcance efectivo de estas medidas es más complejo de definir, debido a que estas se producen en un estado de relativo avance de la propia manufactura de semiconductores china, que puede estar apenas cinco años rezagada frente a la estadounidense. Un ejemplo del limitado alcance de estas medidas lo vemos en el Chip Kirin 9000 de fabricación y diseño en China (SMIC y Huawei, respectivamente) con un procesador de 7 nanómetros, a pesar de que la empresa ASML no exporta a China maquinaria de litografía ultravioleta extrema que sería la requerida para producir este tipo de chips. Al parecer, el país asiático podría haber adaptado la tecnología previa de litografía ultravioleta profunda con capacidad para producir procesadores de 14 nanómetros, para avanzar más de lo previsto (Alloway y Weinsenthal 2023).

En el contexto de confrontación entre EE.UU. y China, el primero está procurando reconfirmar sus cadenas de suministro, con especial atención a los semiconductores. Una de las propuestas más importantes en la materia es la aprobación de la Ley para la creación de incentivos útiles para la producción de semiconductores y ciencia (CHIPS and Science Act), a través de la cual el gobierno estadounidense promueve una política industrial dirigida a la relocalización en territorio propio la producción de este insumo industrial estratégico.

No obstante lo anterior, las oportunidades en el contexto de la reconformación de las cadenas productivas de los semiconductores también pueden ser beneficiosas para México. Uno de los instrumentos que pueden ser explorados es el comité conjunto dirigido a la planificación y sustitución de importaciones creado en 2023 junto con EE.UU. y Canadá. La relocalización en México de empresas productoras de semiconductores puede dar una respuesta a los riesgos geopolíticos, en un país que todavía presenta bajos costos laborales. Sin embargo, se ha de tener en cuenta que este factor puede no ser tan relevante, frente a otros como la capacitación del trabajo.

VII. LA ADOPCIÓN DE UNA ESTRATEGIA BASADA EN LA INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DIGITAL

La propuesta para una estrategia de desarrollo digital debe formar parte de la agenda de gobierno. En el contexto del conflicto geopolítico entre EE. UU. y China y la relocalización de cadenas de suministro para evitar riesgos sistémicos, el *nearshoring* genera oportunidades de atracción de inversión. Pero México no puede conformarse con repetir el modelo de provisión de mano de obra barata que caracterizó el anterior modelo de apertura con el TLCAN como pilar. Además, las medidas en materia de reforma laboral a través de, entre otros, la fuerte subida de salarios mínimos, la prohibición de la subcontratación y los requerimientos de representatividad en los procesos de negociación colectiva presentes en el T-MEC indican que el camino de la búsqueda de competitividad a través del control salarial es un camino, no ya solo equivocado, sino materialmente incongruente con las políticas adoptadas. El camino para impulsar el crecimiento económico aprovechando la atracción de inversión se encuentra en la mejora de la productividad. Y esta pasa por impulsar el sector con mayor crecimiento y complementación, a su vez, con todos los sectores de la economía: el digital.

La propuesta de política digital nacional deberá adecuarse a uno de los modelos existentes o, alternativamente, propiciar una mayor presencia de elementos propios. Indudablemente, por cercanía e integración comercial, productiva y regulatoria, el modelo estadounidense es el que, previsiblemente, mayor influirá a México. Sin embargo, desde una óptica de interés nacional, no sería deseable perder la perspectiva de que algunos de los elementos no son tan beneficiosos. La mayor confianza en criterios de mercado construye un entorno en el que las empresas con mayor poder de mercado pueden hacer prevalecer sus intereses y, además de la consideración de los consumidores, la presencia de empresas mexicanas en el sector es marginal en comparación a las estadounidenses. México puede favorecer la inclusión de algunos principios para la protección de derechos digitales a partir de la incorporación de algunos principios de la regulación europea. En una línea similar, puede imitar la regulación que, en su caso, aprobara EE. UU. en una dirección similar. Sin embargo, ninguna de las dos perspectivas reflejaría de forma plena los

intereses de un país en desarrollo como México, en particular en relación con el desarrollo de capacidades productivas en materia digital. La fuerte intervención estatal del modelo chino, aunque tiene dimensiones interesantes en materia de desarrollo productivo, presenta incompatibilidades de integración con EE.UU., además de preocupantes limitaciones sobre las libertades civiles. No obstante, el país no se puede permitir que las oportunidades de desarrollo a partir de este sector en auge se conviertan en un nuevo modelo de extractivismo digital. La conformación de una política industrial digital debe aspirar a avanzar en la complejidad tecnológica de la cadena productiva; no conformarse con ser consumidor, proveedor de datos o suministrador de mano de obra barata, incluso dentro del sector digital, como el entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial. México puede no tener un peso suficiente para dirigir el nuevo modelo en favor de sus intereses, pero puede favorecer alianzas bajo modelos que tienen más presente los intereses de países en desarrollo y una perspectiva de bienestar social hacia las tecnologías digitales.

Un modelo que puede representar adecuadamente algunos intereses de México como país en desarrollo es el de la Infraestructura Pública Digital (DPI, por sus siglas en inglés), un conjunto de principios bajo el que se enmarcan varias políticas digitales en países desarrollados y del sur global y que ha sido fuertemente impulsada por India en el marco del G20. Nótese que en el G20, además de la participación de México, se cuenta con una fuerte representación de países en desarrollo. El Grupo de Trabajo en Economía Digital (GTED) del G20 se enfocó en la perspectiva de la DPI y se alcanzaron posiciones comunes para su impulso dentro del grupo.

La amplia discusión sobre la DPI condujo a alcanzar una definición común del GETD. “La DPI se describe como un conjunto de sistemas digitales compartidos que deben ser seguros e interoperables, puede ser construida bajo especificaciones y estándares abiertos para entregar y proveer de acceso equitativo a servicios públicos y privados a toda la sociedad y que está gobernada por marcos legales y reglas habilitantes para impulsar el desarrollo, la inclusión, la innovación, la confianza, la competencia y el respeto a los derechos humanos y libertades fundamentales” (Ministerio de Electrónicos y Tecnología de la Información de India 2024).

La DPI constituye un conjunto de principios por los cuales no se buscan "soluciones" digitales concretas, identificadas comúnmente con productos independientes, habitualmente vendidas al sector público por empresas desarrolladoras, sino protocolos y estándares que permitan la construcción de un conjunto de sistemas y aplicaciones que faciliten su interoperabilidad. Desde luego, cada una de las aplicaciones, en su caso, puede responder a necesidades concretas, pero deben ofrecer la suficiente flexibilidad para que paulatinamente vayan combinando sus utilidades y construyendo un sistema. En ese sentido, se habla de "bloques de construcción" que se combinan para la creación de sistemas en el que interactuar la iniciativa pública y la privada. La colaboración entre gobierno, desarrolladores privados y usuarios, posiblemente organizados a partir de las organizaciones de la sociedad civil, es fundamental para crear un diálogo en la comunidad que posibilite el mayor grado de interoperabilidad, a la vez que se mantiene el respecto a los derechos fundamentales y se fomenta la innovación. Esto en el contexto de una tecnología en continuo desarrollo y cambio exige la aplicación de uno de los principales principios considerados por Juhász et al. (2023) para la óptima aplicación de la política industrial: diálogo y coordinación continua entre el gobierno y el sector productivo. El desarrollo de estos sistemas debe darse bajo criterios de gobernanza que promuevan la confianza en las mismas y su amplio uso. Por ejemplo, se debe priorizar una facilidad hacia el usuario para maximizar el alcance poblacional sin que ello implique una afectación a la seguridad y privacidad de los datos del usuario. El modelo de gobernanza de la DPI considera la creación de instituciones especializadas encargadas de vigilar la aplicación de los criterios en el diseño de sistemas, su implementación y evaluación de sus resultados.

Aunque cada uno de los bloques que constituyen la DPI pueden estar dirigidos a diferentes dimensiones, algunas de ellas se repiten reiteradamente en las principales aplicaciones de la iniciativa a nivel internacional. Una de las más importantes es la creación de una identificación digital que pueda ser usada por las personas y las empresas frente a la administración pública y en las interacciones entre ellos. Ligado a lo anterior se encuentran los avances en materia de firma electrónica. Una de las experiencias más importantes sobre identificación digital es el proyecto Aadhaar, aplicado en India, mediante el

cual se ofreció una identificación con la cual se podían realizar autentificaciones electrónicas. El sistema cuenta con elementos de identificación biométrica y controles de seguridad. Su implementación en colaboración con el sector financiero ha facilitado la inclusión financiera de una parte significativa de la población, aprovechando el mayor alcance de la comunicación digital, particularmente a través de la telefonía celular con conexión a Internet, frente a las estrategias bancarias clásicas de apertura de sucursales o cajeros.

Un segundo tipo de sistema que es un pilar de la DPI son los sistemas de pago digitales simultáneos. Uno de los ejemplos de aplicaciones de este tipo es Pix, de Brasil, creado por el Banco Central de Brasil en noviembre de 2020 a partir de un mandato regulatorio. Pix fue rápidamente aceptado por la población brasileña. Poco menos de dos años después del inicio de operaciones, en diciembre de 2022, Pix contaba con 2.9 mil millones de operaciones mensuales, por un total de 1.2 billones de reales. Para esta fecha, 133 millones de personas habían hecho al menos una transacción mediante este sistema, equivalente al 77% de la población adulta. Para esta misma fecha 11.9 millones de empresas realizaban o recibían pagos mediante Pix y el sistema contaba con 795 participantes, entidades financieras e instituciones de pago que lo utilizan de forma activa. El sistema se encuentra continuamente en desarrollo con la incorporación de mecanismos de automatización de pagos recurrentes y el establecimiento de canales secundarios para transacciones no prioritarias (Banco Central do Brasil 2022).

Un tercer pilar de la DPI lo constituyen los sistemas para compartir información con consentimiento. Esto es una cuestión fundamental en términos del desarrollo digital, particularmente en relación con el uso que la IA puede realizar de los datos. El valor de los datos para las empresas es crítico para la optimización de la mercadotecnia, seguimiento de uso del producto, oferta de servicios integrables, etc. De igual manera, la gestión de datos puede mejorar notablemente la gestión de los servicios públicos, como por ejemplo, a través de un mejor seguimiento a la salud, comunicación directa y personalizada de obligaciones administrativas y fiscales, localización y soluciones de transporte. Sin embargo, la gestión de muchos de estos datos puede generar problemas de privacidad a los individuos, por lo que se debe priorizar que el usuario mantenga en todo momento la capacidad de ofrecer

y negar su consentimiento. Un ejemplo del intercambio de datos es el Hub de Plataforma de Gobierno Digital de la República de Corea, un sistema de código fuente abierto que ofrece una conexión segura para el uso de datos privados y públicos. El usuario accede mediante un gestor de tráfico y a través de una identificación única puede integrar diferentes componentes, que se pueden interconectar y con los que puede compartir sus datos. A finales de 2023 el sistema todavía no había sido abierto al público, pero contaba con la participación de casi 60 mil empresas y más de 350,000 usuarios profesionales y de empleos administrativos (Ministerio de Electrónicos y Tecnología de la Información de India 2024).

La DPI tiene una variedad de aplicaciones específicas con aplicaciones sectoriales, como: sector salud, con el Certificado Covid Digital de la Unión Europea o el e-Hospital de Indica que ofrece una plataforma digital para la conexión de doctores, pacientes y hospitales; la educación, con iniciativas como la plataforma PIX en Francia para la evaluación de la capacitación digital o la plataforma de aprendizaje Muktopaath de Bangladesh, que aunque nació en 2000, se transformó bajo los principios de la DPI en 2019. La interacción entre los sistemas y aplicaciones entre sectores puede disparar usos y sinergias.

VIII. CONCLUSIONES

Al albor del inicio de un nuevo periodo presidencial, con la reconformación esperable en términos institucionales y políticos, el momento es propicio para el establecimiento de una política industrial de forma estructural. En línea de lo que se está operando, de forma efectiva ahora mismo, en países desarrollados y en desarrollo, la política industrial debe estar integrada bajo una perspectiva digital. Se observa en países tan diversos como EE. UU., con una preocupación por la creación de cadenas productivas en materia de semiconductores, por la política industrial en materia digital aplicada en la Unión Europea o el muy reciente plan de neoindustrialización brasileño *Nova Indústria Brasil* en el que una de sus seis misiones refiere específicamente a la transformación digital. Ni qué decir de los países de Asia del Este que han venido adaptando su política industrial a las necesidades de cada tiempo y que han incorporado la digitalización desde hace varios años.

Es cierto que México presenta algunos rezagos. En términos de aplicación de planes de digitalización el país ha carecido de planes integrales que se apliquen de forma estructurada y sistemática. Si esto ya constituye un debe en materia de política industrial, lo es más todavía en su aspecto de integración industrial-digital. Además, se presentan brechas en materia de conectividad que a pesar de su identificación, todavía no se han superado. Y de forma central, entre los usos de las tecnologías de comunicación, predominan los relacionados al ocio. Por otro lado, hay experiencias ligadas a gobiernos estatales positivas en materia de impulso a soluciones o sistemas digitales que apuntan al optimismo.

Como se ha apuntado, es preciso incorporar en la agenda digital una fuerte agenda de ciberseguridad, para reducir la vulnerabilidad de datos, además del propio funcionamiento de las instituciones y, como se ha apuntado, el propio sector privado. En términos de aplicaciones, la inteligencia artificial ofrece aplicaciones que están revolucionando cada sector productivo. EE. UU., Europa y China están disputando el liderazgo de estas tecnologías y sus visiones regulatorias y de política económica. Sin pretender el mismo lugar que estas potencias, México no puede perder el tren de un desarrollo tecnológico integral que es clave para el mantenimiento y mejora de la productividad ya en el presente, no digamos en el medio y largo plazo.

La DPI ofrece dos elementos que pueden ser útiles para México a fin de estructurar su política digital, si bien no es una visión exhaustiva. Por un lado, se constituye bajo un conjunto de principios de apertura e interoperabilidad que encaja con un planteamiento de colaboración entre iniciativa privada y pública para la construcción de sistemas digitales. Por otro lado, en relación con que sea una perspectiva con una fuerte visión de países en desarrollo, atiende problemas específicos de estos como la mejora en el acceso al sistema financiero de grupos vulnerables o la necesidad de sistemas abiertos que estén adecuados a su desarrollo paulatino.

Sin embargo, una visión completa ha de incorporar la búsqueda de una transformación productiva que impacte en el tejido industrial. Esta visión incorpora más elementos, pero los integra bajo una política de amplio rango que incluya otros aspectos, como un sistema educativo que priorice las capacidades digitales básicas y avanzadas, o una política de transformación

digital que promueva la presencia en la red de una gran parte de las mipymes, con mayores dificultades en esta materia. Como se advierte en esta obra, la multidimensionalidad es intrínseca a la política industrial, porque es incompleta si no tenemos en cuenta aspectos como la política energética, la financiación o el Estado de derecho. No podemos olvidar que la esencia de la política industrial es la promoción de la transformación del tejido productivo con la mirada puesta en el futuro. Y el futuro del país, de la economía y de la industria pasa por lo digital.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Alloway, Tracy y Joe Weisenthal. 2023. "China Made a Chip Breakthrough that Schocked the World". 7 de diciembre de 2023. Bloomberg. https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-12-07/huawei-mate-60-pro-chip-breakthrough-shocks-computing-world?embedded-checkout=true

Banco Central do Brasil. 2022. "Pix Management Report. Conception and first years of operation 2020-2022". https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/pix/relatorio_de_gestao_pix/pix_management_report_2023.pdf

BBC. 2021. "Cyber-attack on Irish health service 'catastrophic'". 20 de mayo de 2021. https://www.bbc.com/news/world-europe-57184977

Bourdeau De Fontenay, Alain y Fernando Beltran. 2008. "Inequality and economic growth: Should we be concerned by the digital divide". International Telecommunications Society, 17.

Cabello, Sebastian. 2023. "Análisis de los modelos de gobernanza de datos en el sector público. Una mirada desde Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y Sao Paulo". CEPAL.

Casanovas, Marc y Aloys Nghiem. 2023. "Cybersecurity – is teh power system lagging behind?" International Energy Agency. https://www.iea.org/commentaries/cybersecurity-is-the-power-system-lagging-behind

Diario Oficial de la Federación. 2023. "Decreto por el que se otorgan estímulos fiscales a sectores clave de la industria exportadora consistentes en la deducción inmediata de la inversión en bienes nuevos de activo fijo y la deducción adicional de gastos de capacitación".

11 de octubre de 2023. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5704676&fecha=11/10/2023#gsc.tab=0

Diario Oficial de la Federación. 2021. "Acuerdo por el que se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024". 6 de septiembre de 2021. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/2021#gsc.tab=0

ENISA. 2023. "NIS Directive". https://www.enisa.europa.eu/topics/cybersecurity-policy/nis-directive-new/?tab=details

Foro Económico Mundial. 2024. "The Digital Economy". Obtenido de https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000001SH21EAG el 7 de febrero de 2024.

Gobierno Federal. 2018. "Estrategia Nacional de Ciberseguridad". https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/411729/Memoria_y_Recomendaciones_ENCS.pdf

Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial. 2019. "A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines". Bruselas: Comisión Europea.

INEGI. 2022. "Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares." https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/

Juhász, Reka, Nathan J. Lane y Dani Rodrik. 2023. "The New Economics of Industrial Policy". NBER Working Paper 31538. doi: 10.3386/w31538

Maslej, N. et al. 2023. "The AI Index 2023 Annual Report". AI Index Steering Committee, Institute for Human Centered AI. Standford: Standford University.

Ministerio de Electrónicos y Tecnología de la Información de India. 2024. Global DPI Repository. Consultado en dpi.global

OEA y Global Partners Digital. 2022. "National Cybersecurity Strategies: Lessons Learned and Reflections from the Americas and Other Regions". https://www.oas.org/ext/DesktopModules/MVC/OASDnnModules/Views/Item/Download.aspx?type=1&id=667&lang=1

Sektor Cert. 2023. "The attack against Danish, critical infrastructure". SektorCert https://sektorcert.dk/wp-content/uploads/2023/11/SektorCERT-The-attack-against-Danish-critical-infrastructure-TLP-CLEAR.pdf

CAPÍTULO II

CONDICIONES PARA UN NUEVO PROYECTO INDUSTRIAL DIGITAL DEL PAÍS

>[9] Políticas industriales vs sostenibilidad: ¿dilema insoluble o un desafío transformador?

SUMARIO

I. Resumen.
II. Introducción.
III. Evolución conceptual: de industrialización a desarrollo productivo sostenible.
IV. De industrialización a desarrollo productivo.
V. Desarrollo productivo sostenible: dimensión ambiental, económica y social.
VI. Enfoques prácticos para el desarrollo productivo sostenible.
VII. Un gran impulso ambiental y una industrialización verde.
VIII. Las políticas de desarrollo productivo sostenible: ¿Una alternativa para México?
IX. Conclusiones.
X. Bibliografía

Carlos Cabrera Espinosa

Investigador Económico y Coordinador de Diálogo Económico e Internacional de la Fundación Friedrich-ebert-stiftung M*éxico*

Patricia Narváez

Especialista en Cooperación Internacional para el Desarrollo Sostenible con experiencia en Cambio Climático y Finanzas Sostenibles

I. RESUMEN

Este artículo analiza la transición de los conceptos de política industrial y desarrollo productivo centrados en el crecimiento económico hacia un paradigma de desarrollo productivo sostenible, que busca abordar desafíos ambientales y sociales. Se analiza la complejidad de lograr la sostenibilidad en este contexto y se subraya la necesidad de reconfigurar las relaciones entre economía, medio ambiente y bienestar social. Asimismo, realiza una revisión conceptual histórica desde las políticas industriales de los años cincuenta hasta el paradigma del desarrollo productivo sostenible, y explora el dilema fundamental entre el crecimiento económico y la explotación de recursos naturales. Además, se analizan dos modelos de desarrollo productivo sostenible, el Big Push Ambiental y la Industrialización Verde, los cuales pretenden desacoplar el crecimiento económico de la degradación ambiental y enfatizan el papel de la tecnología. Finalmente, se presenta una perspectiva específica para México y se destaca el resurgimiento global de políticas de desarrollo productivo como herramienta clave para abordar desafíos contemporáneos.

II. INTRODUCCIÓN

Las políticas industriales y de desarrollo productivo, tradicionalmente enfocadas en el objetivo del crecimiento económico, se enfrentan a la necesidad de expandir su ámbito de acción de cara a los desafíos ambientales y sociales de la actualidad. El concepto de desarrollo productivo sostenible, puede ser una respuesta a esta demanda de equilibrio entre eficiencia económica, equidad social y conservación ambiental. El desarrollo sostenible es ciertamente complejo y plantea la interrogante de cómo lograr la sostenibilidad en el desarrollo productivo.

Esta necesidad de conciliar economía, medio ambiente y bienestar social en las políticas de desarrollo productivo requiere de una reconfiguración profunda de las relaciones entre estas tres dimensiones. Para ello, resulta relevante analizar el marco conceptual y las aproximaciones teóricas y

prácticas que plantean posibles rumbos hacia un desarrollo productivo en el que la sostenibilidad no sea solo un adjetivo retórico.

Con estas motivaciones, este artículo hace una revisión histórica del concepto desde el desarrollo industrial hasta el paradigma actual del desarrollo productivo sostenible. En una segunda parte, examina el modelo de desarrollo sostenible como alternativa al *statu quo* y profundiza en el dilema fundamental que surge de la relación intrínseca entre el crecimiento económico y la explotación de recursos naturales.

La tercera sección de este trabajo analiza dos modelos de desarrollo productivo sostenible: el Big Push Ambiental y la Industrialización Verde. Estos modelos buscan desacoplar el crecimiento económico de la degradación ambiental proponiendo líneas de política pública y explorando el papel central de la tecnología en esta transformación. Finalmente, se abre un horizonte específico para México, situando el debate en un contexto nacional que requiere soluciones adaptadas a sus particularidades.

El momento es ideal. Las políticas de desarrollo productivo están teniendo un resurgimiento en todo el mundo y se están convirtiendo en una herramienta clave para que los países puedan enfrentar los grandes retos globales de nuestra época. En última instancia, este artículo no solo ofrece una revisión teórica, sino que busca contribuir al debate para el diseño de políticas que impulsen un desarrollo productivo sostenible y que concilien las demandas de la sociedad, la economía y el entorno natural.

III. EVOLUCIÓN CONCEPTUAL: DE INDUSTRIALIZACIÓN A DESARROLLO PRODUCTIVO SOSTENIBLE

El concepto de política industrial ha experimentado cambios tanto conceptuales como en la práctica, con décadas de auge y otras de menor dinamismo. En los últimos años, la política industrial ha resurgido con fuerza. Este resurgimiento viene acompañado de un nuevo desafío, que implica un cambio de modelo de desarrollo hacia lo sostenible, lo cual implica considerar los principios económicos, sociales y ambientales en un enfoque más integral.

Comprender, de manera general, los cambios y aspiraciones que ha experimentado el concepto a lo largo de los años es uno de los objetivos de este artículo. La comprensión de un marco conceptual es relevante porque ofrece perspectivas esenciales para orientar la acción presente y futura, especialmente en el contexto de una política industrial renovada hacia el desarrollo sostenible. Además, explorar la evolución de las políticas industriales es fundamental para la formulación de políticas que permitan redireccionar el crecimiento económico hacia objetivos específicos de manera efectiva y alineada con los principios de sostenibilidad, equidad y desarrollo integral.

3.1 Concepto de política industrial

Inicialmente, el concepto de política industrial en América Latina se encontraba enmarcado en la teoría de la dependencia del desarrollo. Esta teoría, que emerge en la posguerra, en 1950, fue propuesta por economistas desarrollistas latinoamericanos como Prebisch (1948), Lewis (1954) y Hirschman (1983). Estos pensadores buscaban estrategias para impulsar el desarrollo económico en la región y superar las desigualdades estructurales. Su enfoque proponía la transición de una predominancia agrícola hacia la industrialización como un imperativo para mejorar el desarrollo y reducir las disparidades económicas. Este paradigma, fundamentado en la necesidad de escapar de la dependencia económica, tuvo una marcada influencia en las políticas industriales de América Latina durante el periodo de 1950 a 1980.

En este contexto, se podría afirmar que el propósito de las políticas industriales en la región, en su concepción original, trasciende la simple búsqueda de la industrialización. Buscan, según la teoría de la dependencia, abordar las desigualdades estructurales entre los países del centro y la periferia. Estas políticas, desde su origen conceptual, aspiran a generar transformaciones productivas capaces de provocar cambios estructurales significativos en las economías en desarrollo. Se delinean como instrumentos estratégicos no solo destinados a impulsar la producción manufacturera, sino a reconfigurar la base económica de los países periféricos. El objetivo final es superar las desigualdades arraigadas en la estructura económica global.

El concepto de política industrial varía según enfoques teóricos, contextos políticos y geográficos. Si bien la política industrial en Latinoamérica ha sido

concebida como una vía para reducir brechas de desigualdad estructural, los países industrializados también han implementado políticas industriales con base en distintas motivaciones. Por ejemplo, durante la posguerra, Japón adoptó políticas industriales para modernizar la industria, promover la tecnología y fomentar la exportación; Estados Unidos implementó una serie de medidas para impulsar la industrialización interna y programas de inversión en infraestructura y desarrollo tecnológico; por su parte, el Reino Unido implementó políticas industriales que incluyeron la nacionalización de varias industrias clave y buscó una planificación más centralizada y una mayor participación del Estado en la economía.

En 1975, la OCDE proporcionó una definición más sucinta de las políticas industriales al afirmar que estas solo están relacionadas con la promoción del crecimiento y la eficiencia industriales (OECD 1975). Por otro lado, la CEPAL adopta una visión más compleja al definirlas como "las medidas deliberadas adoptadas por los gobiernos para impulsar el cambio estructural en determinada dirección" (Stiglitz *et al*., s. f.). El debate en torno a la definición de la política industrial ha sido abordado por varios autores (Warwick 2013; Abeles, Cimoli, y Lavarello 2017; Altenburg y Assmann 2017; Rodrik 2004) y, aunque hay variaciones, se pueden identificar características comunes:

1. Papel activo del Estado en la planificación industrial: Un elemento central es la participación activa del Estado en la planificación de la industrialización. Esto implica que el gobierno desempeña un papel proactivo al establecer estrategias y objetivos para el desarrollo industrial.
2. Conjunto de medidas para promover el crecimiento económico: Las políticas industriales constituyen un conjunto de medidas deliberadas diseñadas para fomentar el crecimiento económico.
3. Orientación hacia el cambio estructural: Las políticas industriales buscan impulsar transformaciones significativas en la dirección deseada, ya sea diversificando la economía, promoviendo sectores estratégicos o mejorando la eficiencia en la producción industrial.

En cuanto a las características de las políticas industriales en su primera etapa, Schatan y Cabrera (2020) identifican seis elementos fundamentales: 1) planificación de la transformación productiva; 2) establecimiento y

fortalecimiento de grandes empresas nacionales para la producción de insumos esenciales en el sector manufacturero; 3) aplicación de políticas de protección frente a las importaciones; 4) desarrollo de servicios e infraestructuras como telecomunicaciones, electricidad y carreteras; 5) formulación de reglas para la inversión extranjera directa con el propósito de fomentar la manufactura local y reinvertir las ganancias a nivel nacional; 6) incentivos para el sector exportador.

Durante las décadas de 1950 a 1980, las políticas industriales experimentaron un auge en varios países latinoamericanos, marcado por enfoques como el desarrollismo y la sustitución de importaciones. Brasil, Argentina y México fueron actores clave en la implementación de estas políticas, buscando la industrialización como medio para alcanzar el desarrollo económico. En este periodo, se promovió la creación de industrias nacionales, la protección de mercados internos y la planificación estatal para impulsar sectores estratégicos. Sin embargo, a principios de los años 80, la región enfrentó la crisis de la deuda externa, que generó una serie de cambios en las políticas económicas. La apertura de las economías al comercio internacional y la adopción de las reformas propuestas por el Consenso de Washington marcaron el declive de las políticas industriales, relegando el papel del Estado en la planificación de la estructura productiva de los países.

A partir del Consenso de Washington, firmado en 1989, se observó un cambio significativo en la orientación de las políticas económicas en América Latina. Este acuerdo, promovido por organismos financieros internacionales, abogó por la reducción del papel del Estado en la economía y la promoción de la apertura económica. Se enfocó en la estabilización macroeconómica, la liberalización comercial y la privatización de empresas estatales. En el contexto de las políticas industriales, esto significó una disminución sustancial de la planificación estatal en la estructura productiva de los países. La tarea del sector público fue redefinida, dejando de lado la orientación proactiva hacia el desarrollo industrial para enfocarse en corregir fallas de mercado y facilitar un entorno empresarial más competitivo.

A pesar del declive experimentado en las décadas posteriores al Consenso de Washington, las políticas industriales o productivas no desaparecieron por completo en América Latina. En las últimas décadas han surgido diversas

corrientes y enfoques sobre el papel del Estado en la planificación económica. En Schatan y Cabrera (2020) se identifican al menos tres posturas:

- Postura conservadora y funcional, que concibe al sector público como un actor para ayudar a eliminar las fallas de mercado.
- Una postura menos conservadora, que acepta una intervención moderada del gobierno para orientar cambios graduales.
- Una visión que equilibra el papel del Estado y del mercado, en la que el mercado es el mecanismo básico para la asignación de recursos y el Estado tiene un papel activo en la coordinación de la inversión y la diversificación de la industria.

En los últimos años, se observa un resurgimiento de las políticas industriales en la región. Este renacer está respaldado por propuestas que buscan redefinir el papel del Estado, destacando su capacidad para ser un actor estratégico en la configuración de la estructura productiva de los países. En contraposición al enfoque neoliberal del pasado, que relegó al Estado a un papel más limitado, estas nuevas corrientes abogan por una intervención activa del sector público para impulsar el desarrollo industrial y enfrentar los desafíos contemporáneos. Este auge no solo implica un retorno a las políticas industriales tradicionales, sino que también refleja una evolución en el enfoque de la transformación productiva.

IV. DE INDUSTRIALIZACIÓN A DESARROLLO PRODUCTIVO

El replanteamiento de la política industrial hacia un enfoque de desarrollo productivo no se puede identificar de manera precisa en un momento o lugar específicos, ya que es un proceso gradual y contextualmente diverso. En América Latina, este replanteamiento surge como respuesta a la evaluación de las políticas industriales implementadas en las décadas de 1980 y 1990, que abogaban por una disminución de la participación estatal, la liberalización de los mercados y la reducción de la protección de los mercados internos.

La creciente preocupación por la desigualdad y la pobreza se convirtió en un tema central en la agenda del desarrollo. Con ello, surgieron enfoques que cuestionaban los postulados de la economía política clásica, como la idea de

que "primero se crece y posteriormente se redistribuye". Se planteó que algunos efectos regresivos de ciertas políticas económicas son tan significativos que ninguna política social realista podría compensarlos, lo que llevó a replantear el papel del Estado, reducido a corregir las fallas del mercado.

En 1994, la CEPAL presentó un nuevo enfoque que buscaba abordar el tema de la equidad, no solo desde un punto de vista ético, sino como un imperativo para el desarrollo. Para ello, planteó la pregunta: ¿Es técnicamente posible crecer con equidad? A partir de ello, la CEPAL generó un nuevo planteamiento para el desarrollo, "un enfoque integrado, en el que se incorpore en la política económica tanto el objetivo de la equidad como el de crecimiento, y que la política social otorgue prioridad no solo a la equidad, sino también a la eficiencia" (Ramos 1994). Este enfoque reconoce que la economía de mercado es una condición necesaria pero no suficiente para el crecimiento, y mucho menos para un crecimiento con equidad. Por tanto, destaca que el crecimiento con equidad requiere no solo una economía de mercado, sino también una vigorosa acción pública para aprovechar al máximo las posibilidades de complementación de ambos objetivos.

En este contexto de replanteamiento, la CEPAL empezó a utilizar el término "desarrollo productivo", en lugar de "industrialización", con el fin de subrayar una visión más amplia y holística que va más allá del simple crecimiento industrial. Este cambio refleja la comprensión de que el desarrollo económico debe estar acompañado por políticas que aborden de manera simultánea las dimensiones de equidad y eficiencia.

En otro contexto del mundo, en Asia, la industrialización de la posguerra se desarrolló de manera distinta a la experiencia latinoamericana. Un caso destacado es el de Corea del Sur, que implementó políticas industriales entre 1960 y 1990, desviándose de las recetas desarrollistas de la economía neoclásica ortodoxa. Este enfoque singular desafió las ideas preconcebidas y buscó construir una estructura económica y tecnológica sólida a través de medidas estratégicas y políticas gubernamentales activas.

Ha Joon Chang, un destacado teórico estructuralista, proporciona una revisión histórica relevante al analizar cómo países desarrollados como Estados Unidos y el Reino Unido utilizaron medidas proteccionistas y otras políticas intervencionistas durante sus propios procesos de industrialización. Chang

sostiene que, una vez que estos países alcanzaron el desarrollo, abogaron por políticas económicas opuestas para las naciones en desarrollo. Esta perspectiva sugiere que la liberalización completa y la apertura de mercados no son siempre las mejores políticas para los países en desarrollo.

El enfoque adoptado por Corea del Sur destaca tres lecciones relevantes, según el análisis de Luiselli. En primer lugar, resalta la actuación de un gobierno rector que planifica el desarrollo, establece prioridades y metas concretas. En segundo lugar, destaca la orientación hacia las exportaciones como estrategia fundamental para insertarse en la economía global. En tercer lugar, subraya la importancia de la educación para lograr una fuerza de trabajo altamente educada y competitiva en todos los niveles.

El resurgimiento de las políticas de desarrollo productivo no se limita exclusivamente a los países en desarrollo; los países industrializados también han vuelto a centrarse en este debate mediante nuevos enfoques y estrategias. Este renovado interés de las naciones desarrolladas se atribuye, a la necesidad de crear nuevas fuentes de empleo y estimular el crecimiento económico, y el proceso de reconfiguración de las CGV derivado en parte por las tensiones comerciales entre China y EE.UU., las consecuencias de la pandemia y la guerra entre Rusia y Ucrania. Warwick (2013) señala que este resurgimiento también responde a la preocupación por el declive del sector manufacturero en la participación del PIB y la creciente competencia de las economías emergentes.

Organismos internacionales como la OCDE, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo han formulado enfoques para lo que llaman un “nuevo paradigma del desarrollo productivo” (Warwick 2013). Estos organismos sostienen que los instrumentos de desarrollo productivo pueden ser utilizados no solo para impulsar la producción, sino también para abordar cuestiones sociales, como la redistribución de oportunidades y resultados. Esta perspectiva, denominada también “políticas industriales de segunda generación”, destaca la importancia de considerar la dimensión social en las estrategias de desarrollo.

En este contexto, se realiza un análisis detallado del papel del Estado y del sector privado en estas nuevas políticas. Se destaca la relevancia del mercado para la asignación eficiente de recursos y se establece una distinción crucial

entre políticas verticales y horizontales. Además, se enfatiza la importancia de las capacidades institucionales del gobierno como factor determinante para lograr resultados positivos en el marco de estas políticas. Este enfoque integral busca equilibrar los objetivos de crecimiento económico con consideraciones sociales, y reconoce la complejidad de los desafíos contemporáneos en el ámbito del desarrollo productivo.

Mattar, Schatan y Cabrera (2024) proponen una definición de políticas de desarrollo productivo muy cercana a lo que propone Rodrik (2023) y que da cuenta de la dimensión ampliada que adquiere el concepto:

> Conjunto de políticas horizontales, sectoriales y de desarrollo tecnológico que apuntan explícitamente a la transformación de la estructura de la actividad económica en la búsqueda de algún objetivo público. Los objetivos siendo normalmente la sofisticación, diversificación, innovación y aumento de productividad. Pero también pueden ser la creación de empleos de calidad, la conservación del medio ambiente, el desarrollo de regiones con menores ingresos o el impulso del sector exportador. El mercado es el principal medio de asignación de recursos, pero con un Estado activo que interviene a través de diversos sujetos institucionales, en el contexto de una economía abierta. El Estado y el mercado deben complementarse, y el sector público y el privado requieren cooperar constructivamente dentro de un marco institucional que garantice la transparencia y la eficiencia.

En cuanto a la cuestión semántica del término, en la literatura en español se observa un cambio significativo en la elección de términos, al pasar de "política industrial" o "industrialización" a "desarrollo productivo". Este cambio semántico refleja una evolución en el enfoque conceptual y destaca una comprensión más amplia de las dimensiones involucradas en las estrategias de desarrollo económico. Sin embargo, es importante señalar que existen textos en los que se utilizan estos términos de manera intercambiable, lo que sugiere una cierta ambigüedad semántica en la discusión. En contraste, en la literatura en inglés, el término *industrial policy* es más comúnmente empleado, mientras que *productive development* se encuentra con menos frecuencia. Asimismo, más recientemente se empieza a utilizar el término *green industrial policies*, para las políticas industriales que ponen un énfasis importante en la

sostenibilidad ambiental. Independientemente de las preferencias lingüísticas, la literatura refleja de manera consistente una evolución y una expansión en las dimensiones del concepto que demuestran la complejidad y la amplitud de las estrategias de desarrollo productivo a lo largo del tiempo.

V. DESARROLLO PRODUCTIVO SOSTENIBLE: DIMENSIÓN AMBIENTAL, ECONÓMICA Y SOCIAL

Abunda la evidencia científica que señala la dañada relación entre el crecimiento económico y la extracción intensiva de los recursos naturales y la generación de emisiones contaminantes. La extracción de recursos ha aumentado más del triple desde 1970, con un incremento del 45% de combustibles fósiles. Esta actividad es responsable del 50% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y más del 90% de la pérdida de biodiversidad y del estrés hídrico, según informes de las Naciones Unidas (ONU, 2023). Por su parte, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC 2023) asevera que la evidencia científica es "inequívoca" y que el aumento en la temperatura global registrado desde mediados del siglo XX tiene un origen antropogénico, es decir, que es consecuencia directa de las actividades humanas. En resumen, los límites ambientales son cada vez más estrechos; la demanda y la extracción actual de recursos superan la capacidad de regeneración de la naturaleza, mientras que los desechos generados exceden su capacidad de absorción.

La preocupación por la degradación ambiental en el debate internacional tiene su origen en la década de 1970, influida en gran medida por el informe "Los límites del crecimiento" (1972), elaborado en Estados Unidos por el Club de Roma y un grupo académico del MIT. Este informe cuestionó las premisas del crecimiento, argumentando que el modelo de crecimiento asumía recursos ilimitados para un crecimiento infinito, mientras que, en realidad, el mundo es un espacio finito con recursos limitados.

El concepto de desarrollo sostenible fue formalmente introducido en 1987 en el Informe Brundtland, y se define como "aquel desarrollo capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer el derecho de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias". Posteriormente, en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, se adoptó la

Declaración de Río, consolidando el término y promoviendo esfuerzos para su implementación práctica.

Aunque la definición inicial puede parecer sencilla, su evolución ha enfrentado importantes desafíos, y ha transitado de una perspectiva intergeneracional a un enfoque más integral que entrelaza desarrollo económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental. La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de 2002 reafirmó este enfoque al subrayar la interdependencia entre el crecimiento económico, el desarrollo social y la preservación del medio ambiente. Jeffrey Sachs (2014) propone una definición más holística y práctica del desarrollo sostenible:

> El desarrollo sostenible es una forma de entender el mundo como una interacción compleja entre sistemas económicos, sociales, ambientales y políticos. También es una visión normativa o ética del mundo, una forma de definir los objetivos de una sociedad bien ordenada, una sociedad que se preocupa tanto por el bienestar de sus ciudadanos actuales como por el de las generaciones futuras.

Esta definición da lugar a tres dimensiones fundamentales del desarrollo sostenible:

1. En primer lugar, la dimensión ambiental se enfoca en la conservación ambiental, el uso eficiente de los recursos, la gestión de emisiones, desechos y la promoción de la regeneración ambiental.
2. La dimensión social aborda aspectos como la erradicación de la pobreza, la reducción de la desigualdad, la promoción de la equidad, así como la mejora de la salud y la educación.
3. Finalmente, la dimensión económica se centra en la eficiencia y la adecuada asignación de recursos, procurando un equilibrio entre el desarrollo económico y la sostenibilidad a largo plazo.

Ante la complejidad inherente del desarrollo sostenible, con sus dimensiones ambientales, sociales y económicas, surge la pregunta crucial: ¿Qué implica entonces la sostenibilidad en el desarrollo productivo? ¿Pueden ser este tipo de políticas una herramienta relevante para los países en América Latina y sus estrategias de desarrollo sostenible? Para responder,

es necesario explorar cómo los modelos de desarrollo productivo pueden integrar y equilibrar estas dimensiones.

VI. ENFOQUES PRÁCTICOS PARA EL DESARROLLO PRODUCTIVO SOSTENIBLE

En el análisis de la sostenibilidad económica, surge un dilema fundamental: la relación intrínseca entre el crecimiento económico y la explotación de recursos naturales. Si la evidencia respalda esta conexión directa, entonces la sostenibilidad económica implica una reconfiguración esencial en la relación entre el crecimiento económico y la naturaleza. Este desafío ha inspirado esfuerzos intelectuales significativos para identificar propuestas conceptuales, entre ellas el desacoplamiento, una propuesta académica basada en evidencia que busca separar el crecimiento económico de la explotación insostenible de recursos naturales.

En este contexto, en 2007 se estableció el Panel Internacional de Recursos (IRP), una plataforma dentro del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La misión fundamental del IRP es proporcionar evaluaciones científicas con el objetivo específico de comprender y avanzar en el desacoplamiento del crecimiento económico respecto a la degradación ambiental. Este concepto constituye el núcleo del mandato del IRP, que persigue la ambiciosa meta de “desacoplar el bienestar humano del consumo de recursos”.

El desacoplamiento, en su esencia, se ocupa tanto de la cantidad de recursos utilizados por la actividad humana como de los impactos ambientales asociados con dicho uso a lo largo de todas las fases de su ciclo de vida. Los efectos negativos en el medio ambiente pueden manifestarse en cualquier etapa del ciclo de vida de los recursos, ya sea durante su extracción, producción, fabricación, consumo o eliminación después del uso. El informe del IRP proporciona una definición del desacoplamiento que implica “crear servicios y valor económico con una cantidad menor de recursos, generando menos desechos y emisiones, así como reduciendo otros impactos ambientales” (PNUMA 2011).

¿Es posible el desacoplamiento? Según el informe del IRP, la respuesta es afirmativa. La clave para entender esta posibilidad radica en diferenciar entre el crecimiento económico y el crecimiento físico o material. Mientras que el crecimiento económico se mide a través de indicadores como el PIB y se define en términos de flujos monetarios, el crecimiento físico implica la expansión de superficies, el rendimiento de la materia y el aumento de la existencia de productos, construcciones e infraestructura. El crecimiento físico está intrínsecamente vinculado al aumento de la presión sobre el medio ambiente y al agotamiento de los recursos naturales. Bajo esta premisa, los defensores del desacoplamiento sostienen que, conceptualmente, es posible separar el crecimiento económico del crecimiento físico en la economía.

Un ejemplo práctico de este desacoplamiento se observa en la implementación de tecnologías más limpias y eficientes. Las empresas pueden generar mayores ingresos sin aumentar proporcionalmente la demanda de recursos naturales. Asimismo, estrategias como la economía circular, que busca maximizar la reutilización y el reciclaje de materiales, contribuyen a reducir la necesidad de extraer nuevos recursos y disminuir la generación de residuos.

Diversos organismos internacionales, incluyendo la CEPAL, el PNUMA y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO), han abordado el papel de las políticas de desarrollo productivo como una vía efectiva para desacoplar el crecimiento económico de la extracción de recursos naturales. En las secciones siguientes de este artículo, analizaremos dos enfoques específicos que buscan materializar este desacoplamiento: el Big Push Ambiental y la Industrialización Verde.

VII. UN GRAN IMPULSO AMBIENTAL Y UNA INDUSTRIALIZACIÓN VERDE

Para abordar la dimensión de la sostenibilidad en el desarrollo productivo, se examinan dos modelos: un enfoque latinoamericano propuesto por la CEPAL y otro con una perspectiva más internacional planteado por la UNIDO. Aunque existen diversas perspectivas, el análisis detallado de estos dos enfoques ofrece una visión práctica y aplicada al dilema teórico.

El Gran Impulso Ambiental, propuesto por la CEPAL, se fundamenta en la perspectiva estructuralista del desarrollo. Busca afrontar los retos del desarrollo sostenible mediante la creación de estructuras productivas que concilien la igualdad social con la protección ambiental. La denominación "Gran Impulso" (Big Push, en inglés) hace referencia al modelo planteado por Lewis (1950) y Rosenstein-Rodan (1943), que representa una estrategia que implica una inversión significativa y coordinada en múltiples sectores de la economía de manera simultánea. Esta inversión coordinada busca superar estancamientos y fomentar un desarrollo económico sostenible.

El enfoque de UNIDO sobre la Industrialización Verde se propone explorar opciones para gestionar un cambio estructural que aborde la productividad y los desafíos ambientales, y que armonice estas transformaciones con beneficios sociales. En este contexto, la Industrialización Verde se define como cualquier medida gubernamental dirigida a acelerar la transformación estructural hacia una economía baja en carbono y eficiente en recursos (Altenburg y Assmann 2017). Este enfoque no solo apunta a la sostenibilidad ambiental, sino también a mejoras en la productividad económica.

Ambas propuestas reconocen que el modelo de desarrollo actual no es viable debido a los profundos desequilibrios económicos, sociales y ambientales. En consecuencia, estos enfoques plantean dos objetivos fundamentales:

1. Realizar un cambio estructural hacia un modelo sostenible que tome en cuenta los límites ambientales y sociales.
2. Desacoplar la producción de la degradación ambiental.

En la búsqueda de esta transformación, ambos modelos destacan la necesidad de reconsiderar las relaciones entre el gobierno, el sector privado y la sociedad. Estos enfoques son críticos del neoliberalismo y coinciden en que el mercado, por sí solo, no es capaz de abordar las fallas sociales y ambientales. Asimismo, ambos abogan por un Estado proactivo, dotado de capacidades institucionales sólidas, como un actor esencial para lograr un desarrollo económico sostenible. Desde la perspectiva de la CEPAL, se sostiene que "el cambio estructural progresivo no es resultado de las fuerzas espontáneas del mercado" (CEPAL 2016). La propuesta implica una política industrial que estimule sectores

dinámicos, incorporando eficiencia keynesiana y schumpeteriana y siguiendo trayectorias de bajo carbono.

En sintonía, UNIDO argumenta que "la asignación de recursos basada únicamente en el mercado es poco probable que fomente un cambio estructural de manera socialmente óptima". Insisten en la necesidad de contar con políticas productivas para "complementar el mecanismo de mercado" (Altenburg y Assmann 2017) que reconozcan las imperfecciones del mercado y la legitimidad de criterios de inversión que trascienden la eficiencia económica. La cuestión que plantean no es si aplicar o no la política industrial, sino cómo hacerlo de manera efectiva.

El enfoque de UNIDO aporta seis elementos distintivos que demarcan una política de desarrollo productivo sostenible frente a las políticas industriales o de desarrollo productivo convencionales:

1. **Enfoque en externalidades ambientales:** Prioriza la consideración de las externalidades ambientales y reconoce que las actividades económicas no solo generan beneficios y costos internos, sino que también impactan el entorno de manera externa.
2. **Distinción entre tecnologías "buenas" y "malas":** Distingue entre tecnologías según su impacto ambiental. Esta evaluación permite discernir entre prácticas que contribuyen a la sostenibilidad y aquellas que generan consecuencias negativas para el medio ambiente.
3. **Necesidad de cambio estructural para prevenir efectos catastróficos:** Reconoce la necesidad de un cambio estructural en el modelo económico actual para evitar consecuencias ambientales catastróficas a largo plazo.
4. **Asimilación de la incertidumbre a largo plazo y dependencia de cambios en políticas:** Admite la existencia de incertidumbre a largo plazo y reconoce que se basa en cambios continuos en las políticas para adaptarse a las dinámicas económicas y ambientales cambiantes.
5. **Coordinación de políticas:** Destaca la importancia de la coordinación de políticas para asegurar que las medidas adoptadas en diferentes sectores converjan hacia la sostenibilidad.
6. **Motivación para gestionar bienes públicos globales:** Reconoce la necesidad de gestionar los bienes públicos globales, como la atmósfera

y los océanos, para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, y toma en cuenta su carácter compartido y global.

La perspectiva de la CEPAL sobre el desarrollo sostenible no se limita únicamente a ajustes en el ámbito doméstico; también, identifica tareas pendientes a nivel internacional que son fundamentales para avanzar hacia un desarrollo productivo sostenible integral. Entre estas tareas, subraya la necesidad de crear bienes públicos globales, reconociendo que la sostenibilidad no conoce fronteras nacionales y requiere esfuerzos concertados a nivel mundial. Además, aboga por el fortalecimiento del regionalismo en América Latina, promoviendo una mayor integración entre los países de la región para abordar desafíos comunes y potenciar sinergias positivas. La CEPAL también destaca la urgencia de una reestructuración del sistema financiero internacional para alinear los incentivos económicos con los objetivos de desarrollo sostenible. Asimismo, propone revisar las normas de la Organización Mundial del Comercio (OMC) para asegurar que fomenten prácticas comerciales que impulsen la sostenibilidad y la equidad en lugar de generar desigualdades y presiones ambientales adicionales (CEPAL 2016, 2).

Estas dos propuestas, si bien comparten la visión de replantear el desarrollo productivo hacia la sostenibilidad, difieren en sus líneas estratégicas y enfoques para alcanzar estos objetivos. Desde la perspectiva de la CEPAL, se propone la expansión de los mercados hacia bienes menos intensivos en carbono o en recursos naturales, como parte integral de las políticas; se insiste en la importancia de la complementariedad entre diversos tipos de inversión, incluyendo la educación y el desarrollo de capacidades tecnológicas. Además, aboga por la realización de inversiones públicas a lo largo de un periodo prolongado, extendiendo su apoyo hasta que la inversión privada pueda sostener la expansión. Este enfoque refleja la idea de que el Estado debe desempeñar un papel activo en la promoción de sectores dinámicos y sostenibles apoyando su crecimiento a largo plazo.

Por otro lado, UNIDO propone un cambio tecnológico centrado en la eficiencia de los recursos como un medio para aumentar la productividad de los sectores económicos. Sugiere la implementación de políticas y regulaciones específicas destinadas a abordar las externalidades negativas sobre el medio

ambiente, promoviendo prácticas más sostenibles. Asimismo, destaca la importancia de crear empleo e impulsar la inclusión social como cobeneficios del aumento de la productividad, alineando así los objetivos económicos con metas sociales y ambientales más amplias. Estas líneas de política enfatizan la necesidad de una transformación profunda y coordinada para lograr una producción más sostenible.

Estos dos enfoques coinciden en la importancia estratégica de la tecnología como motor fundamental para la transformación hacia un desarrollo productivo sostenible. Desde la perspectiva de la CEPAL, se subraya la necesidad de realizar cambios significativos en la estructura productiva y en el patrón de especialización económica. Se aboga por orientar estas transformaciones hacia actividades con mayor contenido tecnológico y niveles más elevados de productividad. Este enfoque busca generar empleos de calidad para reemplazar trabajos de baja productividad, que contribuyen a la desigualdad y al rezago económico en la región. Además, la CEPAL resalta la importancia de cerrar brechas tecnológicas mediante la promoción de la ecoinnovación, abarcando áreas como la biotecnología y la nanotecnología.

Por otro lado, la Industrialización Verde también pone un fuerte énfasis en la tecnología y la innovación como elementos clave para lograr la eficiencia en el uso de recursos y reducir las emisiones y residuos contaminantes. Este modelo reconoce que la inversión en sectores tecnológicos es esencial para abordar las formas de producción altamente contaminantes. La inversión en tecnología, según este enfoque, no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también se presenta como un componente central para las políticas de desarrollo productivo sostenible. Asimismo, se destaca que la inversión en tecnología puede generar cobeneficios sociales al impulsar oportunidades de empleo más especializadas y productivas. En este sentido, ambas perspectivas convergen en la idea de que la tecnología desempeña un papel fundamental en la construcción de un futuro más sostenible y equitativo.

Tabla 1 **Elementos clave en los modelos de desarrollo productivo sostenible propuestos por la CEPAL y por UNIDO.**

	Big Push Ambiental (CEPAL)	Industrialización Verde (UNIDO)
Objetivo	Transformación del modelo de desarrollo actual hacia un desarrollo sostenible que concilie igualdad y el desacoplamiento del crecimiento económico de la degradación ambiental.	Lograr un cambio estructural para aumentar la productividad y abordar desafíos ambientales, mediante el desacoplamiento del crecimiento económico de las externalidades ambientales.
Rol Estado-mercado-sociedad	Crítica al neoliberalismo. Destaca un Estado proactivo con capacidades institucionales sólidas.	Reconoce limitaciones del mercado y aboga por políticas públicas coordinadas. Hace énfasis en la necesidad de regulaciones para abordar fallas de mercado y externalidades ambientales.
Líneas generales de política	Complementariedad entre distintos tipos de inversión, incluyendo educación y tecnología. Expansión de mercados hacia bienes menos intensivos en carbono. Inversiones públicas sostenidas.	Enfoque en eficiencia de recursos, regulaciones para mitigar impactos ambientales. Creación de empleo e inclusión social como cobeneficios de la productividad.
Papel de la tecnología	Cambios en estructura productiva y patrón de especialización. Ecoinnovación, incluyendo biotecnología y nanotecnología.	Enfocado en tecnologías limpias. Destaca la eficiencia en el uso de recursos y reducción de residuos mediante innovación tecnológica. Generación de empleo especializado.

Fuente **Elaboración propia con información de (CEPAL 2016) y (Altenburg y Assmann 2017).**

El propósito de examinar los modelos de desarrollo sostenible propuestos por la CEPAL y UNIDO no radica en resaltar contradicciones ni en abogar por la supremacía de uno sobre el otro. Más bien, busca aportar al debate sobre la creación de políticas de desarrollo productivo sostenibles, presentando aproximaciones prácticas desde los ámbitos regional e internacional. Este análisis no pretende dilucidar un modelo único, sino enriquecer la comprensión de propuestas que abordan el desafío crucial de armonizar el crecimiento económico con la sostenibilidad. En un contexto como el mexicano, este diálogo se torna propositivo y esencial para la configuración de políticas que impulsen un desarrollo productivo sostenible.

VIII. LAS POLÍTICAS DE DESARROLLO PRODUCTIVO SOSTENIBLE: ¿UNA ALTERNATIVA PARA MÉXICO?

Las políticas de desarrollo productivo pueden ser una herramienta muy poderosa para orientar y dirigir la trayectoria de desarrollo del país, pues permiten articular una diversidad de políticas públicas y alinear inversiones estratégicas para impulsar actividades económicas que generen beneficios sociales y tengan bajos impactos medioambientales. Se trata de abandonar la idea de que los mercados son el mecanismo más eficiente para la asignación de los recursos, y reconocer que los grandes desafíos a los que se enfrenta el país requieren de planeación, cooperación y una visión común de largo plazo entre la sociedad, el Estado y el sector privado. En este marco se entiende que es posible incidir en la dirección del desarrollo productivo de manera democrática y participativa, estableciendo criterios claros (sociales, medioambientales, económicos o geopolíticos) para definir las actividades económicas que se quiere impulsar.

Durante el 2023 la Sede Subregional de la CEPAL en México y la Fundación Friedrich Ebert organizaron una serie de mesas de diálogo con representantes del sector público, empresarial, sindical, academia, instituciones internacionales y organizaciones de la sociedad civil para discutir sobre los temas clave para la implementación de una política de desarrollo productivo en México. Una conclusión muy relevante de estas mesas es que existe una opinión casi generalizada de que México necesita diseñar e implementar una PDP con una visión de largo plazo que le permita afrontar sus desafíos sociales y ambientales y aprovechar las oportunidades que potencialmente presentan el nearshoring y la nueva reconfiguración de las CGV.

El documento que recoge estas discusiones (que será publicado en los próximos meses) concluye que esta PDP debería ser **incluyente**, buscando generar suficientes puestos de trabajo de calidad, promoviendo la equidad de género y atendiendo las disparidades regionales; **sostenible**, respetando los límites ambientales e impulsando actividades económicas sostenibles; e **innovadora**, atendiendo los retos y oportunidades de la automatización, la digitalización y la industria 4.0.

Dentro de los elementos más importantes que se identificaron para poder implementarlas destacan:

1. **Un Estado activo, capaz y consistente,** dejando atrás la discusión sobre si debe ser el Estado o los mercados los responsables de guiar el desarrollo económico. Con un Estado que retome su función de liderazgo y coordinación en el ámbito productivo. Esto requiere de una estrategia para el fortalecimiento de las capacidades institucionales dando marcha atrás al proceso de debilitamiento de las últimas décadas.
2. **La coordinación es clave.** Se debe tener una visión compartida y de largo plazo entre el sector público, privado y la sociedad civil. El diálogo continuo entre el sector privado y el sector público es clave para identificar obstáculos y oportunidades para impulsar ciertas actividades económicas. La implementación de estas políticas implica la coordinación entre diferentes secretarías, niveles de gobierno y la asignación de importantes montos de financiamiento o modificaciones regulatorias, por lo cual resulta fundamental el liderazgo y compromiso del poder ejecutivo al más alto nivel.
3. Es necesario construir **marcos institucionales** que aseguren el cumplimiento de los planes, su continuidad a través del tiempo y faciliten la articulación de los diferentes actores involucrados. Es muy importante que la interacción entre el sector público y privado suceda en un marco institucional, con mecanismos de transparencia y rendición de cuentas, que eviten caer en relaciones clientelares y rentistas. Los Consejos estatales o nacionales para el desarrollo productivo sostenible puede ser una figura sumamente útil para coordinar estos esfuerzos a los diferentes niveles. Sin embargo, no existen recetas que puedan ser replicadas en todos los contextos y es un proceso que se tiene que ir diseñando y adaptando en cada situación.
4. **Un proceso iterativo de prueba y error.** Las personas expertas en el tema señalan la importancia de pensar en la implementación de este tipo de políticas como un proceso de continuo aprendizaje que se debe ir adaptando a lo largo del tiempo. Autores como Sabel y Jordan (2015) y Salazar-Xirinachs (2020) proponen el concepto de gobernanza experimentalista como una herramienta idónea para este fin.

5. **La definición de sectores estratégicos** es probablemente uno de los factores más importantes para la implementación de PDP, especialmente si pensamos desde una perspectiva de sostenibilidad. Esto es clave para alinear la implementación de una variedad de políticas públicas y la asignación de recursos públicos para promover cierto tipo de actividades económicas como las energías renovables, la biotecnología, la economía circular, la agroecología, la nanotecnología y los nuevos materiales. Esta es una manera de ir modificando gradualmente las matrices productivas de los países hacia la sostenibilidad alineando acciones, políticas y recursos como los programas de formación profesional, las políticas de innovación, los planes de infraestructura y los mecanismos de financiamiento.
6. **Definición de misiones.** La economista Mariana Mazzucato propone fijar objetivo sociales y ambientales como una guía para articular la implementación de PDP. Algunos ejemplos para este tipo de misiones pueden ser la conservación de los suelos, la gestión eficiente del agua, la vivienda sostenible, el acceso a la salud o la transición energética.
7. **El financiamiento es clave.** Para llevar a cabo las inversiones estratégicas destinadas a impulsar sectores sostenibles, tal como propone el Gran Impulso Ambiental, es indispensable contar con una considerable asignación de recursos públicos. Esta necesidad se presenta como un desafío significativo para países como México (al igual que muchos otros en América Latina y el Caribe), los cuales enfrentan restricciones financieras en sus presupuestos públicos. En el contexto mexicano, la viabilidad de implementar tales políticas posiblemente esté condicionada a la adopción de una reforma fiscal progresiva que brinde al gobierno los recursos necesarios.

IX. CONCLUSIONES

Como se ha discutido previamente en este artículo, la cuestión fundamental no radica en determinar si es necesario reconfigurar las relaciones entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, sino en cómo llevar a cabo dicho proceso. En este contexto, las políticas orientadas al desarrollo productivo sostenible surgen como una alternativa concreta para avanzar

en esta dirección, ya que posibilitan la alineación de diversas políticas e inversiones a través de un mecanismo de coordinación multiactor, respaldado por una visión común a largo plazo.

En este marco, resulta crucial armonizar las políticas de innovación, formación profesional, infraestructura y la banca de desarrollo con el objetivo de impulsar un cambio estructural hacia un modelo productivo sostenible que tome en consideración los límites ambientales y sociales. Esto implica desvincular la producción de los impactos negativos en el medio ambiente. Las políticas de innovación y desarrollo tecnológico deben desempeñar un papel destacado en la agenda gubernamental, alineándose con la promoción de sectores sostenibles y la ecoinnovación.

Aunque el panorama actual presenta desafíos significativos, es crucial reconocer la existencia de tendencias tecnológicas, de mercado y políticas públicas que apuntan hacia un modelo de desarrollo y crecimiento capaz de respetar los límites planetarios y sociales. Ejemplos destacados abarcan el crecimiento de las energías renovables, el impulso de la electromovilidad, avances en tecnologías eficientes en el uso de recursos y una creciente preferencia por productos sostenibles. La articulación de estos esfuerzos implica una reevaluación de la relación entre Estado, mercado y sociedad, reconociendo que el mercado, como único mecanismo de asignación de recursos, no puede abordar integralmente las complejas dimensiones de la sostenibilidad.

A pesar de haber analizado dos propuestas concretas, el Big Push Ambiental y la Industrialización Verde, para implementar políticas productivas sostenibles en este artículo, aún es necesario continuar desarrollando propuestas específicas para su instrumentalización en los contextos de los países latinoamericanos. Las PDP de los próximos años no seguirán el mismo patrón que las implementadas hace casi medio siglo, y es imperativo que la perspectiva medioambiental y social desempeñe un papel mucho más relevante en su diseño e implementación. Este diálogo continuo y la búsqueda de soluciones prácticas son esenciales para guiar el diseño de políticas que concilien las demandas de la sociedad, la economía y el medio ambiente.

X. BIBLIOGRAFÍA

Abeles, M., M. Cimoli y P. Lavarello (eds.). 2017. *Manufactura y cambio estructural*. Libros de la CEPAL, 149 (LC/PUB.2017/21-P). Santiago de Chile: CEPAL.

Altenburg, T., y C. Assmann (eds.). 2017. *Green Industrial Policy. Concept, Policies, Country Experiences.* UN Environment; German Development Institute. Geneva.

CEPAL. 2016. "Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible (LC/G.2660/Rev.1)". Santiago de Chile.

Chang, Haa-Joon. y Andreoni, A. 2020. *Industrial Policy in the 21st Century. Development and Change*, International Institute of Social Studies, vol. 51(2), pages 324-351.

Chang, Ha-Joon. 2002. *Kicking Away the Ladder, Development Strategy in Historical Perspective.* London, Anthem Press

Fernández-Arias, E., Stein, E., Crespi, G. 2014. ¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica, BID

Fischer-Kowalski, M. *et al*. 2011. *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel.* PNUMA.

Hirschman, A. O. 1983. "La Estrategia Del Desarrollo Económico". *El Trimestre Económico*, 50, 199(3): 1331-1424.

IPCC. 2023. *Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844.

Lewis, W. A. 1954. "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour". *The Manchester School*, 22 (2): 139-91. https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1954.tb00021.x.

Luiselli, C. 2021. *El modelo de desarrollo coreano en perspectiva histórica: Posibles lecciones para México*. En La política industrial en México. Antecedentes, lecciones y propuestas, 29-54. México: UNAM

Mattar, J. Schatan, C. y Cabrera, C. 2024 (de próxima publicación), *El Futuro Productivo de México: Temas clave para implementar una Política de Desarrollo Productivo Sostenible*, CEPAL.

OECD (ed.). 1975. *The aims and instruments of industrial policy: a comparative study*. París : [Washington, D.C: Organisation for Economic Co-operation and Development; sold by OECD Publications Center].

ONU. s. f. "Datos y cifras | Naciones Unidas". United Nations. United Nations. https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures.

Prebisch, R. 1948. "El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas". *Desarrollo Económico*, 26(103): 479. https://doi.org/10.2307/3466824.

Ramos, J. 1994. "Síntesis del planteamiento de la CEPAL sobre la equidad y la transformación productiva". *Desarrollo Productivo*, 17.

Rodrik, D. 2004. "Industrial Policy for the Twenty-First Century". John F. Kennedy School of Government. https://drodrik.scholar.harvard.edu/files/dani-rodrik/files/industrial-policy-twenty-first-century.pdf.

Rodrik, D. 2022. *An Industrial Policy for Good Jobs*. The Hamilton Project, Brookings. https://drodrik.scholar.harvard.edu/files/dani-rodrik/files/rodrik_-_an_industrial_policy_for_good_jobs.pdf

Sachs, J. D. 2014. *La era del desarrollo sostenible.* Nueva York: Columbia University Press.

Schatan, C. y C. Cabrera. 2020. "Hacia una política de desarrollo productivo en México: Un análisis de economía política". Friedrich Ebert Stiftung.

Stiglitz, J. E., *et al.* s. f. "Políticas industriales y tecnológicas en América Latina".

Warwick, K. 2013. *Beyond Industrial Policy: Emerging Issues and New Trends.* Vol. 2. OECD Science, Techology and Industrial Policy Papers. París: OECD Publishing.

CAPÍTULO II

CONDICIONES PARA UN NUEVO PROYECTO INDUSTRIAL DIGITAL DEL PAÍS

>[10] Cambio tecnológico y globalización. Retos para la implementación de una política industrial digital en México

SUMARIO

I. Introducción.
II. La fase informática global del capitalismo: revolución tecnológica y globalización.
III. La tecnología digital: función, instrumentación y estrategia.
IV. Tecnología digital y política industrial en México.
V. Conclusiones.
VI. Bibliografía.

Miguel Ángel Rivera Ríos

Profesor Titular en la Facultad de Economía y Tutor del Programa de Posgrado, UNAM, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y Miembro de número de la Academia Mexicana de Economía Política

Josué García Veiga

Profesor en la Facultad de Economía, UNAM y Miembro investigador del Laboratorio de Estudios sobre Empresas Transnacionales (LET) del Observatorio Latinoamericano de Geopolítica (OLAG) en el Instituto de Investigaciones Económicas (IIE) de la UNAM

José Benjamín Lujano López

Profesor en la Facultad de Economía, UNAM e Investigador en temas socioeconómicos

Oscar Daniel Araujo Loredo

Profesor de la Facultad de Economía, UNAM

I. INTRODUCCIÓN

Durante el periodo comprendido entre el fin de la Segunda Guerra Mundial y la crisis de inicios de los 1980, México vivió un proceso sostenido de industrialización que le llevó, hacia fines de esa década, a convertirse en una economía de desarrollo medio, equivalente al de que tenía Dinamarca antes de 1940 (Maddison, 1997). Desafortunadamente ese proceso, conocido también como sustitución de importaciones, terminó en una debacle, con una sucesión de devaluaciones, sobrendeudamiento público y privado, bancarrota empresarial y fuga de capitales. En los años subsiguientes la población sufrió una elevada inflación, un mayor deterioro salarial, desempleo y recorte en los servicios públicos en salud y educación. La causa inmediata de esa debacle fue el estrangulamiento por las dos brechas (fiscal y de balanza comercial), que provocó instabilidad macroeconómica. La causa remota, o de fondo, fue de naturaleza político-institucional: la captura del Estado por los propietarios de las grandes empresas, o coalición dominante, quienes impusieron sus intereses, bloqueando los intentos para cambiar hacia una estrategia similar a la de las economías dinámicas de Asia, sobre todo la de Corea del Sur (Araujo, 2023).

En el período siguiente se realizaron las reformas de libre mercado o neoliberales, pero sin trastocar la estructura político institucional. Así, a inicios de los 1980 los grandes propietarios, bajo el amparo de una falsa reforma, afianzaron su control del Estado dispensándose amplios privilegios que impidieron un mejor funcionamiento de la economía. El ingreso y la riqueza se concentraron aún más, persistieron altos niveles de pobreza con bajo crecimiento de la economía y de la productividad (Araujo, op. cit.). El pasaje al capitalismo informático-global generó fuertes presiones sobre la estructura económica, que al tener baja capacidad de respuesta se alejó aún más de la frontera tecnológica mundial. Aparecieron tendencias desindustrializadoras y

* Colaboración realizada como parte de las actividades de proyecto PAPIIT IN303123 “La crisis mundial y la nueva modalidad de cambio tecnológico. Crecimiento económico y productividad. Implicaciones para México”.

** Agradecemos el apoyo brindado por Miguel Ángel Cruz Mancilla y Omar mejía de la Torre para la realización de este capítulo.

las corporaciones nacionales abandonaron sectores claves de la manufactura, ampliando el espacio para el arribo de empresas extranjeras que se posicionaron en el país sin fomentar la competencia ni la innovación.

La aparición de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) representa para México tanto una oportunidad como una fuente de presiones sociales y económicas. Lo que sustancia la oportunidad es el cambio político-institucional que comenzó desde 2018 orientado a recuperar la autonomía del Estado frente a las coaliciones rentistas. Ese proceso es la parte medular de la transformación social, mientras que la adopción generalizada de los sistemas digitales es parte de ella en tanto establecen los mecanismos con los cuales funcionará el mundo aún más en un futuro inmediato; aprovechar esta tecnología no implica meramente la compra de equipo y el tendido de redes, sino un cambio social que requiere también de una sociedad con un nivel de vida digno, educada e informada.

Para explorar y discutir las implicaciones del proceso que está en marcha se efectúa un planteamiento organizado en tres partes. En el primer inciso efectuaremos un análisis del pasaje del capitalismo mundial a la fase informático global que se corresponde con una onda larga de crecimiento, convencionalmente llamada Quinto Kondratiev ascendente. El segundo inciso plantea revisión del desarrollo de la economía digital, precisando sus fases y la manera como inciden en los países en desarrollo. La exposición cierra con el análisis de la política industrial digital en México, planteando tres subapartados donde se aborda la brecha tecnológica en el país, la política que se requiere impulsar y los elementos que el último gobierno ha implementado.

II. LA FASE INFORMÁTICA GLOBAL DEL CAPITALISMO: REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA Y GLOBALIZACIÓN

Desde 1980 se verifica el pasaje al capitalismo informático o informacional (Castells, 1999) impulsando una onda de crecimiento a largo plazo de la acumulación del capitalismo (Rivera, Araujo, García y Lujano, 2023). Lo anterior implicó la superación de la crisis estructural de los años de 1970 o Cuarto Kondratiev descendente, con la amplificación del geo-espacio global para la

acumulación de capital bajo el despliegue de una tecnología revolucionaria que está transformando la producción y la vida social (Rivera, et. al., op. cit.). Paralelamente, desde fines de los 1970 emergió una nueva doctrina que establece una agenda de privatización y desregulación de la economía, cuyas reglas y principios constituyen el vehículo de regulación y difusión del sistema digital,[1] de la globalización y la función pública, redefiniendo la relación capital trabajo y las normas de producción, circulación y apropiación de plusvalor (Lujano, 2022).

Se trata de la computación unificada con las redes de telecomunicación, cuyo fundamento es el lenguaje binario. Las descargas de electrones en un receptáculo de material semiconductor, o transistor, se modulan como señales de entrada y salida, que al equipararse a los dígitos 0 y 1 constituyendo un lenguaje (Bauer y Marshall, 2020). La comunicación digital da lugar a una forma más avanzada de automatización aplicable a todas las actividades económicas y a la interacción social, pudiéndose transmitir a cualquier distancia por medio de redes, siendo Internet la red de redes y base de la infraestructura del nuevo sistema. Este sistema tecnológico unificado constituye la base productiva del capitalismo global.

Consideremos ahora el papel histórico de la tecnología digital. Como explica Manuel Castells (1999) estamos ante una nueva fuente de crecimiento de la productividad y por ende del excedente económico. Si durante el fordismo la fuente del excedente se originaba por el consumo de materiales y energía, en la nueva era es el procesamiento, almacenamiento y transmisión de información en forma de bits (Castells, op. cit.).

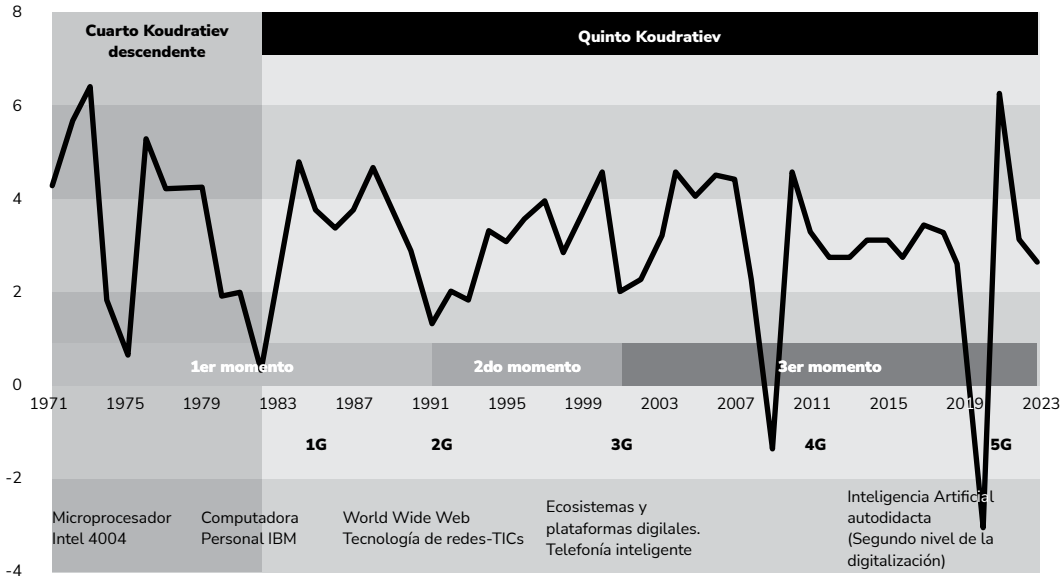
La onda de crecimiento a largo plazo y la digitalización son inseparables. Con la invención del microprocesador y la PC, la computarización dio un enorme salto; ciertamente había avanzado desde los 1960 con el uso de las grandes computadoras o mainframes a la banca y los seguros (Gordon, 2016). Al convertirse en un sistema portátil, la computación abrió paso a todas las actividades, pero aún con ciertas limitaciones pues la comunicación entre las computadoras era casi inexistente (Gordon, op. cit.). Estamos ante el primer

1 Hablaremos de tecnología digital o digitalización y de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) como sinónimos.

momento de la onda larga (y del desarrollo de la tecnología digital (ver Gráfica 1).

Esas limitaciones se superaron con Internet y su protocolo para la transmisión de datos (la WWW) que permite el enlace de todas las computadoras a nivel mundial. Tenemos así la confluencia entre la computación y la comunicación (Cassidy, 2002), proceso que aceleró el crecimiento mundial en los 1990, mientras florecía la entonces llamada *Nueva Economía* en los Estados Unidos (EEUU), época de optimismo e incluso de euforia sobre las posibilidades de la tecnología digital, por lo que también se le conoce como "los felices noventa" (Stiglitz, 2004). Se trata del segundo momento (ver Gráfica 1).

Gráfica 1 Desarrollo del sistema digital en la onda larga, 1971-2023 (crecimiento del PIB mundial en porcentaje).



Fuente Elaborado con datos del Banco Mundial (2024).

El tercer momento se verifica a partir de la crisis de las telecomunicaciones de 2001, se refuerza en 2008 y continúa con el episodio de bajo crecimiento mundial que le sigue (ver nuevamente Gráfica 1). Paradójicamente hay importantes avances en el sistema tecnológico pues se introduce en 2006 el teléfono inteligente, base para la formación de ecosistemas y plataformas

digitales; los países que tienen millones de portadores de teléfonos inteligentes, usados para múltiples funciones, poseen un ecosistema digital. De esos, el más desarrollado es el de EEUU por ser la cuna de la tecnología digital regido por tres plataformas digitales gigantes: Google, Facebook y Amazon. El segundo ecosistema de mayor desarrollo es el chino, que replica al estadounidense en su organización con tres grandes plataformas que poseen funciones similares, pero se regulan por medio de una estrategia diferente (McKinsey Global Institute, 2017).Esta es una cuestión crucial para los países en desarrollo ya que la modalidad estadounidense se rige mayormente por principios de *laissez faire*, en tanto que en China hay un sistema regulado, dirigido estratégicamente por el Estado en el marco de una política industrial activa.

Los países de lo que fue la periferia se han integrado al capitalismo global por cuatro conductos interrelacionados que podemos delimitar para fines de análisis. 1) a través de las cadenas globales de valor (CGV) que se extienden a territorios de bajos salarios; 2) por medio del llamado Consenso de Washington que impuso la reforma de libre mercado en esos países; 3) vía los flujos internacionales de capital que libres de sujeciones extienden su radio de acción a estos países, convirtiéndolos en prestatarios crónicos y espacios de acción de las empresas transnacionales y; 4) gracias a la tecnología digital se propaga de la mano de las corporaciones globales, así como las importaciones de sistemas y procedimientos empresariales. Este último conducto es el más relevante para nosotros.

Durante los *felices noventa*, e incluso hasta la crisis de 2008, se extendieron y diversificaron las CGV, y en EEUU se potenció la aplicación de la tecnología digital, verificándose un boom en la productividad basada en las TICs (McKinsey Global Institute, 2018). Fue crucial es este proceso la rápida innovación en semiconductores, lo que mejoró la calidad y abatió costos de la producción de equipo de cómputo y de telecomunicaciones. El comercio minorista se convirtió en un ágil adoptador de las herramientas digitales para modernizar sus redes de proveeduría. Este efecto se extendió a otros sectores de la industria, pero como veremos a ritmo y alcance muy desigual. La industria global experimentó un auge gracias a que pudo trasladar segmentos enteros de la producción a Asia Oriental, sobre todo a la costa sur de China donde se asentó la fábrica global. El gigante asiático representa la quinta esencia de la inserción exitosa al capitalismo global, no sólo por la aplicación de la

digitalización a la industria sino también a los servicios, conformando en poco tiempo el segundo mayor ecosistema digital del mundo.

Para el resto de países en vías de desarrollo las cosas no fueron tan bien. El rezago se hizo mayor al pasar de la computadora a la red de computadoras, luego a Internet y la WWW, para aterrizar en los ecosistemas digitales y sus plataformas. América Latina avanzó de manera lenta y errática en la asimilación de las TICs; particularmente en México, los proyectos de empresas nacionales creados para ensamblar equipos de cómputo con partes importadas fracasó (1995). El otro arranque se dio con la privatización de las empresas de telecomunicaciones en los 1990 con el fin de atraer inversión extranjera y entrar a la era el digital. El problema fue, como quedó patente, que no hubo condiciones político-institucionales para crear una regulación robusta de las empresas privatizadas que evitara la formación de monopolios.

III. LA TECNOLOGÍA DIGITAL: FUNCIÓN, INSTRUMENTACIÓN Y ESTRATEGIA

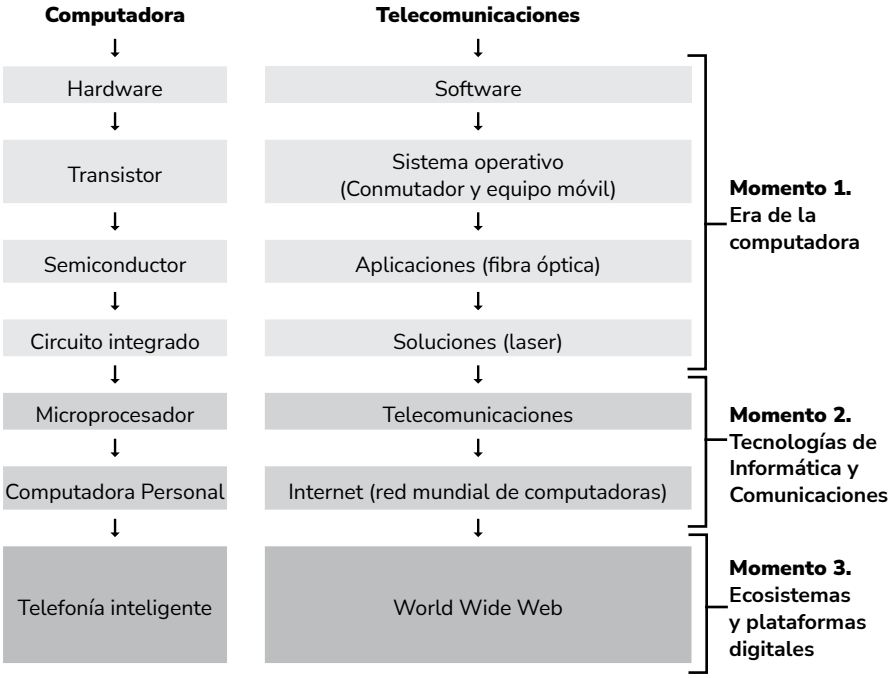
Teniendo presente el concepto de digitalización, pasemos a analizar sus componentes, así como su concreción como tecnología genérica. Consideremos primero el hardware. Previamente se planteó el funcionamiento del transistor y su código binario; el posterior gran avance es el circuito integrado, que es un grupo de transistores apoyados por resistores, condensadores e inductores impresos en el receptáculo u oblea de silicio.

El circuito integrado más complejo es el microprocesador, que es el cerebro de la computadora, el cual sirve para procesar información bajo el control de un software (Bauer y Marshall, op. cit.). Las primeras aplicaciones de la computadora fueron científicas, pero con el proyecto ADVAC financiado por el Bureau of Census nació UNIVAC (Universal Automatic Computer), posibilitando su utilización en cualquier actividad comercial (Campbell-Kelly y Aspray, 2004). IBM dio el paso decisivo al lanzar a inicios de 1964 el sistema 360, una computadora mainframe con aplicabilidad universal (científicas, administrativas, educativas, de entretenimiento) con lo que se arribó propiamente a la era de la computación (Campbell-Kelly y Aspray, op. cit.) Con el lanzamiento de la PC de IBM se facilitó su uso por pequeñas empresas,

el comercio, así como los individuos (Gordon, 2016). El siguiente paso fue el lanzamiento del microprocesador 4004 en 1971, diseñado y fabricado por INTEL, capaz de procesar las múltiples funciones de una computadora.

El software cobró centralidad al ser el conjunto de programas que permiten a la computadora realizar funciones específicas como escritura, cálculo, diagnóstico, integración de sistemas internos (Issacson, 2014), entre otras. En suma, para que la computadora opere como instrumento informático en la ciencia, la administración y la producción requiere que el hardware y el software se integren y ejecuten instrucciones (ver Esquema 1).

Esquema 1 **Tres momentos en la evolución del sistema digital.**



Fuente **Elaborado con información de Campbell-Kelly y Aspray, 2004; Gordon, 2016; Bauer y Marshall, 2020.**

En el Esquema 1 se enlistan las partes de la computadora electrónica digital y los elementos centrales de las comunicaciones digitales. Las TICs hacen posible la comunicación entre las computadoras, para dar lugar a

las redes digitales. Gracias a las TICS se perfeccionó la telefonía móvil y se formaron posteriormente los ecosistemas digitales.

Visto como sistema, la digitalización tiene las propiedades de una tecnología genérica (TG), esto es, una tecnología aplicable a todos los ámbitos de la actividad económica y social con el potencial de incentivar la eficiencia, la productividad, el crecimiento económico y la interacción social a todos los niveles. Previamente existieron dos tecnologías genéricas: la máquina de vapor y el dinamo o motor eléctrico, poseyendo ambas la misma aplicabilidad universal (Carlsson, 2004); para todos los países es imperioso la adopción de los sistemas digitales siguiendo un proceso similar a la electrificación. Al referirnos a adopción digital es preciso subrayar que lo que se adopta es esencialmente un medio o instrumento para su utilización social, yendo mucho más allá de la mera adquisición de equipo TICs y su instalación en empresas o entidades gubernamentales. Irónicamente se creyó así y al principio el sector público y privado adquirió el equipo TICs dando erróneamente por terminada la adopción. Eso produjo un rezago, pero también un insuficiente valor económico y utilidad social de los equipos y sistemas. Diversos estudios confirman que las fallas de adopción por lo general remiten a la falta de sentido común digital, que no se instala de forma generalizada porque entre trabajadores, gerencia y burocracia sigue vigente el sentido común pre-digital. Desde luego el proceso de adopción comienza efectivamente con la obtención del equipo, pero en seguida debe darse su asimilación, exigiendo la desinstalación del sistema preexistente, o sea, el pasaje a una nueva visión y cultura e incluso una nueva lógica que es frecuentemente extraña a los miembros de las organizaciones tradicionales.

Una TG desencadena grandes cambios y mezcla lo positivo con lo negativo. Por ejemplo, la aparición y difusión de electrificación-producción en serie, rehízo los sistemas sociales en todos los niveles, pues no sólo cambió la producción sino también los mercados, las empresas, el perfil obrero, el Estado, etc. (Carlsson, op. cit.). El Estado Benefactor fue la síntesis progresiva del dinamo eléctrico, la producción de masas y la relación de fuerza entre capital-trabajo. Al inicio de la tercera década del siglo XXI la digitalización se encuentra en un nivel equiparable al que tenía la electrificación-producción de masas en los 1920, o sea, a unas dos décadas para alcanzar su perfeccionamiento y habilitación social. El pasaje a la Inteligencia Artificial (IA) representa el umbral

crítico, pudiendo desembocar en una solución progresiva, como el retorno del Estado Benefactor o una solución regresiva quizás equiparable al fascismo.

En la actualidad la IA está en su etapa temprana, prefigurándose dos modalidades de adopción del sistema digital, el estadounidense y el chino. En EEUU la adopción refleja su sistema institucional y los principios de la doctrina neoliberal, lo que ha significado enormes desequilibrios. Aunque es el país originador de la tecnología y sus corporaciones globales obtienen la parte mayoritaria de las ganancias global en esta fase, el proceso de difusión social está rezagado en comparación con los países nórdicos y las economías dinámicas de Asia. De acuerdo con el índice de adopción digital del McKinsey Global Institute (2015), la economía estadounidense y europea estaban digitalizadas apenas entre 15% y20%, porcentaje bajo si se considera que las TICs nacieron hace más de 20 años. Los sectores punteros son la propia industria de las TICs, los medios de comunicación, finanzas y seguros; le sigue comercio al mayoreo y manufactura avanzada y, en menor medida, los servicios públicos; en franco rezago estaba la minería, el cuidado a la salud, la construcción y la agricultura. En nivel intermedio la educación, el transporte, el almacenamiento y el comercio al menudeo (McKinsey Global Institute, 2015).

En la República Popular de China el proceso de digitalización ha sido diferente, ya que al ser un imitador y adaptador tecnológico formó un ecosistema en un plazo muy corto, tomando los atajos que le brindaba el análisis crítico de la experiencia del país pionero. China no es un innovador de frontera, pero aprovechó la difusión global de la tecnología digital, liderada por EEUU, para crear ecosistema digital, el más grande del mundo, que es parte de su sistema de innovación. Este ecosistema digital chino excede al de EEUU y Europa juntos (ver McKinsey Global Institute, 2017). La diferencia primordial se refiere al papel del Estado, esto es, si el proceso debe estar gobernado por el mercado o si debe dirigirse por medio de la intervención estatal. Curiosamente los dos modelos se entrecruzan de suerte que la cuestión es cuál prevalece y qué instrumentos son los más adecuados para utilizar.

La modalidad china de intervención estatal es el resultado de una larga secuencia de acierto y error que comenzó en los 1950, lejos de la economía de ese país. Lo que resultó de un largo proceso de experimentación efectuado en varias partes del mundo se adoptó y adaptó para dar paso al nuevo socialismo

chino. El último paso fue la reforma gradualista que aplicó en este país, en contraposición a la terapia de choque practicada en la Unión Soviética (Rivera y García, 2021). Así, en ese país coexiste la economía de mercado y la dirección estatal para asegurar el máximo desarrollo de las fuerzas productivas, siendo ésta la principal lección para los países en desarrollo pues la digitalización demanda el uso de ambas metodologías e instrumentos.

Finalmente están los problemas de propiedad. Cuando los usuarios interactúan en un ecosistema digital generan datos sobre comportamiento que almacenan los proveedores, o sea, los grandes consorcios de Internet o plataformas digitales. Esos datos tienen un valor comercial, al ser la materia prima para múltiples actividades económicas. Cuando ese proceso se institucionaliza emerge el capitalismo de vigilancia, como lo define Shoshana Zuboff (2019). La autora señala que:

> ...la experiencia humana es una materia prima gratuita convertible en datos de comportamiento. Aunque algunos de esos datos se utilizan para mejorar productos o servicios, el resto se considera como un excedente conductual privado que las empresas capitalistas usan como insumo para alimentar procesos avanzados de manufactura, además de elaborar productos predictivos que prevén lo que cualquiera de ustedes hará en todo momento. Estos productos predictivos se comercializan en un mercado que yo llamo mercado de futuros conductuales (Zuboff, 2019, p. 21).

Además de la disputa sobre la propiedad de los datos entre proveedores y usuarios individuales, está la otra sobre la soberanía nacional, esto es, si la nación en cuyo territorio se generan los datos puede reclamarlos. Esa relación es uno de los puntales de la política industrial digital, que retomaremos adelante.

IV. TECNOLOGÍA DIGITAL Y POLÍTICA INDUSTRIAL EN MÉXICO

4.1 Brecha digital y procesos de adopción

Como hemos analizado, es un hecho que la digitalización universal, incluyendo la comunicación y conexión por medio de Internet, será el medio por el cual funcione el mundo, sobre todo con el actual pasaje a la digitación de segundo

nivel o Inteligencia artificial. La universalización es hasta cierto punto una realidad en los países más ricos y prósperos del mundo, pero la forma anárquica con la que se ha propagado esta tecnología ha impedido que el logro sea completo e incluyente. En los países que el Banco Mundial clasifica como de ingresos medios bajo, entre los que se encuentra México, el rezago respecto a los mejor posicionados es de entre 20 y 30%; en las economías de ingresos bajos el rezago es cuando menos del doble.

En torno a esa preocupación desde los 1980 se formuló el índice de brecha digital (Internet Society, 2022). Su conceptualización y criterio de medición ha cambiado conforme al cambio tecnológico; en la actualidad el índice está asociado principalmente al acceso a Internet y el uso del mismo, mientras que la brecha digital representa básicamente a la población sin acceso como porcentaje de la población total. Como la utilización de Internet abre un horizonte de posibilidades de interconexión, han surgido índices desagregados como el Índice de Desarrollo de las TICs (IDI, por sus siglas en inglés) que publica la Unión Internacional de Telecomunicaciones; es un indicador compuesto por 14 factores de acceso (ITU, 2019).

Además del IDI existen otros índices como el que realiza la consultora McKinsey sobre adopción de las tecnologías digitales en las actividades económicas, el Digital Adopción Index del Banco Mundial y el Networked Readiness Index del Foro Económico Mundial. Todos ellos resaltan la importancia del acceso a Internet de alta velocidad y con dispositivos móviles. El McKinsey Global Institute (2020) ha aplicado el concepto de *ecosistema digital nacional* para abarcar el desarrollo de estos sistemas en sentido integral, es decir, considerando todos los servicios que se acceden (comercio, educación, finanzas, entretenimiento) entre la población. México emplea la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) para expresar la adopción de la tecnología digital entre los mexicanos.

Si observamos el Digital Adoption Index, se muestra el rezago de México en comparación con un grupo representativo de países de América, Europa, Asia, África y Oceanía (ver Cuadro 1). Podemos advertir que para 2021, México estaba rezagado respecto a todos los países que se enlistan. En cuanto a los tres subíndices (negocios, personas y gobierno) el atraso mayor se registra entre

las personas. Por lo que respecta a la ENDUTIH, el Cuadro 2 muestra el comportamiento los usuarios de Internet por principales actividades entre 2015 y 2022. En comunicación (o sea correo electrónico), acceso a redes sociales (principalmente Facebook) y entretenimiento se acerca al 100%. En los rubros que se refieren al uso más especializado como compra de bienes y servicios, interacción con el gobierno, banca y lectura los avances fueron insuficientes.

Cuadro 1 Adopción digital en países seleccionados de cada continente, 2020-2021.

	Índice de Adopción Digital		Subíndice: Negocios		Subíndice: Personas		Subíndice: Gobierno	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Argentina	0.64	0.68	0.68	0.69	0.56	0.63	0.68	0.73
Brasil	0.65	0.68	0.76	0.77	0.72	0.77	0.57	0.58
Canadá	0.66	0.69	0.78	0.78	0.64	0.68	0.58	0.59
Colombia	0.6	0.63	0.64	0.67	0.41	0.47	0.75	0.75
Chile	0.72	0.75	0.77	0.81	0.49	0.56	0.9	0.89
Estados Unidos	0.71	0.76	0.75	0.78	0.66	0.73	0.73	0.72
México	0.53	0.61	0.58	0.62	0.35	0.43	0.67	0.74
Alemania	0.81	0.83	0.85	0.86	0.74	0.77	0.81	0.87
Noruega	0.78	0.81	0.86	0.88	0.78	0.81	0.71	0.72
Italia	0.73	0.76	0.72	0.74	0.64	0.67	0.83	0.87
Francia	0.74	0.75	0.75	0.76	0.69	0.73	0.78	0.76
Reino Unido	0.73	0.76	0.88	0.91	0.77	0.79	0.55	0.58
Arabia Saudita	0.66	0.66	0.66	0.68	0.68	0.72	0.63	0.61
China	0.51	0.57	0.67	0.76	0.68	0.79	0.74	0.77
Corea del Sur	0.84	0.83	0.73	0.76	0.78	0.83	0.93	0.91
Rusia	0.68	0.74	0.64	0.71	0.61	0.69	0.81	0.82
Singapur	0.86	0.87	0.83	0.85	0.81	0.81	0.96	0.95
Egipto	0.51	0.52	0.44	0.49	0.32	0.37	0.74	0.71
Sudáfrica	0.59	0.63	0.65	0.69	0.45	0.49	0.66	0.72
Marruecos	52	0.55	0.53	0.59	0.41	0.42	0.62	0.64
Australia	0.68	0.71	0.76	0.77	0.72	0.77	0.57	0.58

Fuente Elaborado con datos del Banco Mundial (2024a).

Cuadro 2 Usuarios de TICs en México, 2015-2022 (porcentaje de la población total).

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Comunicarse	84.1	88.8	89.9	90.2	90.5	93.7	93.8	93.8
Acceder a redes sociales	71.5	75.8	76.5	77.8	87.7	88.9	89.8	90.6
Entretenimiento	71.4	80.1	91.4	90.4	91.4	88.7	88.5	89.6
Buscar información	88.7	84.4	96.9	86.8	90.5	91.0	89.9	89.3
Apoyar la capacitación o educación	56.6	51.8	70.8	67.9	83.5	85.6	83.1	83.3
Acceder a contenidos audiovisuales	76.6	81.8	78.1	78.0	80.4	77.2	78.0	79.5
Descargar software aplicaciones	31.1	30.0	50.0	49.1	48.1	46.7	45.7	43.0
Leer periódicos, revistas o libros	42.9	45.2	49.3	48.5	47.1	44.3	42.1	39.9
Interactuar con el gobierno	20.8	22.2	28.0	30.9	35.4	32.5	42.3	39.1
Comprar productos o servicios	9.7	15.9	16.5	19.6	22.1	27.4	30.1	30.6
Operaciones bancarias en línea	9.3	9.9	12.9	15.3	16.6	21.5	24.5	24.4
Utilizar servicios en la nube	0.0	0.0	15.6	17.0	19.2	21.2	22.5	23.0
Ventas por internet	0.0	0.0	8.0	9.3	9.3	11.2	12.6	11.3
Pagos con tarjeta de regalo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.4	1.4

Fuente Elaborado con datos de INEGI (2024).

Veamos ahora la información desagregada sobre acceso de la población en el Cuadro 3, usando información del Banco Mundial para comparar a México con el promedio mundial y con varios países en cuatro rubros: suscripción a banda ancha, a telefonía móvil, a telefonía fija y uso de Internet. En los cuatro el coeficiente de México está leve y moderadamente por encima del promedio mundial, pero muy por debajo de EEUU, Unión Europea y China. En banda ancha nuestro país tenía en 2022 el 51% del coeficiente de EEUU y el 46% del de China.

Cuadro 3 Difusión de la tecnología digital a nivel mundial y por países (2000-2022).

	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Suscripciones a banda ancha fija (por cada 100 personas)						
Mundo	0.8/a	3.7	7.8	11.5	15.8	18.4
Estados Unidos	2.5	17.2	27.2	31.5	36.1	37.6
Unión Europea	0.5	11.6	25.8	31.5	36.8	38.7
China	0.0	2.9	9.4	19.9	33.9	41.4
México	0.0	1.8	9.4	12.3	17.9	19.5
Suscripciones a telefonía móvil (por cada 100 personas)						
Mundo	12.0	33.7	75.8	96.1	105.6	108.0
Estados Unidos	38.8	68.6	91.6	102.3	104.9	110.2
Unión Europea	51.1	95.0	118.4	121.8	121.5	123.7
China	6.7	30.1	63.7	92.7	120.6	124.9
México	14.4	44.7	81.2	89.6	97.5	100.3
Suscripciones a telefonía fija (por cada 100 personas)						
Mundo	15.9	19.3	17.6	14.1	11.6	11.4
Estados Unidos	68.2	59.0	48.1	38.5	30.3	27.1
Unión Europea	48.1	47.4	45.2	41.1	36.0	35.5
China	11.5	26.9	21.8	16.6	12.8	12.6
México	12.6	18.5	17.7	16.8	19.4	21.3
Personas que usan Internet (% de la población)						
Mundo	6.7	15.7	28.8	40.3	59.6	63.1/b
Estados Unidos	43.1	68.0	71.7	74.6	90.6	91.8/b
Unión Europea	19.7	48.3	68.7	75.7	84.8	88.9
China	1.8	8.5	34.3	50.3	70.1	75.6
México	5.1	17.2	31.1	57.4	71.5	75.6/b

/a – dato del 2001 **/b –** dato del 2021
Fuente Elaborado con datos del Banco Mundial (2024).

En lo relativo al uso del gobierno digital por parte de la población tenemos lo siguiente (ver Cuadro 4). Si bien el porcentaje de la población que ha utilizado una vez Internet para interactuar en el gobierno llegó al 54% en 2021, la realización efectiva de trámites por medio de un formato es más baja, de 39%; si el trámite se concluyó o se pagó el servicio el porcentaje es de 17%.

En cuanto al uso de redes sociales para presentar una queja o denuncia es de 5%. Lo anterior significa que el gobierno electrónico está subutilizado.

Cuadro 4 **Interacción con el gobierno de México a través de Internet, 2013-2021 (porcentaje de la población adulta).**

	Con al menos una interacción	Realizó el llenado y enviado de algún formato en páginas de internet para iniciar, continuar o concluir trámites	Continuó o terminó un trámite o realizó algún pago por un servicio	Utilizó páginas de internet para realizar trámites, pagos o servicios por medio de Internet
2013	31.6	-	-	1.8
2015	32.1	19.7	9.8	4.0
2017	29.0	17.4	9.5	5.8
2019	32.4	18.8	11.2	8.9
2021	54.5	39.3	17.7	21.0

Fuente **Elaborado con datos de ENCIG (2024).**

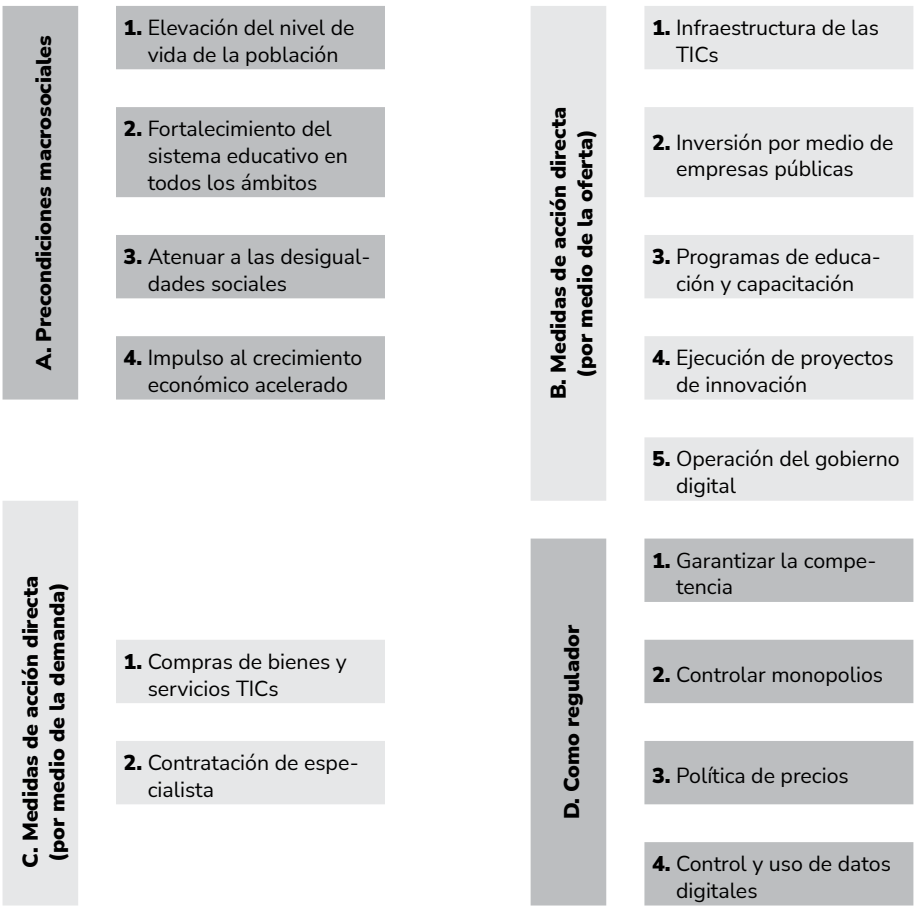
4.2 Alcance de la política pública ante la brecha digital

Para universalizar el acceso y uso de las TICs se requiere garantizar las precondiciones macrosociales. Comenzando por el impulso de una economía prospera, educada y dinámica, con altos grados de equidad social (ver panel A del Esquema 2). El Estado puede emplear diversos instrumentos para facilitar, en el largo plazo, el logro de esos objetivos, pero para que la intervención pública funcione a favor de toda la sociedad, el Estado debe haberse liberado de la influencia de los grupos de poder o rentistas, o sea, lograr lo que hemos llamado autonomía relativa del Estado. En el panel B del Esquema 2, se enlistan las medidas de acción directa, que son el eje de la política industria; resalta por su importancia la creación de la infraestructura de redes, en la que puede actuar como constructor, asociarse con la empresa privada o licitar, en cuyo caso requiere formular y ejecutar un plan regulatorio. Del lado de la demanda es comprador y contrata a especialista en TICs (ver panel C del Esquema 2).

En la medida que el sector privado, en particular las grandes empresas, estén involucrados como proveedor de bienes y servicios o como socio en proyectos mixtos, el papel del Estado cobra dimensión como regulador (ver panel D del Esquema 2); no sólo debe limitarse a licitar, sino que debe

garantizar la competencia, controlar los monopolios, señalizar los precios, pero además emitir las normas para ejercer la soberanía nacional sobre los datos digitales. Consecuentemente la política industrial debe tener funciones ejecutorias, facilitadoras y catalizadoras, actuando a favor de los sectores mayoritarios de la población, la empresa privada le brinda un espacio para que opere competitiva y eficazmente.

Esquema 2 **Los pilares de una Política Industrial Digital.**



Fuente **Elaborado con información de la UNCTAD (2018).**

Como se observa en el Esquema 2, las medidas directas del lado de la oferta son que el Estado provea, directamente o con alianzas, la infraestructura y los servicios de interconexión; mientras que por el lado de la demanda se disponga de servicios de capacitación y educación digitales para que la población participe masivamente. La inversión pública puede crear demanda que aprovechen las empresas y sea rentable la conversión digital, siendo el óptimo que se demanden productos y servicios innovadores. Un gobierno digital se ubica tanto del lado de la oferta como de la demanda; de una parte, ofreciendo a la población capacitación, educación y servicios de fácil acceso, así como un demandante por medio de la contratación pública de equipo, software y servicios informáticos de proveedores privados, efecto que retroalimenta la demanda. Como regulador el Estado puede licitar la construcción de la infraestructura acompañándola de normas trasparentes de asignación. En vista de que los proveedores de Internet son por regla entes privados, el Estado debe alentar la competencia, combatiendo las prácticas monopólicas.

Considerando los alcances de la globalización, el Estado se ve inducido a otorgar un trato equivalente a las empresas extranjeras *vis a vis* las nacionales, sin embargo, también puede adoptar un papel activo por medio de macroproyectos industriales en los que ofrezca incentivos para la asociación entre las empresas extranjeras y las nacionales, sobre todo Pymes. Esta política debe diseñarse para promover la transferencia de tecnología, en tanto una correcta política industrial digital es conexa a la política de innovación.

La UNCTAD (2018) señala que la política industrial debe contemplar el control y uso de datos. Sabemos que las empresas de Internet están en condiciones de recabar ingentes cantidades de información de sus usuarios, lo que les da poder de mercado y una fuente directa de lucratividad. Ya discutimos la nueva realidad del capitalismo de vigilancia y sabemos de la controversia alrededor de la propiedad de los datos; de una parte, entre empresas e individuos y, de otra, entre la nación y las poderosos plataformas digitales globales. La UNCTAD (op. cit.) subraya que para construir sus infraestructuras de redes y utilizar los datos para ofrecer bienes y servicios públicos eficientes, es importante que los países controlen sus datos y puedan utilizarlos o compartirlos, así como regular sus flujos.

4.3 Evaluación de la actual política digital

El gobierno de López Obrador ha comenzado un viraje histórico en el que pretende dejar atrás el legado de autoritarismo y corrupción que persistió a lo largo del siglo XX y se exacerbó durante el periodo neoliberal. Como lo ha señalado en sus discursos y escritos, su reforma pretende ante todo separar el poder político del económico, para dotar al sector público de autonomía y dirigir el proceso de cambio social. Esta meta fundamental está enmarcada en el compromiso de pagar la enorme deuda contraída con el pueblo a lo largo de décadas.

Una evaluación de la estrategia general del actual gobierno está fuera de los objetivos del presente capítulo. El trazo que se ofrece arriba busca meramente dar perspectiva al logro de las precondiciones macrosociales. Está claro que México, pese a los esfuerzos recientes, no cumple en la actualidad esas precondiciones las cuales sólo podrían alcanzarse en el largo plazo.

Como hemos visto, el sector de negocios encabezado por las grandes corporaciones extranjeras y nacionales tienen un avance significativo en la adopción de los sistemas digitales (ver nuevamente Esquema 1); disponen igualmente de grandes recursos financieros que se han acrecentado enormemente en las últimas décadas para lograr, si se lo proponen, una adopción en el mediano plazo similar a la de los países punteros. El problema fundamental es la incorporación de grandes núcleos de población, una parte de la cual se encuentra limitadamente integrada o abiertamente excluida. Conforme a ese criterio evaluaremos las medidas de acción directa, de lado de la oferta y de la demanda, según se ilustran en el Esquema 2.

En infraestructura el principal avance se dio durante el periodo del confinamiento causado por la pandemia del COVID-19, donde el porcentaje de la población con acceso a Internet aumento rápidamente hasta la actualidad. Se espera un progreso todavía mayor, pues en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 (2019) se asumió el compromiso de instalar el Internet para todos, con el fin de "...combatir la marginación y la pobreza y para la integración de las zonas deprimidas a las actividades productivas". Se hizo un diagnóstico del estado de las TICs a inicio del actual gobierno, destacando tres problemáticas: a) derroche de recursos públicos debido a una subcontratación ineficiente; b) carencia de infraestructura, sobre todo fuera de las grandes ciudades y; c)

incompetencia técnica y mala asignación del personal especializado en esos sistemas, incluyendo al personal gubernamental (PND, 2018-2024).

Para lograr equidad de acceso se creó la Coordinación de Estrategia Digital Nacional, cuya misión está formulada en el documento "Proceso de Planeación de la estrategia Digital Nacional y de la Política Tecnológica" (Coordinación de Estrategia Digital Nacional, 2018). Esa misión está formulada así: "promover e impulsar que las y los mexicanos gocen y se beneficien del acceso a las tecnologías de la información y la comunicación; así como de los servicios de banda e Internet y su potencial transformador para el desarrollo social, cultural y económico" (op.cit.).

Se formularon treinta proyectos, de los cuales el número 13 es Internet para todos. Posteriormente se creó una empresa subsidiaria de la Comisión Federal de Electricidad para encabezar la ampliación de la infraestructura con banda ancha. La CFE, actuando como líder del proyecto, subcontrata los servicios de grandes proveedores nacionales y extranjeros. Este es el plan insignia del gobierno actual, declarando en la conferencia presidencial que a fines de 2023 existe un avance de 94.5%. En cuanto a las otras acciones de lado de la oferta existen avances desiguales y omisiones. La plataforma de gobierno electrónico comenzó a implementarse hace más de una década y cubre actualmente la casi totalidad de los principales servicios públicos.

Lamentablemente no existen empresas públicas que participen en la fabricación o ensamble de equipo TICs y tengan capacidad de ingeniería para participar en el proyecto de Internet para todos. Tampoco existe un programa específico de compras gubernamentales canalizados específicamente al sector digital. En cuanto a proyectos de innovación hay un gran desaprovechamiento, pues no se ha formulado políticas de transferencia de tecnología en los parques industriales a lo largo del Tren Interoceánico. Tal política, al promover la digitación de los procesos de producción, podría brindar un impulso a las empresas nacionales e incentivar la innovación digital, siguiendo el modelo chino.

Finalmente, detectamos que se carece de una política de soberanía digital. Sólo se ha dado el primer paso que es la ley de protección de datos personales, pero falta un mecanismo para registrar, dar acceso a los datos y concentrarlos en un centro gubernamental. Como explica el informe de la UNCTAD (op. cit.) esta omisión limita las capacidades técnicas digitales para

el análisis de datos o *analytics*; la información digital, debidamente procesada y analizada, permitirían una mayor calidad de los servicios gobierno y a las empresas nacionales ampliar sus oportunidades comerciales (ver Esquema 3).

Esquema 3 Áreas con potencialidad para ampliar la política industrial digital.

Fuente Inspirado en la propuesta de la UNCTAD, 2018 e Internet Society (2022).

CONCLUSIONES

En los 1980 comenzó el pasaje al capitalismo informático global. La fuente de crecimiento de la productividad y del excedente en esta nueva fase es la tecnología digital o TICS. La digitalización ha actuado como una de las palancas de la globalización en la medida que al poder de cómputo y la economía de redes le brindan su infraestructura. Con la unificación entre la informática y las telecomunicaciones, la digitalización alcanzó el poder de una tecnología genérica, como previamente lo fue la máquina de valor y el dínamo eléctrico. La centralidad de esta tecnología hace imperiosa su adopción en todos los países, pues es el instrumento que hace posible el funcionamiento de las economías.

La tecnología digital recorrerá el mismo camino que hizo en el pasado la electrificación y la producción en masa. Después de un periodo de experimentación, inestabilidad y conflictos desembocó en el estado benefactor; se trató de una propuesta progresiva tendiente a la inclusión del pueblo a la

sociedad industrial. Al inicio de la tercera década del siglo XXI la digitalización se encuentra en un nivel equiparable al que tenía la electrificación-producción de masas en los 1920, o sea a unas dos décadas para que alcance posiblemente su perfeccionamiento y habilitación social. El pasaje a la inteligencia artificial representa el umbral crítico, pudiendo desembocar en una solución progresiva, como un nuevo estado benefactor o una solución regresiva quizás equiparable a fascismo.

El principal factor que ha propiciado la anarquía en la difusión de las TICs son las reglas y principios neoliberales que regulan el funcionamiento de la economía global. Estados Unidos, la cuna del neoliberalismo, pone en evidencia lo anterior ya que padece fuertes desequilibrios sociales y ha visto aumentada la desigualdad en este proceso. Comparando la experiencia de EEUU y la de China advertimos que se trata de dos modelos de adopción y adaptación de la TICs. Para México al igual que para muchos otros países en fundamental tomar como referente al modelo chino. Lo anterior significa la dirección estatal de la economía junto con el funcionamiento eficaz de los mercados.

La política industrial digital en México es el único medio por el cual el país puede intentar cerrar la actual brecha digital, que pese a haberse reducido aún se arrastra un nivel de exclusión preocupante sobre todo en lo que debe ser un derecho universal: el acceso garantizado a Internet. Para que sea eficaz, la estrategia digital debe enmarcarse en una transformación social amplia toda, vez que la digitalización universal es parte integral de ese proceso. En consecuencia, un primer nivel de la estrategia digital son las precondiciones sociales. Siguen las medidas de acción directa del estado actuando como demandante y oferente. La función de regulación es indispensable porque la empresa privada es actor central de la adopción.

Evaluando los avances actuales en materia de ejecución de la política industrial digital, vemos avances desiguales, pero una gran ventaja. La reforma político-institucional que se lleva a cabo es un gran facilitador de la autonomía relativa del estado, factor del cual depende la operatividad de la política industrial. Los campos de potencialidad para un relanzamiento de la política industrial digital se refieren a la creación de empresas públicas que participen en la fabricación o ensamble de equipo TICs y tengan capacidad de ingeniería para participar en el proyecto de Internet para todos. Sería útil

lanzar un programa de compras gubernamentales canalizados específicamente al sector digital. Al mismo tiempo debe conectarse la digitalización con la innovación tecnológica aprovechando la emergencia de polos de desarrollo. Finalmente se requiere un plan para reclamar la soberanía digital. No es una negociación sencilla, pues se interponen por motivos obvios las poderosas plataformas digitales globales estadounidenses; sin embargo, con esa acción se lograría una mayor calidad de los servicios del gobierno y la ampliación de las oportunidades comerciales de las empresas.

BIBLIOGRAFÍA

Araujo, O. (2023). *La nueva revolución tecnológica y la inserción de México". De los 1970 a la actualidad*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía-UNAM, tesis de Maestría.

Banco Mundial (2024), Indicadores del Desarrollo, Recuperado de: https://datos.bancomundial.org/indicator/IT.NET.BBND.P2?view=chart

Banco Mundial (2024a), Digital Adoption Index Data, Recuperado de: https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index

Campbell-Kelly y Williams Aspray, 2004. *Computer. A History of the Information*

Machine, Westview Press, Boulder.

Carlsson, B. (2004). "The Digital Economy: what is new and what is not?". *Structural Change and Economic Dynamics*, septiembre, 15 (3): 245-264.

Casiddy, J. (2002). *DotCon: The Greatest Story Ever Sold*. Nueva York: Harper

Castells, M. (1999). *La Era de la Información, Economía, sociedad y cultura. Vol. 1.* México: Siglo XXI Editores.

Internet Society (2022), Impact Report, Safeguarding the Network of Networks

Issacson, W. (2014). *The Innovators: How a Group of Hacerks, Geniuses, and Geeks Created the Digital Revolution*, Nueva York, Simon and Schuter.

ITU (2019). Recuperado de: https://www.itu.int/en/ITU- D/Statistics/Documents/statistics/ITU_ICT%20Development%20Index.pdf

Lujano, J. B. (2022), "Ganancias sin prosperidad en el Quinto Kondratiev y colapso social derivado del COVID-19" en Rodríguez y Montiel

(coordinadores), *COVID-19: tendencias, rupturas y alternativas en la crisis de la economía mundial*, México: Facultad de Economía-UNAM

Maddison, A. (1997), *La economía mundial, 1820-1992. Análisis y estadísticas*, México: OCDE.

McKinsey Global Institute (2020), Ecosystem 2.0. Climbing the Next Level

McKinsey Global Institute (2018), Solving the Productivity Puzzle: The Role of Demand and the Promise of Digitalization, febrero

McKinsey Global Institute (2017). China Digital Economy: A Leading Global Force (14 gosto). Recuperado de: https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/chinas-digitaleconomy-a-leading-global-force

McKinsey Global Institute (2015). Digital America: A tale of the haves and have-mores (diciembre). Recuperado de: https://www.mckinsey.com/industries/technologymedia-and-telecommunications/our-insights/digital-america-a-tale-of-the-havesand-have-mores

Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 (2019), Presidencia de la República

Rich, P. (1995), Mexican Neoliberal Nightmare. Tampico is Not Taiwan, Journal of Interamerican Studies, vol. 37, núm. 4, invierno.

Rivera, M. A.; Araujo, O. D.; García, J. y Lujano, J. B. (2023), *El capitalismo del quinto Kondratiev. Acumulación de capital, tecnología digital y procesos socioinstitucionales*, México: FCE.

Rivera, M. A. y J. García (2021). Tecnología, industria y mercados en la confrontación Estados Unidos-República Popular China, *Investigación Económica*, vol. 80, núm. 318.

Stiglitz, J. (2004), *Los felices 90: la semilla de la destrucción*, México: Taurus

Zuboff, S. (2019). *The Age of Survillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Powe,*. Londres: PublicAffairs.

Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG)

INEGI (2024), https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/#informacion_general

CAPÍTULO III

AVANCES EN LA INDUSTRIA DIGITAL EN EL MUNDO. ESTRATEGIAS PARA MÉXICO

>[11] La industria digital en Japón. El camino de la educación

SUMARIO

I. Introducción.
II. Apuntes de historia contemporánea de Japón.
III. Sectores Estratégicos
IV. El espíritu del trabajo en Japón.
V. Estratégia nacional de educación
VI. El ecosistema de innovación.
VII. Expo Osaka 2025.
VIII. Miai nnovation Research Institute: un caso de éxito en Japón.
IX. Bibliografía

Christian Peñaloza

Doctor en neurociencia cognitiva aplicada a la robótica por la Universidad de Osaka y se especializa en robótica, inteligencia artificial yneurotecnología.

Artemisa Jaramillo

Doctora en Comportamiento del Consumidor Digital por la Universidad de Dublín (DCU)

I. INTRODUCCIÓN

Al hablar de Japón, nos enfrentamos a un universo de significados profundos y complejos. Evoca conceptos arraigados como la resiliencia, la disciplina y los altos estándares, que impregnan todos los aspectos de la vida contemporánea japonesa. Esta rica amalgama cultural se refleja de manera palpable en el desarrollo tecnológico e industrial del país, concebido con el propósito de asegurar la estabilidad y el progreso de toda una nación.

El estudio de Japón adquiere una importancia fundamental en el panorama global por varias razones. En primer lugar, su posición como una de las potencias económicas y tecnológicas más destacadas del mundo lo convierte en un objeto de estudio relevante para comprender los mecanismos que han impulsado su desarrollo y su capacidad de innovación. Analizar el caso japonés nos permite extraer lecciones valiosas sobre cómo una nación puede enfrentar y superar desafíos económicos, sociales y tecnológicos, así como entender las estrategias que ha implementado para mantener su posición en la vanguardia global.

Sin duda, Japón nos brinda lecciones invaluablemente enriquecedoras. La cultura japonesa, profundamente arraigada en valores como la disciplina, el respeto, la cooperación y la búsqueda constante de la excelencia, ofrece un rico terreno de estudio que trasciende los ámbitos económicos y tecnológicos. Estos valores permean cada aspecto de la sociedad japonesa, desde la educación hasta el mundo laboral y la vida cotidiana, ejerciendo una influencia significativa en la forma en que se estructuran las instituciones y se llevan a cabo las relaciones sociales. Desde su sistema educativo, reconocido mundialmente por su excelencia y su enfoque en el desarrollo integral del individuo, hasta el ethos de trabajo arraigado en el compromiso, la eficiencia y la dedicación sin igual. No podemos obviar tampoco el ethos de vida japonés, donde se entrelazan tradiciones milenarias con una adaptación constante a los desafíos modernos.

En este contexto, exploraremos el ecosistema de innovación japonés, un entramado complejo donde convergen la tradición y la vanguardia. Examinaremos los esfuerzos del gobierno japonés por mantenerse a la vanguardia de la innovación en una sociedad que, aunque con cambios incrementales que buscan garantizar estabilidad, busca reinventarse constantemente. A través

de estas páginas, nos adentraremos en un viaje fascinante para comprender no solo los logros tecnológicos y empresariales de Japón, sino también la esencia misma de una cultura que ha dejado una huella indeleble en el mundo contemporáneo.

II. APUNTES DE HISTORIA CONTEMPORÁNEA DE JAPÓN

La historia contemporánea de Japón está marcada por una serie de eventos y transformaciones que han moldeado su desarrollo económico, tecnológico y social, y que son fundamentales para comprender su posición actual en el escenario mundial.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Japón emergió de la devastación como una nación decidida a reconstruirse y a recuperar su posición en la comunidad internacional. Este período de posguerra estuvo caracterizado por un rápido crecimiento económico impulsado por políticas de reconstrucción, industrialización y modernización dirigidas por el gobierno japonés. La adopción de modelos de gestión empresarial eficientes, como el sistema de producción justo a tiempo y la filosofía de mejora continua conocida como "kaizen", contribuyeron al éxito de las empresas japonesas en los mercados globales.

Durante las décadas de 1970 y 1980, Japón experimentó un período de auge económico conocido como la "burbuja económica", impulsada por la especulación inmobiliaria y financiera. Durante este tiempo, Japón se convirtió en la segunda economía más grande del mundo, desafiando el dominio económico occidental. Sin embargo, la burbuja estalló a principios de la década de 1990, dando lugar a un período prolongado de estancamiento económico y deflación conocido como la "década perdida".

A pesar de los desafíos económicos, Japón continuó siendo un líder en innovación y tecnología. La industria automotriz japonesa, representada por empresas como Toyota, Honda y Nissan, revolucionó el mercado mundial con su enfoque en la calidad y la eficiencia. Del mismo modo, el sector de la electrónica japonés, con empresas como Sony, Panasonic y Toshiba, introdujo productos innovadores que dominaron el mercado global.

En las últimas décadas, Japón ha enfrentado desafíos demográficos, como el envejecimiento de la población y la baja tasa de natalidad, que han planteado preocupaciones sobre el futuro de su economía y su sociedad. Para abordar estos desafíos, el gobierno japonés ha implementado políticas para fomentar la innovación, promover la participación de las mujeres en la fuerza laboral y fomentar el emprendimiento y la creación de nuevas empresas.

El sistema político japonés es una democracia parlamentaria con una monarquía constitucional. Está basado en la Constitución de Japón, promulgada en 1947 tras la Segunda Guerra Mundial, que establece un sistema de gobierno con un emperador como símbolo del Estado y un parlamento bicameral conocido como la Dieta.

La Dieta está compuesta por dos cámaras: la Cámara de Representantes, con miembros elegidos por votación popular cada cuatro años, y la Cámara de Consejeros, donde los miembros son elegidos cada tres años. El primer ministro, líder del partido o coalición con mayoría en la Cámara de Representantes, es el jefe de gobierno y tiene el poder ejecutivo, mientras que el emperador tiene un papel ceremonial y simbólico

III. SECTORES ESTRATÉGICOS

En el dinámico paisaje económico japonés, ciertos sectores han emergido como pilares fundamentales, cuya excelencia y liderazgo han llevado a Japón a la vanguardia de la innovación y la competitividad global.

Tecnología y Electrónica: El Corazón de la Innovación Japonesa.

Japón ha sido pionero en avances tecnológicos y electrónicos que han marcado hitos significativos a nivel mundial. Empresas emblemáticas como Sony, Panasonic y Toshiba han liderado la revolución tecnológica, introduciendo productos innovadores que han transformado la vida moderna. En el ámbito de la electrónica de consumo, Sony revolucionó el mercado con la introducción del Walkman en la década de 1980, mientras que Panasonic ha sido un líder en el desarrollo de tecnologías de televisión de alta definición. Estas empresas han sido reconocidas por su compromiso con la calidad y la

innovación, estableciendo estándares globales en campos como la robótica y la inteligencia artificial.

La Automoción: Innovación Sobre Ruedas.

La industria automotriz japonesa es un pilar fundamental de la economía del país y un referente en términos de calidad, eficiencia y tecnología. Marcas icónicas como Toyota, Honda y Nissan han liderado la carga hacia la innovación, introduciendo vehículos que han redefinido la industria automotriz a nivel mundial. Por ejemplo, Toyota revolucionó la industria con el lanzamiento del Prius, el primer automóvil híbrido de producción en masa, mientras que Nissan ha sido pionero en el desarrollo de tecnologías de vehículos eléctricos con su modelo Leaf. Estas empresas continúan siendo líderes en la implementación de sistemas de conducción autónoma y tecnologías de seguridad avanzadas.

Salud y Ciencias Biológicas: Pioneros de la Medicina Moderna.

En el campo de la salud y las ciencias biológicas, Japón ha dejado una marca indeleble, liderando avances significativos en la investigación médica y la biotecnología. Empresas como Takeda Pharmaceutical y Olympus Corporation han estado a la vanguardia de la innovación, desarrollando tratamientos revolucionarios y dispositivos médicos de vanguardia que han mejorado la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo. Empresas japonesas como Takeda, han desarrollado medicamentos innovadores para enfermedades como el cáncer y las enfermedades gastrointestinales, mientras que Olympus ha sido pionero en tecnologías de endoscopia que han transformado el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades.

Energía y Medio Ambiente: Compromiso con un Futuro Sostenible.

Ante los desafíos energéticos y medioambientales del siglo XXI, Japón ha adoptado un enfoque proactivo hacia la innovación en energía y medio ambiente. El país ha realizado importantes inversiones en energías renovables, como la solar y la eólica, y ha desarrollado tecnologías avanzadas de eficiencia energética y gestión de residuos. Japón es líder en el desarrollo de paneles

solares de próxima generación y sistemas de almacenamiento de energía, que están ayudando a impulsar la transición hacia una economía más sostenible y resiliente.

Agricultura y Alimentación: Innovación en el Campo y en la Mesa.

A pesar de sus limitaciones geográficas, Japón ha logrado desarrollar una industria agrícola altamente eficiente y tecnológicamente avanzada. La agricultura de precisión, la biotecnología agrícola y la producción de alimentos de alta calidad son áreas en las que Japón ha demostrado un liderazgo significativo. Así, el país ha desarrollado técnicas de cultivo innovadoras, como la hidroponía y la agricultura vertical, que permiten producir alimentos de manera más eficiente y sostenible. Además, Japón es conocido por su enfoque en la seguridad alimentaria y la trazabilidad de los productos, lo que ha contribuido a su reputación como exportador de alimentos de alta calidad y seguridad.

IV. EL ESPÍRITU DEL TRABAJO EN JAPÓN

En el tejido cultural de Japón, el ethos de trabajo es un componente fundamental que ha impulsado el éxito y la resiliencia del país a lo largo de los años. A continuación, se describen cuatro dimensiones fundamentales de la cultura del trabajo japonesa.

Dedicación.

En el corazón del ethos de trabajo japonés yace una dedicación inquebrantable hacia la excelencia. Desde los antiguos artesanos hasta los trabajadores de la era moderna, los japoneses han abrazado el concepto de “Kaizen” o mejora continua, buscando constantemente perfeccionar sus habilidades y procesos. Este compromiso con la calidad y la mejora constante se refleja en todos los aspectos de la vida laboral japonesa, desde la fabricación de productos hasta la prestación de servicios. Por ejemplo, en el sector manufacturero, el compromiso con la calidad y la mejora constante se traduce en prácticas como el control de calidad total (TQC) y el sistema “Just in Time” (JIT), que

han permitido a empresas japonesas como Toyota alcanzar estándares de eficiencia y excelencia reconocidos a nivel mundial.

Disciplina y Rigor.

Los trabajadores japoneses son conocidos por su puntualidad, su ética laboral impecable y su respeto por la autoridad y las normas establecidas. Esta disciplina se refleja en la meticulosa planificación y ejecución de tareas, así como en el enfoque en la eficiencia y la productividad en el lugar de trabajo. Datos del Instituto Nacional de Investigación de Políticas de Empleo de Japón muestran que Japón tiene una de las tasas de puntualidad más altas del mundo, con más del 95% de los trenes de alta velocidad Shinkansen llegando a tiempo en promedio. Este nivel de disciplina se extiende al ámbito empresarial, donde los empleados japoneses se destacan por su compromiso con el trabajo duro y su capacidad para cumplir con los plazos y objetivos establecidos.

Trabajo en Equipo y Cooperación.

El trabajo en equipo y la cooperación son valores fundamentales en la cultura laboral japonesa. Los japoneses valoran la armonía y la colaboración en el lugar de trabajo, y se esfuerzan por construir relaciones sólidas y de confianza con sus colegas. La cultura de trabajo en equipo se refleja en la participación activa en reuniones, la toma de decisiones consensuada y el apoyo mutuo en la consecución de objetivos comunes. Ejemplos como el concepto de "Nemawashi" (consenso previo) en la toma de decisiones empresariales y la importancia de la "Wa" (armonía) en el ambiente laboral demuestran el énfasis que se pone en la construcción de relaciones sólidas y de confianza entre colegas. Esta cultura de colaboración se traduce en una mayor eficiencia y productividad en el lugar de trabajo, lo que contribuye al éxito de las empresas japonesas a nivel nacional e internacional.

Resiliencia ante la Adversidad.

A lo largo de la historia, Japón ha enfrentado numerosos desafíos, desde desastres naturales hasta crisis económicas, pero cada vez ha demostrado una capacidad única para recuperarse y reconstruirse con determinación y perseverancia. Un ejemplo claro es la respuesta de Japón al terremoto y tsunami

de 2011 en Fukushima, donde la rápida recuperación y reconstrucción del país destacó la fortaleza y la resiliencia del pueblo japonés ante la adversidad. Esta resiliencia se refleja en la actitud de los trabajadores japoneses, que enfrentan los desafíos con valentía y determinación, y encuentran oportunidades en medio de la adversidad.

V. ESTRATEGIA NACIONAL DE EDUCACIÓN

Japón tiene un sistema educativo altamente valorado a nivel mundial. La educación es obligatoria y gratuita desde la educación primaria hasta la secundaria. El sistema educativo japonés se centra en la excelencia académica, el rigor y la disciplina, y pone un fuerte énfasis en el logro académico. Entre los valores que promueve el sistema educativo se destacan la disciplina, la perseverancia, el respeto, la puntualidad y la ética del trabajo. Los estudiantes son inculcados desde temprana edad sobre la importancia de esforzarse al máximo en sus estudios y de trabajar arduamente para alcanzar sus metas. Asimismo, se fomenta el respeto por la autoridad, los mayores y las normas sociales, aspectos fundamentales para el desarrollo de una sociedad cohesionada y con altos estándares de calidad educativa.

La educación preescolar en Japón, aunque opcional, es fundamental para el desarrollo social de niños de tres a cinco años, preparándolos para la educación primaria. La primaria, que dura seis años, se enfoca en enseñar habilidades básicas y valores como el respeto y la cooperación, promoviendo el aprendizaje grupal y la autoridad del docente. La educación secundaria se divide en dos fases de tres años cada una, donde se continúa la formación académica y se fomentan actividades extracurriculares, el trabajo en equipo, el liderazgo y la responsabilidad personal.

Los estudiantes japoneses son conocidos por su dedicación y compromiso con sus estudios, a menudo participando en extensas horas de estudio y sometiéndose a exámenes de ingreso rigurosos con el fin de asegurar un lugar en las mejores escuelas y universidades del país. Esta cultura de estudio intensivo refleja el valor que se otorga a la educación en la sociedad japonesa y la importancia que se le atribuye al éxito académico. Además de enfocarse en las materias académicas básicas, el sistema educativo japonés

incorpora también una enseñanza integral que abarca aspectos de educación moral y cívica. Este enfoque tiene como objetivo fomentar el respeto por los valores tradicionales japoneses, así como promover la participación activa de los estudiantes en la sociedad. A través de esta educación moral y cívica, se busca inculcar en los estudiantes un sentido de responsabilidad, solidaridad y compromiso con su comunidad, contribuyendo así al desarrollo de ciudadanos conscientes y éticamente comprometidos.

Las universidades japonesas son reconocidas internacionalmente por su amplia oferta de programas académicos en diversas disciplinas y por su excelencia académica, ofreciendo educación de primera clase. Los programas de licenciatura suelen durar cuatro años, con algunas excepciones como medicina, donde la duración es mayor. Estos programas combinan teoría y práctica, preparando a los estudiantes para el mercado laboral. Tras obtener su licenciatura, los estudiantes pueden optar por continuar sus estudios en programas de posgrado enfocados en investigación, donde trabajan en proyectos avanzados bajo supervisión experta. Estos programas de maestría y doctorado son altamente valorados por su calidad y por impulsar la investigación innovadora.

Varias instituciones académicas japonesas, como la Universidad de Tokio, la Universidad de Kioto, la Universidad de Osaka y el Instituto de Tecnología de Tokio, han logrado fama mundial y recibido premios prestigiosos por su investigación y educación en áreas como ingeniería, ciencias sociales, medicina, y tecnología. Estas universidades han contribuido significativamente al avance científico, especialmente en robótica, inteligencia artificial y energía renovable, reflejando el compromiso de Japón con la excelencia educativa y el progreso tecnológico a nivel global.

Japón complementa su educación superior con un sistema de capacitación laboral dirigido a preparar individuos con habilidades técnicas especializadas para el mercado laboral. Este sistema ofrece formación profesional y técnica en sectores clave como tecnología de la información, ingeniería, salud y manufactura, equipando a los estudiantes con habilidades prácticas en desarrollo de software, administración de sistemas, enfermería, y operación de maquinaria, entre otros, para desempeñarse eficazmente en sus respectivas industrias.

Las empresas japonesas, como Toyota y Sony, juegan un rol crucial en la capacitación laboral, ofreciendo programas de entrenamiento práctico

para nuevos empleados en sus campos específicos. Estos programas no solo proporcionan habilidades técnicas, sino que también introducen a los trabajadores en la cultura y valores empresariales, contribuyendo al desarrollo de una fuerza laboral altamente calificada y competitiva en Japón.

VI. EL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

El ecosistema de innovación japonés presenta una dualidad que resulta de interés. Por un lado, se reconoce como un entorno dinámico y multifacético que favorece el desarrollo y la implementación de nuevas ideas y tecnologías. Por otro lado, más recientemente, se ha observado un estancamiento en el flujo de innovación entre las generaciones más jóvenes, lo que ha generado un punto de incertidumbre. Ambos aspectos serán abordados y discutidos en las siguientes secciones.

La Cultura de la Innovación: Promoviendo la Creatividad y la Experimentación.

La cultura japonesa, arraigada en su rica tradición pero siempre abierta a la innovación, ha cultivado un ambiente propicio para la creatividad y la experimentación a lo largo de la historia. Desde tiempos antiguos, Japón ha sido un crisol de innovación en campos tan diversos como la caligrafía, la cerámica y la jardinería. Por ejemplo, el arte del bonsái, que se remonta a más de mil años atrás, refleja la habilidad japonesa para cultivar árboles en miniatura mediante técnicas meticulosas y creativas. Asimismo, la ceremonia del té, que se originó en el siglo XVI, es un ejemplo emblemático de cómo la estética japonesa y la atención al detalle se combinan para crear una experiencia única y significativa.

En la era moderna, empresas como Sony, Toyota y Nintendo han llevado esta tradición de innovación a nuevos niveles. Sony ha revolucionado la industria de la electrónica con productos innovadores como el Walkman en la década de 1980, mientras que Toyota se destacó en la fabricación de automóviles con el desarrollo del sistema de producción lean, conocido como Toyota Production System, que enfatiza la eficiencia y la calidad. Del mismo modo, Nintendo ha sido pionera en la creación de experiencias de juego únicas con productos como

la consola Nintendo Entertainment System, que transformaron la industria del entretenimiento interactivo. Estos ejemplos históricos y contemporáneos ilustran la capacidad de Japón para combinar su rica herencia cultural con la innovación constante para crear productos y experiencias que trascienden fronteras y generaciones.

No obstante, la cultura laboral arraigada en la estabilidad y seguridad del empleo en las grandes empresas ha impactado significativamente en el fomento del espíritu emprendedor en Japón. Muchos empleados, al encontrar refugio en estas corporaciones, optan por no arriesgarse a emprender sus propios negocios o startups. Esta tendencia se refleja incluso entre los recién graduados, quienes, en lugar de aventurarse en el mundo del emprendimiento, aspiran a asegurar empleo en compañías establecidas. Ello ha provocado, en cierta medida, una desaceleración en el ritmo de innovación.

Investigación y Desarrollo: Impulsando la Vanguardia Tecnológica.

Japón es conocido por su compromiso con la investigación y el desarrollo, con inversiones significativas en sectores estratégicos como la tecnología, la biotecnología y la energía. Datos del Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón indican que el país ocupa el segundo lugar a nivel mundial en gasto en investigación y desarrollo, después de Estados Unidos. Esta inversión ha llevado a importantes avances en áreas como la robótica, la inteligencia artificial y la medicina, consolidando la posición de Japón como líder en innovación tecnológica.

Colaboración Académico-Industrial: Fomentando la Transferencia de Conocimiento.

La estrecha colaboración entre instituciones académicas y empresas es un pilar fundamental del ecosistema de innovación japonés. Universidades de renombre como la Universidad de Tokio, la Universidad de Kyoto y la Universidad de Osaka trabajan en estrecha colaboración con empresas líderes en proyectos de investigación conjunta y programas de transferencia de tecnología. Este enfoque colaborativo ha dado lugar a importantes avances

en áreas como la electrónica, la biotecnología y la ingeniería, impulsando la competitividad y la capacidad innovadora de Japón en el escenario global.

Apoyo Gubernamental: Facilitando el Desarrollo Empresarial.

El gobierno japonés desempeña un papel activo en el fomento del ecosistema de innovación, a través de políticas y programas destinados a apoyar el desarrollo empresarial y tecnológico. Ejemplos incluyen el Programa de Apoyo a la Creación de Nuevas Empresas de la Agencia de Ciencia y Tecnología de Japón, que proporciona financiamiento y asesoramiento a startups emergentes, y el Fondo de Investigación y Desarrollo Industrial, que financia proyectos de investigación y desarrollo en colaboración con empresas privadas. Estas iniciativas gubernamentales han contribuido a la creación de un entorno empresarial vibrante y dinámico que fomenta la innovación y el crecimiento económico sostenible.

Nueva estrategia nacional.

El gobierno bajo el liderazgo de Fumio Kishida ha emprendido una notable iniciativa nacional destinada a redefinir la estrategia económica de Japón hacia lo que ha sido conceptualizado como un nuevo capitalismo. En este contexto, las startups emergen como pilares esenciales, al convertir los desafíos sociales en impulsores del crecimiento económico sostenible. Haciendo historia, empresas líderes en sectores clave como la electrónica y la automoción dieron sus primeros pasos como startups poco después de la Segunda Guerra Mundial, sentando así los cimientos para la robustez de la economía japonesa. En este sentido, para estas empresas, la continua innovación interna se convierte en una prioridad fundamental, no sólo para mantener su posición competitiva en el mercado global, sino también para seguir siendo catalizadores del progreso económico y tecnológico a nivel nacional. Incluso las grandes corporaciones que emplean tecnologías convencionales pueden mantener su relevancia mediante la adopción de prácticas de innovación abierta, como fusiones y adquisiciones con startups, así como colaboraciones para integrar nuevas tecnologías. No obstante, a pesar del surgimiento de una variedad de emprendedores dispuestos a liderar nuevas empresas, hasta el año 2022, Japón ha enfrentado

un desafío en cuanto a la creación de empresas y el desarrollo de "unicornios" en comparación con otras regiones como Estados Unidos y Europa.

Con miras a revitalizar el ecosistema emprendedor, Japón creó un Ministerio dedicado a las startups y ha destinado recursos significativos para su desarrollo. Entre las fortalezas del país, se cuenta ya con una sólida infraestructura de investigación y desarrollo, así como una cultura empresarial que valora la calidad, la precisión y la innovación continua. A la vez, la colaboración entre empresas, universidades y centros de investigación forma ya parte de la cultura del trabajo japonés, permitiendo la transferencia de conocimientos y tecnologías que impulsan la creación y el crecimiento de nuevas empresas. De esta forma, la estrategia se centra en tres pilares: la formación de talento especializado y la creación de redes de soporte para la creación de startups, el acceso a financiamiento y a estrategias diversificadas de salida, y la promoción de la innovación abierta, para fomentar la creación de startups con una visión global, capaces de competir en los mercados internacionales.

El primer pilar, de la formación de talento, reconoce que, a la fecha, el número de instituciones que ofrecen respaldo para la comercialización, facilitación de espacios físicos y educación en emprendimiento sigue siendo limitado. Parte importante de esta estrategia es impulsar dicha formación no sólo a nivel universitario, sino desde nivel preparatoria, no sólo dentro de Japón, sino considerando instituciones reconocidas internacionalmente. Las universidades japonesas se comprometerán a respaldar un número mínimo de empresas emergentes, con el objetivo de fomentar el espíritu innovador y promover avances significativos tanto en áreas urbanas como rurales. Además, se contempla la creación y fortalecimiento de redes de apoyo al ecosistema emprendedor, como incubadoras, aceleradoras y laboratorios de innovación, no solo dentro de Japón, sino también en hubs de innovación como Silicon Valley y Boston, así como en Europa y otras regiones del mundo. La comercialización de la investigación universitaria se concentrará en torno a las ocho ciudades designadas como parte de la iniciativa "Startup City": Tokyo, Osaka, Nagoya, Fukuoka, Kobe, Sapporo, Hiroshima y Kyoto.

El segundo pilar, esboza estrategias de financiamiento y salida de startups, creando un marco nacional de fomento a la inversión en el talento

emprendedor. El tercer pilar, promueve la innovación abierta y su fomento en la cultura tradicionalista japonesa.

En el marco de la nueva estrategia nacional, los programas de aceleración y las competencias de startups emergen como instrumentos esenciales para impulsar la dinámica y la innovación en el ecosistema emprendedor japonés. Estas iniciativas brindan apoyo crucial a las startups emergentes, facilitándoles el camino hacia la expansión y la visibilidad tanto a nivel nacional como internacional. Los programas de aceleración, especialmente, ofrecen mentorías personalizadas, acceso a redes de inversores y clientes potenciales, y la posibilidad de probar y mejorar productos y servicios en entornos de mercado reales. Además, proporcionan capacitación técnica y empresarial, preparando a los emprendedores para los desafíos del mercado global.

Las competencias de startups se han convertido en un escaparate para la promoción de proyectos innovadores y la atracción de interés por parte de inversores y empresas. Estos eventos otorgan premios monetarios cruciales para el desarrollo temprano de las empresas, ofrecen retroalimentación valiosa y oportunidades de conexión estratégica con expertos de la industria. Fomentan un ambiente de competencia saludable, incentivando a los emprendedores a superarse y a innovar constantemente.

En este contexto, la Organización Japonesa de Comercio Exterior (JETRO) juega un papel fundamental al apoyar la internacionalización de startups japonesas y atraer startups extranjeras al mercado japonés. JETRO ofrece una variedad de servicios diseñados para facilitar el establecimiento y la expansión de empresas extranjeras en Japón, incluyendo asesoramiento legal y de negocios, apoyo en la búsqueda de socios comerciales, y acceso a espacios de trabajo y eventos de networking. Además, JETRO promueve activamente sectores estratégicos donde las startups pueden encontrar oportunidades significativas, tales como la tecnología de la información, biotecnología, energías renovables, y salud digital, entre otros. Al hacerlo, JETRO no solo contribuye a la diversificación y enriquecimiento del ecosistema emprendedor japonés, sino que también facilita el intercambio de innovaciones y prácticas empresariales entre Japón y el mundo.

Estas iniciativas, en conjunto con el apoyo de JETRO, representan un esfuerzo concertado para posicionar a Japón como un líder en innovación y

emprendimiento a nivel global. Al atraer productos y servicios innovadores al mercado japonés y fomentar la creación de startups con visión global, Japón busca no solo revitalizar su economía, sino también contribuir a la solución de desafíos sociales a través de la innovación y la colaboración internacional.

VII. EXPO OSAKA 2025

Alineada a la visión estratégica dibujada en estas páginas, se perfila la Expo Osaka 2025, como la catapulta que acelera el cambio de mentalidad innovador japonés.

No podía haber sido diferente. Osaka, la ciudad de la innovación, había sido sede ya de la primera exposición internacional en Asia, la Exposición Universal de Osaka 1970, que se desarrolló en un contexto de recuperación para el país, tras haber enfrentado los graves daños de la Segunda Guerra Mundial. Alineada con la visión nacional Sociedad 5.0, la Expo 2025 se configura alrededor del tema "Diseñando la Sociedad Futura para Nuestras Vidas" e invita a reflexionar sobre cómo las personas desean vivir y cómo pueden maximizar su potencial. Además, busca impulsar la co-creación por parte de la comunidad internacional para diseñar una sociedad sostenible que respalde las ideas individuales sobre el estilo de vida deseado. Aludiendo al slogan japonés, nos cuestiona, ¿cuál es la forma feliz de vivir?" por primera vez. La Expo se corresponde con un momento en el que están surgiendo nuevos desafíos sociales a nivel mundial, como la expansión de las brechas económicas y los conflictos intensificados, mientras las tecnologías científicas, incluida la inteligencia artificial y las biotecnologías, están presentando cambios para la humanidad, como la prolongación de la esperanza de vida.

VIII. MIRAI INNOVATION RESEARCH INSTITUTE: UN CASO DE ÉXITO EN JAPÓN

En medio de la escena de innovación tecnológica japonesa, surge el Instituto de Investigación Mirai Innovation, con sede en Osaka, Japón, dedicado al desarrollo de tecnologías emergentes y a su implementación estratégica para el desarrollo de productos, servicios, rediseño de procesos y capacitación

tecnológica. Fundado en 2019 por el Dr. Christian Peñaloza, quien se formó en el sistema educativo japonés obteniendo grados de maestría y doctorado por la Universidad de Osaka, Mirai Innovation representa un caso de éxito de México en Japón. Este instituto se ha convertido en un referente de cómo la sociedad japonesa ha venido transformándose en un epicentro de tecnología e innovación, impulsando el avance tecnológico y promoviendo la adopción de soluciones innovadoras en diversos sectores.

La misión de Mirai Innovation tiene dos componentes principales. Por un lado, busca contribuir de manera significativa a la sociedad a través de la creación y desarrollo de tecnologías revolucionarias, con un enfoque en el beneficio de la sociedad futura y manteniendo siempre un amplio grado de innovación. Por otro lado, desempeña un papel importante en la formación de capital humano, formando a la nueva generación de investigadores, tecnólogos e innovadores, capacitándolos con conocimientos prácticos en el ambiente único que integra elementos distintivos de la educación, la cultura japonesa, y la cultura de negocios de Japón.

Dentro de Mirai Innovation, se ofrecen programas de entrenamiento académico que no solo se centran en el ámbito tecnológico sino también en aspectos culturales, como la práctica de quitarse los zapatos en el laboratorio, dividir tareas de limpieza entre los miembros, fomentar un ambiente de colaboración, y celebrar todas las festividades japonesas, forjando así un entorno laboral único y respetuoso de las tradiciones.

En cuanto a la cultura de negocios, Mirai Innovation y sus colaboradores se rigen por los usos y costumbres de la cultura de negocios japonesa, como el intercambio de tarjetas de presentación y el uso de honoríficos en la comunicación con clientes, estableciendo vínculos empresariales sólidos y respetuosos.

Mirai Innovation también se destaca por su espíritu emprendedor, nacido de la visión de su fundador. Ha crecido de manera orgánica con la visión futura de crear compañías derivadas de los productos desarrollados en el instituto. Este enfoque emprendedor ha llevado a Mirai Innovation a ser seleccionado para participar en la Expo Osaka 2024, una plataforma internacional donde se presentarán las mayores innovaciones a nivel mundial, destacando su contribución al campo de la innovación y el emprendedurismo.

En resumen, Mirai Innovation no solo contribuye al avance tecnológico y a la formación de futuros líderes en innovación, sino que también integra de manera ejemplar los elementos distintivos de la sociedad japonesa, desde su educación hasta su cultura de negocios y su enfoque en la innovación, estableciendo un modelo a seguir en la intersección de la tecnología, la cultura y el emprendedurismo.

CAPÍTULO III

AVANCES EN LA INDUSTRIA DIGITAL EN EL MUNDO. ESTRATEGIAS PARA MÉXICO

>[12] La industria digital en Corea del Sur. Líneas generales de aprendizaje

SUMARIO

I. Introducción.
II. Orígenes de Corea digital: el interés por la ciencia y la tecnología.
III. Régimen de conocimiento coreano: el KIST y los institutos de investigación financiados por el gobierno.
IV. El KAIST.
V. Alianza del KAIS (KAIST) con la industria.
VI. Políticas públicas para el desarrollo tecnológico en telecomunicaciones: el preámbulo de la Corea digital.
VII. El papel del gobierno en el nacimiento de una sociedad de la información. Instituciones, infraestructura e incentivos.
VIII. "Corea inteligente" (ciudadanos, empresas, gobiernos y ciudades).
IX. Ecosistema digital y tecnologías de la 4ª revolución industrial (IA, datos, redes). X. Fintech y PYME.
XI. Conclusiones y lecciones para México.
XII. Referencias

Juan Felipe López Aymes

Investigador en el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM), UNAM e Investigador del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

Bárbara Bavoleo

Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Richard Salazar Medina

Profesor de Estudios de Asia Oriental en FLACSO, Ecuador

Sadcidi Zerpa de Hurtado

Investigadora en temas de Integración Regional y Economía Agroalimentaria y Miembro fundador e Investigadora Activa del Grupo de Estudios Económicos sobre Asia (GEEA)

Armando Renato Balderrama Santander

Profesor, División de Estudios del Desarrollo, CIDE y Coordinador Nacional, ALADAA México".

I. INTRODUCCIÓN

La República de Corea (en adelante Corea del Sur o Corea) es un país que destaca de las historias de industrialización tardía por muchas razones, pero una de las más importantes es la capacidad de avanzar rápidamente en el desarrollo tecnológico. Es en este factor donde Corea se diferencia de otras experiencias de industrialización de la postguerra y aquí argumentamos que el papel del gobierno y la política económica desarrollista es un componente substancial de la explicación.

Una política económica con enfoque desarrollista tiene dos pilares fundamentales: uno es el nacionalismo económico que busca fomentar empresas propias en sectores de gran impacto en el crecimiento económico y alto valor agregado; el otro es la perspectiva integral en la que cada política se articula de manera funcional mediante planes con el propósito de formar, desarrollar y fortalecer la capacidad de producción sobre una base corporativa y tecnológica autónoma del capital extranjero. La estrategia de combinar la sustitución de importaciones con la promoción de exportaciones de manufacturas puede entenderse desde esa perspectiva. Tal combinación de política industrial y comercial derivó en la conciencia de que, para superar la ventaja comparativa de costos de mano de obra y sostener la competitividad de las exportaciones en el largo plazo, era preciso crear nuevas ventajas en la innovación y diferenciación tecnológica de los productos y servicios coreanos. Por ello, el engrane de la educación y la formación científica y tecnológica hizo posible que la maquinaria de la política económica integral desarrollista pudiera funcionar. La dependencia tecnológica atrofiaría cualquier intento de política industrial autonomista.

Si bien esta perspectiva instrumental del sistema educativo escolar y de la formación de capacidades científicas y tecnológicas es común en la literatura que busca explicar el cambio socioeconómico y el desempeño de la industria nacional surcoreana, no se discute tanto su esencia nacionalista y política. Como observa Kim Sang-hyun (2017: 317), Corea "tiene una larga tradición que visualiza la ciencia y tecnología como herramientas para el empoderamiento nacional." Por eso consideramos que, más allá del papel facilitador del gobierno en la adquisición y acumulación de conocimiento comercialmente

útil para competir en el mercado mundial, su liderazgo para responder a las aspiraciones autonomistas con respecto a China, Japón y los demás países avanzados debe definirse como piedra angular del proceso.

Describir el desarrollo tecno-industrial coreano desde la óptica del nacionalismo económico ayuda a comprender el trasfondo político que propicia la continuidad de las políticas de ciencia y tecnología, trascendiendo visiones, agendas y programas del régimen y los partidos gobernantes en turno, sean conservadores o liberales (Kim 2017). Dicha continuidad es posible porque la idea del avance tecnológico como requisito de sobrevivencia y autonomía en la economía política internacional está arraigada profundamente en la sociedad coreana, por lo que no se pone en duda su importancia y, por lo tanto, su centralidad en los planes, acciones y recursos movilizados para mantenerse en las fronteras del conocimiento. Como es natural, ese tipo de fronteras se extienden sin cesar, lo cual implica una presión permanente en todos los agentes involucrados, principalmente gobiernos, centros académicos y de investigación, y las empresas.

Gracias a esta noción instrumental y política del avance tecno-industrial, Corea del Sur tiene una base científica y tecnológica robusta que le permite competir en una variedad importante de industrias a nivel global, pero también presentarse como una referencia en industrias que la 4ª revolución industrial centrada en la economía digital. Entre los indicadores más comunes que reflejan el compromiso del sistema de desarrollo científico aplicado tenemos el gasto en investigación y desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB[1] y los recursos humanos dedicados a esa tarea. En el Cuadro 1 se puede apreciar la brecha que Corea tiene con respecto a México en esos indicadores.

1 En 2021, el promedio del GERD como porcentaje del PIB para los países de la OCDE era de 2.72%, mientras que Corea fue de 4.93%. Ver OECD Data. “Gross domestic spending on R&D. Total, % of GDP, 2000-2022” https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm

Cuadro 1 Base científica y tecnológica de México y Corea, 1996-2021.

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Rep. de Corea	GERD (% PIB) *	2.22	2.25	2.11	2.02	2.13	2.28	2.21	2.28	2.44	2.52	2.72	2.87	2.99
México		0.25	0.28	0.30	0.34	0.31	0.32	0.35	0.39	0.39	0.40	0.37	0.40	0.44
Rep. de Corea	Técnicos de I+D (millón hab.)**	625	571	524	556	447	447	488	558	572	539	574	704	801
México		70	80	-	-	95	-	111	148	213	243	180	184	222
Rep. de Corea	Inv. de I+D (millón hab.)***	2,185	2,241	2,007	2,160	2,323	2,905	3,007	3,188	3,279	3,761	4,169	4,611	4,888
México		219	232	222	229	229	237	311	330	385	419	342	353	345

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Rep. de Corea	GERD (% PIB) *	3.15	3.32	3.59	3.85	3.95	4.08	3.98	3.99	4.29	4.52	4.63	4.80	4.93
México		0.48	0.49	0.47	0.42	0.43	0.44	0.43	0.39	0.33	0.31	0.28	0.30	-
Rep. de Corea	Técnicos de I+D (millón hab.)**	903	960	1,042	1,153	1,156	1,228	1,212	1,228	1,251	1,311	-	-	-
México		238	182	185	143	138	116	121	140	-	-	-	-	-
Rep. de Corea	Inv. de I+D (millón hab.)***	5,034	5,425	5,903	6,388	6,454	6,864	7,018	7,056	7,451	7,914	8,323	8,615	9,082
México		389	345	351	253	257	265	287	322	320	317	335	358	

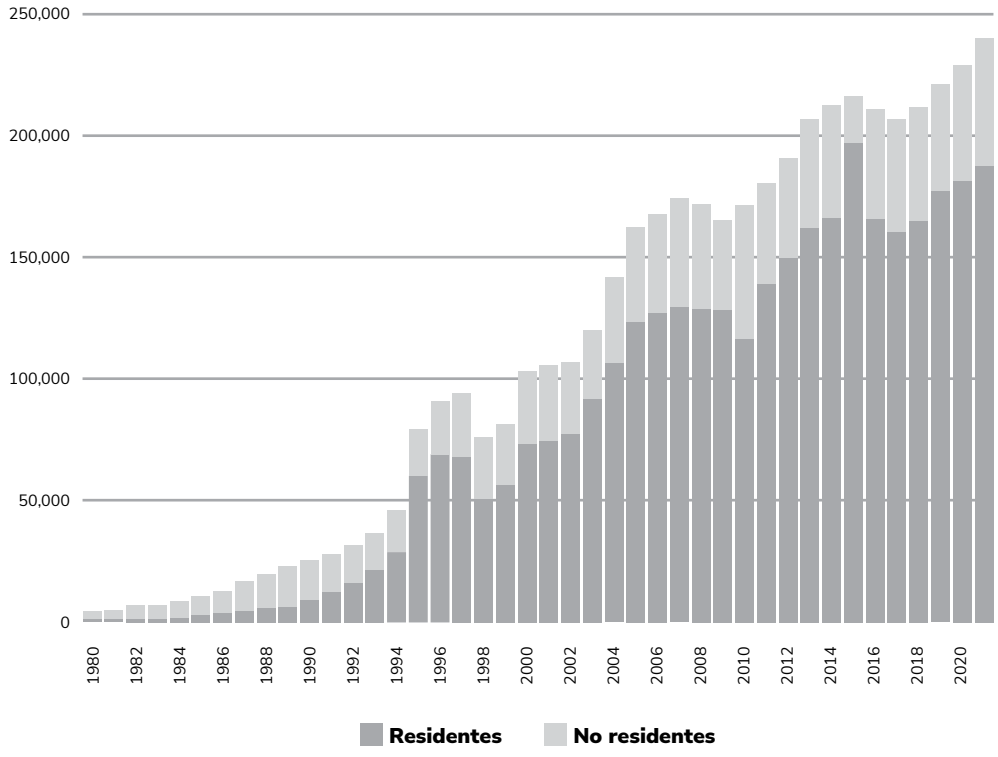
*** Gasto Bruto en Investigación y Desarrollo (GERD, por sus siglas en inglés) (% del PIB).**
**** Técnicos de investigación y desarrollo (por cada millón de personas).**
***** Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas).**
Fuente Banco Mundial "Indicadores y Datos: Ciencia y Tecnología", en: https://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia?view=chart

El sentido nacionalista del aparato tecno-industrial del modelo desarrollista coreano también se puede apreciar en las solicitudes de patentes que presentan Corea y México (Gráficas 1 y 2, respectivamente) y la primacía de los solicitantes residentes sobre los no residentes en el caso coreano, lo opuesto en el caso mexicano. (Nótese que la diferencia no solo está en la desproporción del origen de quienes presentan las solicitudes, sino en la cantidad de éstas.[2]) Inicialmente, la mayoría de las patentes en Corea eran

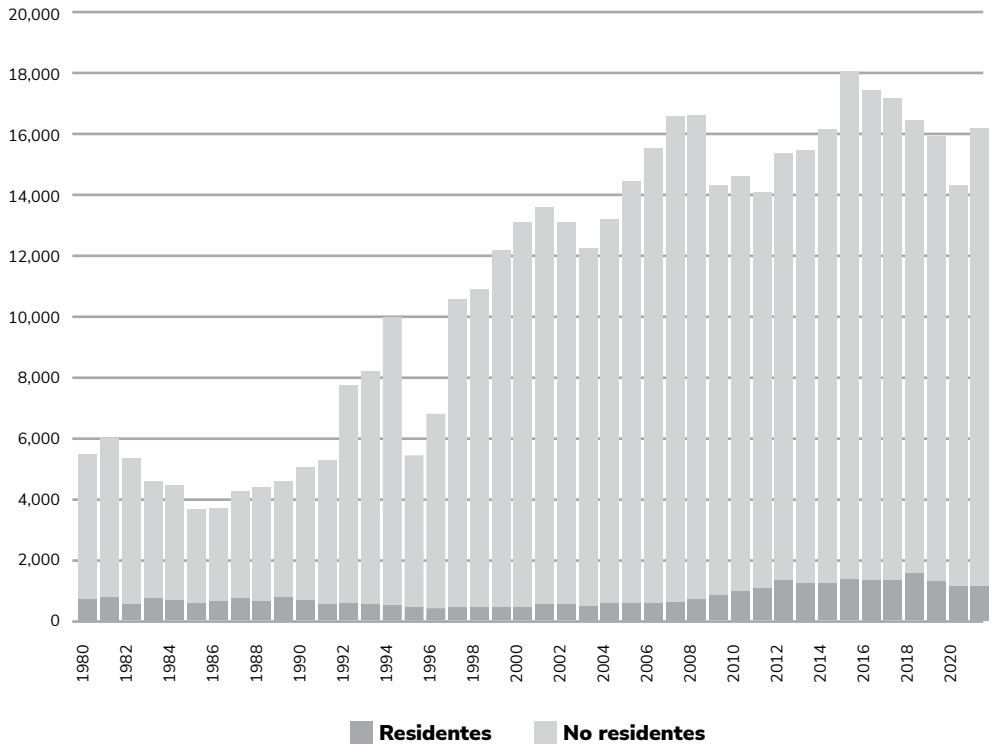
2 Como observación adicional, el número total de patentes solicitadas en Corea en 1992 (31,073) fue más del doble que el total de patentes solicitadas en México por residentes y no residentes en el año que más patentes se presentaron con 18,071 en 2015.

solicitadas por agentes no residentes, pero esa proporción se invirtió a partir de 1992 y, desde entonces, quienes dominan el mercado de patentes son residentes coreanos. Esto nos habla del énfasis de la política pública y los productores nacionales de conocimiento en mantener su control y que sean agentes coreanos quienes puedan apropiarse del proceso de innovación y las utilidades que deriven de este, así como desarrollar capacidades corporativas y sociales de absorción (Jung y Mah 2013; Wang y Tsai 2010). Nada de esto es posible para México debido a la adopción del régimen neoliberal que impuso reglas estrictas de protección a la propiedad intelectual en beneficio de las empresas extranjeras, el dominio de corporaciones transnacionales en su base industrial de exportación y el desinterés de la coalición política gobernante por elevar el nivel tecnológico de su desarticulado sistema de innovación (Shadlen 2012; Aboites, Capdevielle y Soria 2011; Aboites y Soria 2008).

Gráfica 1 **Corea: Solicitudes de patentes, residentes y no residentes, 1980-2021.**



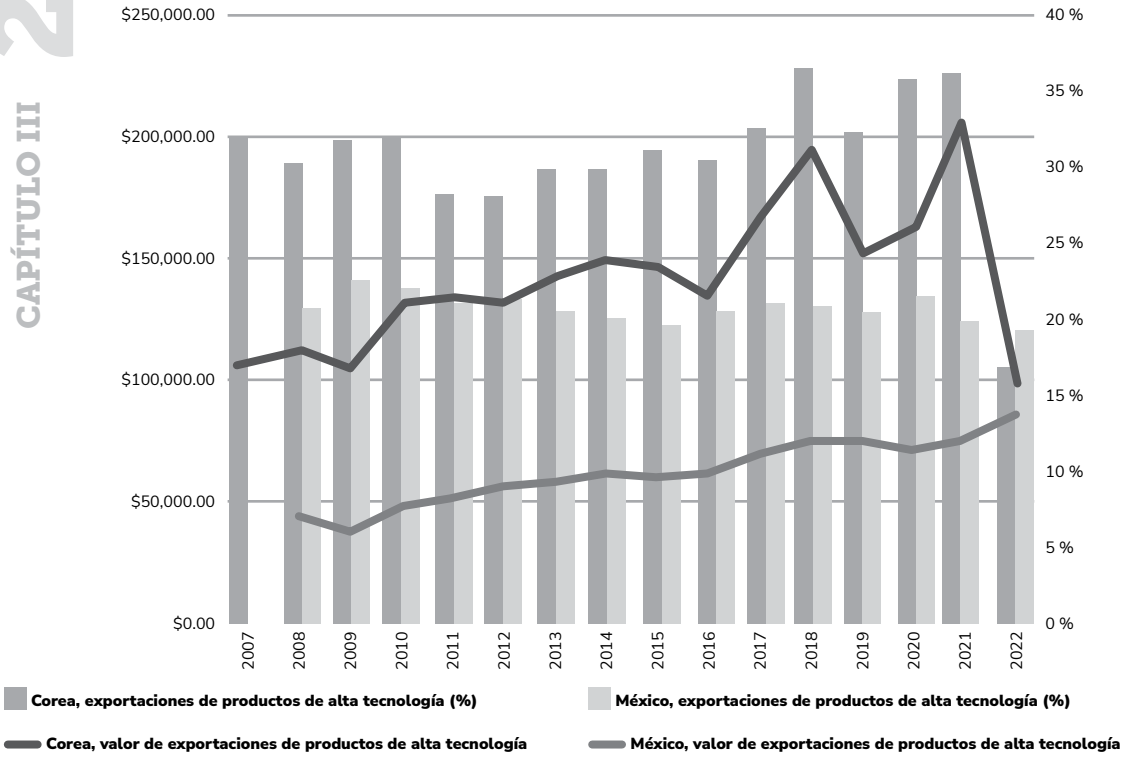
Gráfica 2 México: Solicitudes de patentes, residentes y no residentes, 1980-2021.



Fuente Banco Mundial "Indicadores y Datos: Ciencia y Tecnología", en: https://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia?view=chart

Las respectivas condiciones de fortaleza y vulnerabilidad en el desarrollo, acumulación y absorción de tecnología se ven reflejadas en la capacidad de producir y exportar bienes de alto contenido tecnológico con más autonomía que si se depende de la voluntad e intereses estratégicos de empresas foráneas en cada economía nacional, siendo los casos de Corea y México ejemplos opuestos. Como puede verse en la Gráfica 3, las exportaciones de productos de alta tecnología corresponden a casi un tercio de las exportaciones totales de manufacturas coreanas, mientras que es apenas un quinto de las manufacturas mexicanas. De ahí habrá que deducir la contribución de menos del 5% de contenido aportado por empresas mexicanas en las exportaciones de manufacturas en general. La misma observación aplica al considerar el valor de las exportaciones de bienes de alto contenido tecnológico, en las que las empresas surcoreanas duplican a las ventas desde México.

Gráfica 3 Exportaciones de productos de alta tecnología, 2007-2022 (% de las exportaciones de productos manufacturados y valor en dólares a precios actuales, millones).



Fuente Banco Mundial "Indicadores y Datos: Ciencia y Tecnología", en: https://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia?view=chart

El contraste entre estas dos economías nos permite colocar a Corea en un lugar especial como ejemplo de un proyecto de desarrollo tecno-industrial que ve el avance científico y tecnológico como una meta estratégica para la salvaguarda de la soberanía y el interés nacional. Además, la amplitud de capacidades adquiridas y desarrolladas le permiten a la economía y la sociedad en general, y los agentes económicos en particular, afrontar los retos de que imponen las grandes transformaciones tecnológicas, incluyendo las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la que nos ocupa en este capítulo, la industria digital. Para ello, el gobierno surcoreano lleva varias décadas preparando el terreno para implementar su propia revolución digital.

Para darnos una idea del éxito en ese gran proyecto nacional, consideremos la posición de Corea en este ámbito a nivel global con el Ranking de Competitividad Digital Mundial (IMD 2023), establecido en 2017 por el Instituto Internacional para la Administración del Desarrollo en Suiza. Esta clasificación consta de tres categorías principales: Conocimiento, Tecnología y Preparación para el futuro. En 2023, los líderes en este registro fueron Estados Unidos, Holanda, Singapur, Dinamarca y Suiza; Corea aparece en sexto lugar (México en el 54). Como se constata en el Cuadro 3, Corea destaca por su capacidad de previsión, preparación y movilización de recursos para el largo plazo mediante la planificación y no está lejos de los países líderes en los otros campos, por lo que cabe entonces la posibilidad de que eventualmente les de alcance, al menos en los rubros que mide este ranking.

Cuadro 2 **Posición en el Ranking de Competitividad Digital Mundial, 2023.**

	Conocimiento (2022)	Tecnología (2022)	Preparación para el futuro (2022)
1 Estados Unidos	2 (4)	6 (9)	2 (3)
2 Países Bajos	7 (8)	5 (4)	4 (5)
3 Singapur	3 (5)	1 (1)	10 (10)
4 Dinamarca	9 (6)	7 (7)	3 (1)
5 Suiza	1 (1)	10 (12)	6 (7)
6 Corea del Sur	10 (16)	12 (13)	1 (2)
54 México	50 (52)	58 (56)	54 (53)

Fuente IMD (2023).

Como veremos en este capítulo, los cimientos que Corea desarrolló en cuanto a capacidad industrial e innovación científica y tecnológica, así como de infraestructura física y la formación de recursos humanos, entre otros factores de competitividad, sostienen una de las plataformas más completas de industria digital.

II. ORÍGENES DE COREA DIGITAL: EL INTERÉS POR LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

La posición actual de Corea en los indicadores mundiales de innovación y economía digital es resultado de una activa participación del gobierno, de los cambios estructurales inducidos por la política económica y la evolución de los planes de desarrollo implementados desde los años sesenta, es decir, durante el régimen desarrollista de Park Chung-hee (1961-1979). A continuación, analizaremos la trayectoria del proceso de integración de políticas públicas hacia el desarrollo tecnológico, con énfasis en el valor estratégico de la política educativa y de ciencia y tecnología como engrane nodal para que las políticas industrial y comercial cumplieran sus propósitos desarrollistas. Esto es, para que las industrias nacionales fueran capaces de exportar y competir en el mercado internacional, es indispensable tener autonomía tecnológica. Para ello, la política guiaba la movilización de recursos e incentivos hacia la formación de una extensa comunidad científica coreana integrada en un sistema compuesto de centros de investigación públicos especializados en múltiples áreas del conocimiento y ocupados en ciencia básica, y de institutos para la formación de cuadros académicos enfocados a la I+D. Este sistema, además, fue pensado para establecer vínculos con el sector productivo y contribuir al avance tecno-industrial. Derivado de ese proceso, la sociedad y la economía coreana estaban preparadas para emprender el camino del desarrollo industrial digital.

Podríamos trazar los orígenes del sistema científico y tecnológico coreano durante el periodo de ocupación japonesa (1910-1945) y la influencia que el diseño y la práctica desarrollista nipona tuvo en la península (Moon 2018). Durante esos años, e incluso antes de la anexión formal, el gobierno general japonés introdujo actividades industriales en algunos territorios ocupados, lideradas por sus grandes conglomerados. A pesar de haber establecido instituciones modernas y de haber creado una amplia red de infraestructura de comunicaciones, transportes y energía eléctrica, el dominio de los *zaibatsu* resultó en una distribución desigual no sólo de la riqueza y la propiedad, también de la formación de destrezas y conocimientos, por lo que Corea siempre estuvo en desventaja. Desde entonces quedó claro en la sociedad y la

clase política que para alcanzar la autonomía real en la eventual reconstrucción de la nación, se debía emprender un proceso serio de desarrollo tecnológico propio (Kim 2017).

Tras la liberación en 1945, la élite intelectual nacionalista surcoreana demandaba al gobierno asumiera el compromiso y responsabilidad en la capacitación de recursos humanos para el trabajo industrial y en la formación de sus propios cuadros científicos (Moon 2018: 165-166). Este grupo tenía la convicción de que la pérdida de su soberanía se había consumado por la falta de una base científica y tecnológica, y que la liberación no fue conquistada por sus méritos, sino por la avanzada capacidad científico-tecnológica de Estados Unidos. La demostración del poderío del armamento nuclear en Hiroshima y Nagasaki era el principal argumento. De esta manera, los intelectuales veían a la investigación científica como una cuestión imprescindible para la construcción nacional y, por lo tanto, el establecimiento de institutos especializados de investigación (Kim 2017).

A pesar de lo anterior, se avanzó muy poco durante el gobierno de Rhee Syngman (1948-1960). Fue hasta la década de 1960, con la llegada de Park Chung-hee, que empezó el verdadero impulso de los institutos de investigación. Park, incluyó la promoción de la ciencia y la tecnología de manera protagónica en los planes quinquenales de desarrollo, para lo cual se adjudicaron espacios y fondos específicos para la investigación.

III. RÉGIMEN DE CONOCIMIENTO COREANO: EL KIST Y LOS INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN FINANCIADOS POR EL GOBIERNO

El primer instituto de investigación financiado por el gobierno fue el Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología (KIST, por sus siglas en inglés), en 1966. Puede decirse que, desde su fundación, el KIST se constituyó como el eje de la investigación para la innovación del país y formó parte central del proyecto coreano para la rápida industrialización, convirtiéndose en el modelo a seguir. De hecho, se estableció un año antes que el Ministerio de Ciencia y Tecnología y la Ley de Fomento de la Ciencia y la Tecnología (1967).

El KIST inició como un proyecto conjunto con Estados Unidos. En plena Guerra Fría, a Washington le interesaba que Corea del Sur tuviera mayor éxito económico que Corea del Norte. Por ello, dicho instituto fue parte de un paquete de cooperación durante el gobierno de Lyndon Johnson (1963-1969), esto en el marco de la guerra de Vietnam. Se creó como organización sin fines de lucro y Park Chung-hee se autodesignó como fundador (Moon 2018: 179). El referente institucional del KIST fue el Battelle Memorial Institute (BMI), una entidad privada de investigación estadounidense. Siguiendo su modelo, el KIST implementó un sistema de investigación contractual, tanto con instituciones públicas como privadas. Sus primeros clientes fueron ministerios que, con esta modalidad, daban un financiamiento adicional al instituto. Por su parte, las instituciones privadas que recibían créditos de parte del gobierno (los nacientes *chaebol*), tenían la obligación de contratar los servicios del KIST para desarrollar sus productos orientados a la exportación (Moon 2011).

El primer director fue un ingeniero metalúrgico educado en Japón: Choi Hyung-sup. Una de las políticas definidas para el KIST fue que debía convertirse en una suerte de "centro de fuga de cerebros inversa". Por ello, la primera tarea para nutrir de personal calificado a la institución fue repatriar el mayor número posible de científicos coreanos. Con la ayuda de BMI para el reclutamiento, y luego de una larga y exhaustiva selección, el KIST convenció a 32 de ellos a sumarse a esta tarea nacionalista. Uno de los incentivos fue ofrecer el triple del salario que recibían otros profesores de universidades públicas. En consonancia con el plan de gobierno, se identificaron cuatro sectores industriales estratégicos: química, electrónica, maquinaria pesada y acero. Choi siempre mantuvo la máxima que transmitía a sus investigadores y estudiantes: el objetivo del KIST no era ganar premios Nobel, sino la conquista de mercados globales mediante productos de calidad (Kim y Leslie 1998). Habrá que apuntar que el KIST fue concebido exclusivamente para la investigación, no para impartir docencia.

Gracias al apoyo del KIST se desarrollaron diversas industrias ampliamente reconocidas, como la acerera, la construcción y la automotriz, representadas por la Pohang Iron and Steel Company (POSCO) y el grupo Hyundai. Con ello, los logros del KIST persuadieron a otras empresas a destinar recursos para generar sus propios laboratorios de I+D. Así, si bien en 1967 el gobierno

destinaba siete veces más fondos que el sector privado para este objetivo, la proporción se igualó en 1977. Diez años después, la inversión de la industria privada triplicaba el gasto gubernamental en la materia; este patrón continúa hasta nuestros días. En el Cuadro 3 presentamos un registro actualizado de las fuentes de financiamiento del gasto en I+D en Corea del Sur.

Cuadro 3 GERD en Corea del Sur por fuente de financiamiento, 2013-2021 (%).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Empresa privada	75.9	75.9	75.1	76.1	77.2	78.2	78.2	76.8	76.3
Gobierno	22.9	23.1	23.8	22.9	21.9	21.0	21.0	22.5	22.9
Universidades	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
Sector privado (sin lucro)	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Fuente OECD.Stat. "Science, Technology and Patents/Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and source of funds", en: https://stats.oecd.org/

Como se puede ver, la investigación científica en Corea surgió estrechamente relacionada con el plan de desarrollo económico gubernamental. De hecho, las industrias no se desarrollaron por iniciativa de la empresa privada, sino a partir de la identificación de sectores estratégicos por parte del gobierno y lineamientos de los planes quinquenales (López Aymes 2015). En este modelo, el Estado, el sector privado y las instituciones de investigación están separados, aunque se complementan a partir de un objetivo común: el desarrollo tecno-industrial bajo los lineamientos y tutela del gobierno central. Para Kim y Leslie (1998), lo que diferenció el caso de Corea del Sur fue el incentivo del Estado, por medio de subsidios (otorgados a partir de rigurosos estándares de rendimiento), premiando a las empresas rentables y sancionando a las que no lo fueran (ver también Kim 2008: 39).

IV. EL KAIST

Aunque el KIST aumentó eficientemente la investigación, tenía una debilidad para el modelo: no contribuía a la formación de cuadros que posibilitaran la expansión de la base científica nacional y la disponibilidad de investigadores para el sector privado. Además, a medida que las empresas coreanas requerían

más I+D, experimentaban la escasez de ingenieros y científicos cualificados. En esas circunstancias, Chung Kun-mo, un respetado académico coreano con estudios en Princeton, MIT y el Politécnico de Brooklyn, planteó el proyecto de crear una escuela de posgrado en ingeniería y ciencias que retuviera el talento coreano en casa. La idea fue inspirada por el informe del profesor Frederick Terman de la Universidad de Stanford para evitar la fuga de cerebros en el estado de Nueva York.[3]

Eso era precisamente lo que se proponía Chung Kun-mo para Corea y tuvo una coincidencia favorable: a finales de la década de 1960, su antiguo tutor, John A. Hannah, había sido elegido como director general de la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés). Con el respaldo de la USAID, Chung logró una invitación para presentar su proyecto al presidente Park Chung-hee en abril de 1970. A Park le gustó la propuesta, por lo cual inmediatamente asignó como responsables para ejecutarla al Ministerio de Ciencia y Tecnología y a la Junta de Planificación Económica. La asistencia técnica y financiera sería inicialmente proporcionada por la USAID con un préstamo de 6 millones de dólares, y seleccionó un comité de profesores de ingeniería presidido por el propio Terman (que incluía a Chung) para evaluar la viabilidad del proyecto. Luego del análisis *in-situ*, el comité concluyó que era viable y recomendó el establecimiento de una escuela de posgrado en ciencias y tecnología aplicadas para el desarrollo en Corea. Así se definió la creación del Korea Advanced Institute of Science (KAIS). Las conclusiones y recomendaciones específicas de la comisión constan en el famoso Informe Terman (1970).

En breve, la recomendación fue establecer una institución con absoluta autonomía académica, únicamente para estudios de posgrado, que se convirtiera en un modelo para otras escuelas científicas de posgrado. Inspirándose en el modelo educativo estadounidense, el objetivo era evitar la fuga de cerebros para capitalizarlos en Corea, proveyendo de ingenieros e investigadores de talla mundial para la realización de la nueva matriz productiva, orientada

3 El informe planteaba la estrecha asociación entre la academia y la industria en aquel territorio que más tarde sería mundialmente conocido como Silicon Valley.

hacia el desarrollo científico-tecnológico para ganar mercados internacionales (aunque no premios Nobel).

El KAIS se constituyó en 1971 con carreras que el Informe Terman consideró como estratégicas para la economía coreana: ingeniería mecánica, ingeniería química, ciencias electrónicas, ingeniería de sistemas y comunicaciones, ingeniería y gestión industrial, ciencias básicas y matemáticas aplicadas (incluida informática) (Terman 1970: Cap. 3). Parte del incentivo para atraer estudiantes era ofrecer apoyos económicos y un trato especial con respecto al servicio militar obligatorio, lo que Park Chung-hee aceptó, pero con cierto disgusto (Kim y Leslie 1998: 169; Terman 1970: Cap. 2).

El año de su fundación, Chung Kun-mo y Frederick Terman habían descrito la visión institucional del KAIS de la siguiente manera:

> Para el año 2000 KAIS estará íntimamente identificado con el desarrollo industrial y tecnológico de Corea. Los ex alumnos de KAIS ocuparán puestos de liderazgo en toda la industria coreana y en el gobierno coreano. Al mismo tiempo, habrá una interacción continua entre KAIS, el gobierno, la industria y las instituciones educativas... (Terman 1970: 58).

V. ALIANZA DEL KAIS (KAIST) CON LA INDUSTRIA

Inspirado en el ya exitoso modelo de Terman en Silicon Valley, el KAIS desarrolló una sinergia con la industria por medio de convenios que permitían a sus estudiantes realizar pasantías en empresas coreanas y tuvieran una experiencia práctica con la ciencia más allá de la teoría. Asimismo, las empresas y corporaciones, disuadidas adicionalmente por la Ley de Fomento de la Ciencia y la Tecnología, establecieron fondos para la investigación y otorgaron becas a estudiantes destacados para estudiar en el KAIS, de tal manera que los pasantes y becarios se constituían en una suerte de pre-seleccionados para trabajar en dichas corporaciones. De igual forma, desde el inicio el KAIS se propuso desarrollar alianzas para el desarrollo de investigación y la posibilidad de pasantías estudiantiles, con compañías estadounidenses y japonesas, a fin de aprender y luego competir con ellas.

Al mismo tiempo, la presión gubernamental para que los *chaebol* lograran incursionar en los mercados más exigentes de exportación, abrió oportunidades

no solo para el KAIS sino para sus docentes que trabajaron como consultores. Así, por ejemplo, en vista de la negativa de empresas japonesas o estadounidenses de compartir sus patentes, muchas industrias requirieron contratar docentes o graduados del KAIS para trabajar en procesos de ingeniería inversa y así lograr introducir sus productos en los mercados internacionales.

Otra política que promovió la competitividad y la visibilidad internacional del KAIS fue el establecimiento de estándares exigentes para docentes y estudiantes. Por ejemplo, todos los candidatos doctorales tenían la obligación de publicar una parte de su tesis en una revista internacional arbitrada. Asimismo, desde sus inicios se enfocó en la creación de nuevas empresas como indicador de éxito, lo que ha sido una constante; la formación de una Incubadora de Empresas Tecnológicas en 1994 es un ejemplo entre muchos. De esta manera, cuando Corea del Sur fue admitida en la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) en 1996, el KAIST[4] había ejecutado con éxito contratos de investigación por más de 200 millones de dólares. Para entonces, el KAIST era un proveedor esencial de investigadores en Corea y el mundo (Kim y Leslie 1998).

Daedeok Science Town y las innopolis

Poco después de la muerte de Park en 1979, con el propósito de consolidar recursos y establecer una entidad más robusta, el nuevo gobierno militar decidió fusionar en 1981 a las dos instituciones emblemáticas de investigación: el KIST y el KAIST. De allí, amalgamando los nombres de ambas, surgió el Korea Advanced Institute of Science & Technology (KAIST). La denominación conjunta no logró ocultar las diferencias derivadas de dos organizaciones con su propia cultura institucional. A pesar de que se separaron en 1989, la institución universitaria mantuvo el nombre, KAIST, mientras que el KIST volvió a sus actividades habituales.

A pesar del fracaso de esta fusión, ambas instituciones continuaron una labor exitosa. Según varios autores, lo que las preservó de este "matrimonio fallido" fue que, antes de la fusión, en 1973, el gobierno había decidido erigir una "ciudad de la ciencia" en Daejeon, entonces una pequeña ciudad del centro del país. Daedeok Science Town, como se decidió llamarla, se inició en un terreno de 28 Km2, con una inversión de mil millones de won (dos millones y medio de dólares de la época). Su modelo fue la Ciudad de la Ciencia de Tsukuba, en Japón. Allí, como en Silicon Valley, la cercanía geográfica de laboratorios e institutos de investigación fomentaba una sinergia virtuosa.

4 En 1981 el gobierno fusionó el KIST y el KAIS, por lo que su denominación sería KAIST.

Pese a la resistencia inicial de los administradores del KAIS de abandonar Seúl (el KIST, en cambio, permaneció en Seúl), su presencia, junto con la disponibilidad de terrenos baratos y los incentivos estatales, atrajeron la atención de tantas empresas e institutos que pronto pudo consolidarse como el núcleo nacional de la ciencia y la tecnología. Hasta 1994, prácticamente la mitad de los laboratorios e institutos de investigación de Corea se habían trasladado allí.

El KAIST se convirtió en el corazón de Daedeok Science Town, que luego fue re nominada como Daedeok Innopolis. Desde 2005 fue designada como la "Zona Especial de Investigación y Desarrollo Daedeok", donde existe una de las concentraciones más altas de institutos de investigación, públicos y privados, y *cluster* empresarial en el mundo. Y no es la única. En años posteriores Corea les ha apostado a las "zonas especiales" de I+D para dar un renovado impulso al desarrollo económico a partir de la innovación, entre las que encontramos Gwangju-Daegu (2011), Busan (2012), Jeonbuk (2015) y Gangso (2019).

Si bien el KIST y el KAIST tuvieron un papel muy relevante como punta de lanza en la política de desarrollo tecnológico coreano, la necesidad de profundizar en áreas mucho más especializadas para atender la demanda de conocimiento de nuevos sectores seleccionados por la política industrial dio pie a la creación de docenas de centros de investigación adicionales. Eso dispersó los recursos y, en muchos casos, se duplicaban las tareas y proyectos. Después de la crisis de 1997-8, el proceso de racionalización del sector público finalmente puso la mirada en la consolidación de un régimen de conocimiento más centralizado para el desarrollo científico y tecnológico mediante la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en 1999.5 Este Consejo agrupa actualmente 25 institutos de investigación públicos y fue creado con el propósito de contar con un mecanismo para el diseño y coordinación de la política de ciencia y tecnología, y así tener más control sobre la producción de conocimiento del país (López Ames 2015). Su función entonces fue proponer y apoyar las políticas de investigación para el desarrollo de la industria del conocimiento, gestionar los proyectos de los institutos a su cargo y, en su caso, promover y coordinar proyectos conjuntos entre ellos (con lo cual se evitarían redundancias). El Consejo coordina alrededor de tres cuartas partes del presupuesto para I+D del país. De esta manera, el gobierno cuenta con una agencia "paraguas" semiautónoma para articular la producción científica con la política económica –convergencia de recursos y las metas trazadas en los planes–, estimular la cooperación entre institutos y facilitar la interacción entre los institutos con las necesidades prácticas del sector productivo nacional.

5 El sitio web del es: https://www.nst.re.kr/eng/index.do.

Gracias a las iniciativas gubernamentales para establecer un marco institucional y agencias de producción de conocimiento, la base coreana para la investigación científica y desarrollo tecnológico estaba lista para emprender proyectos nacionales de innovación en muchas otras áreas industriales. Por eso, cuando la revolución digital abrió brecha en la economía internacional, Corea del Sur estaba en buenas condiciones para presentarse como un actor relevante y no como un simple seguidor y consumidor de tecnologías extranjeras. Naturalmente, la historia coreana en la economía digital se relaciona con su avance en la industria de las telecomunicaciones, como veremos enseguida.

VI. POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN TELECOMUNICACIONES: EL PREÁMBULO DE LA COREA DIGITAL

Los orígenes del desarrollo digital en Corea del Sur entrelazan la iniciativa académica, el financiamiento y la promoción estatal. Como destacamos arriba, el papel de los centros e institutos de investigación y docencia financiados por el gobierno recibieron un apoyo institucional y presupuestal importante para crear un régimen de conocimiento cuya misión era emprender el camino hacia la autonomía tecnológica en el marco de la política industrial y de exportación. Hacia fines de la década de 1970, tales agencias crearon grupos de trabajo dedicados a la elaboración de computadores, semiconductores y al impulso de redes computacionales, iniciando lo que habría de llamarse comúnmente "revolución de las telecomunicaciones". En 1982 se realizó el primer experimento de vinculación entre terminales de la Universidad Nacional de Seúl, el KIET y el KAIST, que años más tarde fue incorporando conexiones con otras computadoras de Asia. Posteriormente, el país obtendría la primera dirección IP y el dominio.kr, iniciando su participación plena en la red global y el impulso a la profundización tecnológica que se mantiene hasta la actualidad.

Asimismo, a principios de la década de 1980 se dio un cambio sustancial a la estrategia de fomento a las TIC con la reestructuración del Ministerio de Comunicaciones. En 1982, se creó la Oficina de Política de Telecomunicaciones, que volvió a reformarse en 1984, con el objetivo de fortalecer los sectores

de información y comunicación, formulando y promoviendo políticas del área (Oh y Larson 2011: XXV) y se establecieron varios institutos de investigación aún más especializados cuyo fin era proporcionar apoyo al sector y ofrecer pautas y recomendaciones al Estado y al sector empresarial. Entre estos encontramos el Instituto de Investigación en Electrónica y Telecomunicaciones (1981), el Instituto de Desarrollo de la Sociedad de la Información de Corea (1985), el Instituto Coreano de Computación (1986) y el Centro de Cultura de la Información (Kim, Kim y Yoon 1992: 1836). Esto fue acompañado de un incremento considerable del financiamiento público en proyectos e infraestructura destinada a las TIC.

Como resultado de la nueva prioridad presupuestal, el número total de personal dedicado a la investigación y desarrollo en el país se triplicó a lo largo de la década y los gastos totales en investigación y desarrollo aumentaron, alcanzando casi 2% del PIB en 1990 (Larson 1995: 176). La selección de áreas de inversión, especialmente semiconductores, computadoras y sistemas de conmutación electrónica generó un crecimiento económico sustantivo en el sector electrónico, lo que fue acompañado con programas de incentivos y desarrollo de la educación superior en el área.[6] Estas primeras políticas sentaron las bases y dieron impulso al despegue en telecomunicaciones que Corea tendría en la década de 1990, donde comenzaría un periodo de desregulación, reestructuración del mercado y una reorganización del aparato burocrático para una coordinación más focalizada; se produjo una apertura gradual, fomentando la competencia y estimulando el progreso en el sector de las telecomunicaciones (López Aymes 2015: 167-179). La innovación mayor de esa década fue sin duda la aparición de la World Wide Web (WWW) en 1992 y, al respecto, la participación del Estado coreano en su adopción y expansión fue fundamental.

6 Si bien la política industrial tuvo un papel fundamental en este proceso, autores como Ernst (1994) y Castley (1998) argumentan que fue la internacionalización de las empresas japonesas lo que dio el empuje crítico al desarrollo de la industria electrónica surcoreana.

VII. EL PAPEL DEL GOBIERNO EN EL NACIMIENTO DE UNA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN. INSTITUCIONES, INFRAESTRUCTURA E INCENTIVOS

Aún antes de la aparición de la WWW, el gobierno surcoreano estableció mecanismos y procedimientos para la gestión de las redes de conexión, así como para la producción de equipos y la construcción de la infraestructura necesaria en el territorio nacional. En 1988, estableció el Comité de Red Académica con la función de supervisar los nombres de dominio y la asignación de direcciones IP nacionales y, un año antes, lanzó el Sistema Nacional de Información Básica (1987-1996), el primer proyecto de alcance nacional dedicado a la movilización de recursos para el uso y la promoción de las redes informáticas. Su objetivo fue digitalizar datos cruciales en áreas como el registro de domicilio, las finanzas, la seguridad pública, la educación y la investigación.

En aquel momento, la intención del gobierno era trabajar de manera conjunta con el sector privado. Estaba claro que el desarrollo del área de comunicaciones no podía lograrse únicamente a través del Ministerio correspondiente y que era necesario contar con la colaboración de la comunidad empresarial. Por otra parte, los grandes conglomerados presionaban para ingresar al mercado de servicios de telecomunicaciones y se interesaban particularmente por la privatización de Korea Telecom. El comunicado oficial acerca de la privatización de la empresa fue publicado en 1987, marcando así el comienzo de un proceso que se extendió a lo largo de 15 años, durante los cuales el Estado mantuvo un control directo, definiendo tanto el método como el momento para llevar a cabo la venta de la empresa estatal. Este proceso se acompañó de uno de liberalización y apertura paulatina del mercado apoyado en normativas que hacían posible una mayor participación privada en el negocio de las comunicaciones fijas y móviles de voz y datos (López Aymes 2015: 174-178, 234-241). Entre ellas, el gobierno coreano promulgó la Ley de Promoción de la Inversión Privada en Infraestructura en 1994 y la Ley de Mejora de la Estructura de Gestión de Empresas Públicas y Privatización en 1997. Sin embargo, siempre mantuvo su papel regulador, que aún era necesario para

implementar políticas importantes en telecomunicaciones, como los servicios universales (Oh y Larson 2011: 59).

La apertura y participación privada no significó una retracción en el diseño y planeación estatal del sector en cuestión, al contrario. En marzo de 1995, se presentó el Plan Coreano de Infraestructura de la Información (PCII), con el fin de cimentar una "autopista de información" para proporcionar servicios al público y promoviera la "informatización" de la sociedad, uno de los aportes más destacados en el área de las TIC. El proyecto se estructuró en tres fases: la inicial, de 1995 a 1997, se focalizó en la creación de una infraestructura de redes para servicios multimedia de alta velocidad. La segunda fase, abarcando desde 1998 hasta 2002, tuvo como objetivo potenciar la competitividad de los sectores de tecnologías de la información a nivel global, expandir la infraestructura de red y desarrollar servicios como el acceso a Internet. La tercera, programada originalmente desde 2003 hasta 2010, pero completada cinco años antes de lo previsto, se centró en fortalecer las empresas coreanas y reformar la economía a través de la industria de la información. El éxito del plan se atribuye a la mejora continua de la tecnología, la respuesta positiva del sector privado nacional y la competencia para desarrollar la infraestructura de la autopista de la información (Bavoleo 2020: 130).

A su vez, el PCII constaba de dos partes: la gubernamental (Nueva red gubernamental) y la parte pública (Nueva red pública). La primera estaba destinada a implementar la infraestructura de red en todo el país para proporcionar servicios de alta velocidad a los organismos de gobierno, a organizaciones no gubernamentales y otras asociaciones sin fines de lucro. Proponía conectar oficinas públicas, instituciones educativas y de investigación y proveer una plataforma adecuada para el desarrollo de ciertos servicios de gobierno electrónico, de intercambio de datos y de uso conjunto de la información. Por su parte, la red pública se enfocaba a expandir la red comercial y a promover el uso de servicios de alta velocidad. Sus destinatarios eran las empresas y los hogares (Hur 2011: 7). Esto se complementó con políticas públicas que incluyeron la promoción de préstamos con intereses mínimos y otros incentivos para alentar la participación del sector privado. El gobierno y las empresas de telecomunicaciones trabajaban en conjunto para construir la infraestructura necesaria e incorporar nuevas industrias TIC.

Si bien el PCII corresponde a una iniciativa de mediano plazo que trascendería la administración del presidente Kim Young-sam (1993-1998), es evidente que la política de ciencia y tecnología hacia la digitalización sería una política de Estado y no se daría marcha atrás aun cuando le siguieran gobiernos de oposición. Por ejemplo, en enero de 2000 el presidente Kim Dae-jung (1998-2003) lanzó la estrategia de una economía basada en el conocimiento, la cual tenía tres metas: a) estar entre los diez líderes globales en TICs, b) robustecer el sistema educativo para liderar dentro de la OCDE y, c) encabezar los rankings en innovación en ciencia y tecnología dentro del G-7. Para implementar este plan se crearon cinco grupos de trabajo que involucraron a 19 ministerios y 17 institutos de investigación bajo la coordinación del Ministerio de Finanza y Economía.

En esa misma tónica de continuidad a pesar de la alternancia de partidos políticos en el poder, el interés por coordinar el proceso de transformación tecnológica se puede ver reflejado en la reestructuración del aparato burocrático. Por ejemplo, durante la presidencia de Lee Myung-bak (2008-2013) también se impulsó la estrategia digital, empezando con la fusión del Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Desarrollo de la Educación se creó el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, que fungiría como responsable de la investigación básica y la educación. Le siguió la fusión del Ministerio de Comercio, Industria y Energía con el Ministerio de Información y Comunicaciones para formar el Ministerio de Economía del Conocimiento, el cual se haría responsable de la investigación aplicada y del 35% del presupuesto gubernamental de I+D.

La administración de la presidenta Park Gyeun-hye (2013-2017) continuó la misma senda y lanzó la estrategia denominada “Economía Creativa”, con el fin de promover un nuevo modelo de crecimiento basado en la innovación y el emprendedurismo, para lo cual creó el Ministerio de Ciencia, Tecnologías de la Información y la Comunicación y Planeación Futura. Su meta era apuntalar la revolución digital con el fomento a la siguiente generación de tecnologías de la información, misma que tiene su base en la tecnología 5G.

Más recientemente, la revolución digital coreana mantuvo su paso en la administración del presidente Moon Jae-in (2017-2022), quien lanzó el proyecto denominado *I-Korea 4.0*. La estrategia propuso el desarrollo de capacidades

digitales para industrias y empresas de diferentes tamaños con el fin de elevar su competitividad y convertirlas en nuevos motores de crecimiento mediante la innovación con tecnologías inteligentes y redes accesibles para todos. El proyecto priorizó diez áreas en las que buscaría integrar la nueva economía digital y desarrollar ventajas para liderar el mercado mundial, a saber: salud, manufactura inteligente, vehículos eléctricos y autónomos, fuentes de energía renovable, finanzas tecnológicas (*fintech*) y logística, agricultura y pesca, ciudades inteligentes, transportación, seguridad social, medioambiente, seguridad y defensa.

Estos planes, junto con otros respaldados con presupuesto estatal, así como por regulaciones protectoras de empresas emergentes, incentivos fiscales que impulsaron la participación de empresas privadas, así como esfuerzos de promoción y producción de patentes, consolidaron a Corea del Sur como líder en tecnologías de la información. En términos generales, estas estrategias allanaron el camino hacia la digitalización y favorecieron el involucramiento de diversos actores en este proceso. Así, sobre la base de políticas gubernamentales que incorporaron entidades públicas para fomentar el acceso de la población a las TIC, la alfabetización digital y la colaboración del sector privado, se gestó en Corea una sociedad de la información. La infraestructura y la inmersión completa de la sociedad en las TIC ha tenido importantes efectos en prácticamente todos los sectores productivos, particularmente en las pequeñas y medianas empresas (PYME), como veremos más adelante.

VIII. "COREA INTELIGENTE" (CIUDADANOS, EMPRESAS, GOBIERNOS Y CIUDADES)

El papel del gobierno no se limita a la disposición de infraestructura, la regulación del mercado, o las iniciativas de informatización en los organismos públicos; también ha sido relevante en la ejecución de acciones destinadas a ampliar la demanda de servicios de Internet y promover la alfabetización digital. Uno de los objetivos centrales fue fomentar, motivar y educar a "ciudadanos digitales" capaces de aprovechar y dar sentido a estos avances. Para ello, implementó varios programas educativos que buscaban acercar la

tecnología a la población, como cursos de computación con distintos niveles de complejidad (Huh 1993), distribución de computadoras, y planes especiales de acceso a Internet dirigidos a sectores en desventaja. En 1999, a través del plan de promoción del uso de computadoras y un programa de financiamiento, se ofrecieron equipos personales a costos reducidos para sectores menos favorecidos. En 2001, se lanzó el Plan para la promoción del uso de TIC y la distribución de PC gratuitos a niños de bajos ingresos y tarifas subsidiadas de conexión a Internet. Además, al año siguiente, se entregaron cincuenta mil computadoras con acceso gratuito a Internet de banda ancha por cinco años a estudiantes con recursos limitados y destacado rendimiento académico (ITU 2003: 36).

Con el mismo objetivo de acercar las mejoras tecnológicas producidas en Corea a la población, el gobierno implementó un plan integral de capacitación digital que abarcó a funcionarios del Estado, personas de la tercera edad, docentes, estudiantes y mujeres, especialmente amas de casa. El proyecto educativo llamado "Diez millones de personas en Internet, 2000-2002" se centró en proporcionar formación en el uso de la red a aproximadamente un cuarto de la población de Corea del Sur (Bavoleo 2013: 17).

Junto con estas políticas se establecieron organismos encargados de fomentar el acceso a las TIC y proteger a los consumidores. Entre ellos, se destaca la Agencia Coreana para la Oportunidad Digital (2003), cuyo objetivo era garantizar que todos los habitantes adquirieran habilidades necesarias para utilizar Internet, incluidas las personas mayores y con discapacidades, a través de programas especializados, y la Agencia Nacional de Desarrollo de Internet (2004), encargada de crear y continuar proyectos educativos y de difusión, como "PC para todos" y "Ciber Corea 21", que incluyó, no sólo la distribución de PC y facilidades de acceso, sino también la promoción del comercio electrónico. Otros organismos, como la Agencia Coreana de Seguridad de la Información y la Comisión de Seguridad de Internet, se enfocaron en proteger a los consumidores en línea y proteger sus datos (IT&IF 2008: 2). Podríamos decir que estas políticas y agencias fueron exitosas al observar que, en los índices de acceso a internet del año 2000, Corea muestra más de 44%, superando a Japón cuya población con acceso se ubicaba alrededor de 30%

y, para 2001, ya contaba con más de 56% de penetración extensiva (Statista 2024).

Con un acceso considerable a esta tecnología y un acervo de información pública digitalizada que superaba 80% de los documentos oficiales, en 2000 el gobierno decidió lanzar el plan "Gobierno para los Ciudadanos" (G4C, por sus siglas en inglés), que fortalecía los servicios de trámites electrónicos –o gobierno electrónico–, promovía el acercamiento del ciudadano al Estado a través del uso de TIC e incorporaba un primer diseño de ciudad inteligente, a la que llamaron "ciudad ubicua". El plan recuperaba los logros del PCII en infraestructura y digitalización y de los otros programas destinados a la alfabetización digital. Con organismos, oficinas y documentos públicos digitalizados y con una población educada en el uso de TIC, los requisitos para implementar el gobierno electrónico estaban dados.

Los sistemas de gobierno electrónico se implementaron de manera rápida gracias a la financiación y el apoyo gubernamental en el diseño de estrategias como el plan Visión E-Corea (2002), cuyos objetivos se relacionaban con el logro de un gobierno electrónico e inteligente que redundara en transparencia de la gestión pública y eficacia administrativa. El sector privado también jugó aquí un papel importante en la adopción de tecnologías y la creación de sistemas innovadores para abordar los desafíos de los sistemas de gobierno electrónico. Como continuidad, comenzó a implementarse la construcción de las primeras ciudades inteligentes.

En 2006, el entonces Ministerio de Información y Comunicación lanzó el Plan General de Activación de Obras de Ciudades Ubicuas con dos objetivos: "1) establecer una ciudad conveniente, segura, agradable y saludable a través de la difusión de servicios ubicuos, y 2) nutrir una nueva industria de TIC avanzada e integrada" (Choi et al. 2019: 304). Estas ciudades fueron planificadas como espacios equipados con TIC y una extensa matriz de interconexiones que permitiría a los gobiernos central y local supervisar y abordar rápidamente problemas urbanos. Además, ofrecían a los residentes acceso a la información y servicios esenciales para su vida diaria. Aunque este primer diseño no fue tan exitoso como se esperaba, dio paso a una segunda generación de ciudades inteligentes enfocadas en la relación infraestructura-

ciudadano-economía incorporando tecnologías de la 4ª revolución industrial e integrándose por completo al diseño del ecosistema digital surcoreano actual.

IX. ECOSISTEMA DIGITAL Y TECNOLOGÍAS DE LA 4ª REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (IA, DATOS, REDES)

En los últimos años, el gobierno ha intensificado considerablemente su respaldo al desarrollo de la inteligencia artificial (IA), así como a las redes informáticas y conjuntos de datos asociados, conocidos como DNA. Este compromiso se refleja en diversas políticas y estrategias anunciadas, como la Estrategia de I+D en IA (mayo de 2018), la Estrategia de Activación de la Industria de Datos (junio de 2018), la Estrategia de Semiconductores del Sistema (abril de 2019), la Estrategia 5G+ (abril de 2019), la Estrategia del Renacimiento de la Manufactura (junio de 2019) y la Estrategia Nacional de IA (octubre de 2019) (MSIT 2019: 14). Esta última, considerada como una de las políticas más ambiciosas, adopta un enfoque a largo plazo y abarca diversos sectores, como salud, movilidad, seguridad y administración pública. Sus tres principales directrices buscan crear un ecosistema de IA que: fortalezca la infraestructura y establezca bases para la innovación, situando al país como líder a nivel global; impulsar la innovación educativa para formar expertos y promover el uso efectivo entre ciudadanos, industrias y gobiernos, y desarrollar un modelo de IA centrado en las personas, asegurando que todos disfruten de sus beneficios, incluso ante las rápidas transformaciones sociales y tecnológicas (MSIT 2019: 16). Esta estrategia se justificó en los beneficios de la IA para la industria –mantener la productividad industrial, predecir y sortear obstáculos– y para la sociedad –prevención del delito, seguridad y cuidado de personas, éste último tomando en cuenta el envejecimiento de la población y las predicciones negativas a mediano plazo, que apuntan a la necesidad de asistencia de los ancianos– y en los avances de otras naciones líderes en el área. El objetivo central de la estrategia era convertir a Corea en un líder para el 2030 a través de variadas competencias, e iniciativas en tres áreas principales de la IA: ecosistema de IA, uso de IA, e IA centrada en el ser humano (Roh y Nam 2020).

Este plan integral, orientado a consolidar la posición del país como líder en el campo de la IA, se proponía captar inversiones sustanciales, formular

iniciativas educativas, y promover colaboraciones estratégicas con la aplicación de IA en diversos sectores industriales. El gobierno buscaba capitalizar el potencial de esta tecnología para estimular el crecimiento económico y fomentar la innovación, al tratar la IA como un impulsor clave del progreso y la competitividad, pero incluyendo no solo los aspectos tecnológicos, sino también los éticos y educativos, con miras a un futuro liderado por esta tecnología.

Además de esto, en julio de 2020 se anunció el Korean New Deal (KND) (ROK 2020) como una iniciativa originalmente diseñada para abordar los desafíos económicos derivados de la pandemia de la COVID-19. Este plan se constituyó como estrategia de desarrollo nacional del gobierno de Moon Jae-in y aspiraba a tener continuidad aun después de concluido su mandato. Uno de los tres pilares que conformaron el KND era el "Digital New Deal", y buscaba, entre muchas otras metas intensificar la integración de la IA, fomentar la expansión de la industria "sin contacto", así como incorporar nuevas áreas interconectadas, como el metaverso, *blockchain* y soluciones en la nube, entre otras.

La coherencia en la implementación de políticas, programas y estrategias destinadas a impulsar el avance de la IA y tecnologías relacionadas ha contribuido significativamente a mejorar la posición global de Corea del Sur. Como ilustración, el país ocupa el sexto lugar en el Índice de Preparación Gubernamental para la IA, según el informe de Rogerson y sus colegas (2022). Estos avances han generado impactos en diversos ámbitos y han planteado desafíos y riesgos, tales como la comercialización de datos personales, la potencial pérdida de empleos y la dependencia excesiva de soluciones tecnológicas. La gestión efectiva de estos cambios y riesgos se convierte en un elemento crucial a medida que avanza la transformación digital en el país.

X. FINTECH Y PYME

La 4ª revolución industrial es propulsada por los avances en las TIC y actualmente también influyen en todos los aspectos de la vida social y económica del mundo, esto incluye la construcción de un nuevo paradigma en el sector financiero. Para cerrar este capítulo, quisiéramos ejemplificar la importancia de la política de ciencia y tecnología y sus derivados en el caso de la digitalización financiera y el apoyo a las empresas emergentes coreanas o *startups*,

que normalmente inician como organizaciones de pequeña escala fundadas por personas jóvenes. Esta política responde en buena medida al propósito de reducir las brechas entre las grandes corporaciones coreanas y propiciar más oportunidades de sobrevivencia a las PYME que, aunque son más ágiles en la adopción, uso y desarrollo de las TIC en sus procesos productivos, pagos y transferencias, organización y proveeduría de servicios, suelen enfrentar grandes desafíos en sus procesos de capacitación y financiamiento para su consolidación y crecimiento.

Como parte de los apoyos gubernamentales para grupos vulnerables y emprendimientos comerciales de menores recursos, desde la década de 1990 el gobierno proporcionó subsidios a las PYME con el fin de proveer acceso a Internet. Ya en las décadas de 2000 y 2010, los estímulos fueron en programas de formación y fomento de empresas *fintech*[7] (muchas de ellas también bajo la figura de statrups), con las cuales se lograba una mejor articulación de la producción y proveeduría de servicios en un sector de alto impacto en la creación de empleos de uso intensivo de tecnología y conocimiento.

Fue así como en 2017, con el apoyo gubernamental y bajo el principio de transición digital de las PYME, la administración de Moon Jae-in creó el Ministerio de PYME y *Startups* (Lee y Kim 2017; OECD 2021). Dicho ministerio se asoció a la Comisión de Servicios Financieros y desde allí desarrolló la política de innovación para el desarrollo dirigida hacia el cambio de paradigma de ese sector al reconocer que las *startups* o *e-pymes* serían la columna vertebral de la economía y las finanzas digitales. Con esa visión, las empresas de menor tamaño tendrían mayor disponibilidad de recursos y servicios financieros mediante préstamos cooperativos tipo *crowdfunding* o P2P que el sistema bancario tradicional no estaba dispuesto a cubrir por el volumen y el riesgo que implica emprender negocios nuevos en una economía dominada por los *chaebol*. Eventualmente, aún con algunas reticencias debido a la experiencia de dos crisis muy severas en 1997 y 2008, la percepción hacia la conveniencia y seguridad de las finanzas digitales ha cambiado, por lo que los principales bancos coreanos se han asociado con *startups fintech*, o han establecido sus

7 Fintech Center Korea, "About FCK, programs and global Fitnech". Disponible en https://fintech.or.kr/web/user/enPrograms.do

propios "laboratorios *fintech*" para proveer servicios de banca y pagos con aplicaciones móviles, uso de *blockchain*, etc. (Intralink 2020: 4-5; Kim 2019).

Como vimos arriba, el gasto público surcoreano dirigido a la I+D se refleja en el desarrollo y apoyo a las empresas innovadoras por lo que Corea del Sur es una de las economías con mayor innovación de la OCDE y este esfuerzo gubernamental se mantiene en la actualidad (*Yonhap* 2023). De hecho, el GERD como porcentaje del PIB en el marco de la Going Digital Project (OECD S/F), popularizado como el programa del futuro digital del G7, había sido superado por Corea del Sur en 2021. Luego de haber iniciado el programa de relanzamiento de las PYME como *startups* o *e-pymes*, Corea aventajó a otras economías de la OECD y el G7 que tradicionalmente mostraban mejores indicadores de innovación y desarrollo tecnológico (OECD 2021). En 2019, 76% de la población surcoreana había tenido alguna experiencia en el uso de aplicaciones de finanzas digitales y casi 58% usan regularmente servicios bancarios móviles, por lo que Corea es el segundo país del este de Asia con mayor tasa de penetración de los servicios *Fintech* (Intralink 2020: 4). Seguramente durante la pandemia de COVID-19 estas cifras aumentaron dadas las condiciones de aislamiento y movilidad limitada impuestas por las circunstancias.

Así, con un entorno gubernamental favorable a las finanzas digitales, en 2019 la Comisión de Servicios Financieros creó el Fondo Surcoreano para Empresas Emergentes con valor de aproximadamente 1,500 millones de dólares, de los cuales más de 252 millones serían para invertir en *startups fintech*, lo que abrió el espacio para flexibilizar la regulación financiera y que las *startups* probaran nuevas formas de los servicios financieros y expandieran sus actividades.[8] Estos apoyos se suman al Programa de Asesoramiento y Análisis de 2013 para áreas relacionadas con el desarrollo e innovación del sector financiero y en el sector privado, y el programa regulatorio Sandbox

8 Entre las sociedades financieras de este tipo encontramos Toss, Naver Financial, Carrot, Graft, Chai, Wadiz, Korea Credit Data, PeopleFund, Gowid, Dunamu, Naver, Kakao, Coupang, Yello Movile y Bluehole; algunas de estas fintech startups empezaron como plataformas de Internet (por ejemplo, Naver y Kakao), hasta que recibieron las licencias correspondientes para ofrecer también servicios financieros. Ver: Kim (2019).

Korea,[9] introducido en la Ley Especial de Apoyo a la Innovación Financiera en 2019 para la protección de los consumidores y usuarios de tecnologías digitales, especialmente las PYME. Con este marco institucional, de apoyo financiero, capacitación y protección, el ecosistema digital tendría mayor certidumbre, lo que genera un ambiente propicio para el crecimiento estable y equitativo en Corea.

Como consecuencia de la transformación tecnológica, el andamiaje institucional y la acumulación de capacidades e infraestructura física y digital de los programas previos a los gobiernos más recientes de Moon Jae-in y Yoon Suk-yeol (2022-2027), fue posible plantear nuevas metas de crecimiento e incluso de inserción internacional de muchas PYME. De esta manera, cada política dirigida hacia el acceso a las nuevas tecnologías para las PYME potenciaba la creación de empleo y desarrollo de competencias, fortalecía la confianza y estimulaba la apertura al mercado de industrias digitales, y promovía el uso eficaz y efectivo de las nuevas capacidades en ese sector. En otras palabras, la conectividad confiable y la facilidad de interacción de todas las personas, organizaciones y equipos estaba relacionada con los incentivos públicos para aprovechar la nueva realidad digital. Ello implicó que la economía coreana pudiera avanzar de manera más uniforme y equitativa en temas como el "Internet de las cosas", la IA y el desarrollo de aplicaciones digitales en todos los sectores de la economía, la sociedad y el gobierno. Así, el país garantizaba, por un lado, la recuperación económica posterior a la pandemia COVID-19 y por otro, que el gobierno surcoreano tenía un alto compromiso en animar la actividad económica con los nuevos avances en el campo tecnológico.

XI. CONCLUSIONES Y LECCIONES PARA MÉXICO

Como hemos tratado de argumentar en este capítulo, la destacada posición de Corea del Sur en tecnologías de la información no es resultado de circunstancias fortuitas, sino de un objetivo estratégico delineado por el gobierno a lo largo de décadas: alcanzar a las economías más avanzadas y mantenerse en las fronteras tecnológicas de manera autónoma. En este proceso distinguimos

9 Sitio web de Sandbox Korea: https://sandbox.fintech.or.kr/.

el liderazgo constante del gobierno en el diseño y ejecución de la política económica, al plantear como prioridad la formación de capacidades industriales y tecnológicas internas que le permitan competir en el mercado global con sus propias empresas. El carácter nacionalista de la economía política surcoreana le ha otorgado un valor estratégico al avance tecnológico y eso también forma parte del imaginario social desde la posguerra, pues se concibe como la única manera de conservar la soberanía. La política educativa y de ciencia y tecnología es entonces tan importante como la política industrial y la comercial.

Otro elemento interesante y aleccionador es la continuidad de la política de fomento a la ciencia y la tecnología, pues su énfasis no varía con los cambios de cada administración y su sello ideológico. Esto permite mantener centros de investigación públicos con financiamiento constante para la I+D y, en casos como el KAIST, la formación de cuadros profesionales de alto nivel dedicados a la investigación teórica y práctica para el sector público y el privado. Si bien el sector privado es el principal inversor en I+D, la función de los institutos públicos especializados fue y sigue siendo muy importante como una base estable en el desarrollo y acumulación de conocimiento para la industria coreana y para la construcción de infraestructura física y digital sobre la que se sostiene la economía coreana.

Pero, de poco serviría la inversión en I+D sin una guía desarrollista que plantee metas concretas con las que es posible convocar voluntades, movilizar recursos y rendir cuentas. En el caso de Corea del Sur, la planificación de mediano y largo plazo en general ha contribuido a la fundación de cimientos sobre los que se han construido varios niveles de la estructura económica y social y que pueden soportar varios niveles más en el futuro. La economía del conocimiento y digital es una de ellas y fue resultado de un plan; se montó, a su vez, sobre la estructura física y científica de TIC que se estableció y expandió también como producto de un plan que anticipó la necesidad de interconexión de encadenamientos productivos que, a su vez, fueron promovidos deliberada y planificadamente, y así sucesivamente. Si bien esta mirada retrospectiva no busca justificar los métodos autoritarios que dieron origen al desarrollismo coreano, sí reconocemos el hecho que cada etapa no se entiende sin la anterior. A diferencia del caso de México, Corea ha construido cada nivel de su estructura económica y tecno-industrial con una perspectiva

autonomista que le da ventajas en momentos de crisis, pues depende de sus propias capacidades y no de la voluntad e intereses de agentes extranjeros, sean gobiernos o corporaciones transnacionales.

XII. BIBLIOGRAFÍA.

Aboites, Jaime, Mario Capdevielle y Manuel Soria. 2011. "Propiedad intelectual y política industrial." En *La UAM ante la sucesión presidencial: Propuestas de política económica y social para el nuevo gobierno*, 183-200. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Aboites, Jaime y Manuel Soria. 2008. *Economía del Conocimiento y Propiedad Intelectual*. Ciudad de México: Siglo XXI, Editores.

Bavoleo, Bárbara. 2013. "Contornos y trayectorias de internet en un país hiperconectado. El rol del Estado en la difusión tecnológica en Corea del Sur." *Punto Cero* 18 (26): 11-18.

---. 2020. "TIC y gobierno electrónico: Cooperación entre Corea del Sur y América del Sur." *Revista PORTES* 14, no. 28 (125-144).

Castley, Robert. 1998. "The Korean Electronics Industry: The Japanese Role in Growth." *Asia Pacific Business Review* 4 (2-3): 29-47. https://doi.org/10.1080/13602389812331288354.

Choi, Choongik, Junho Choi, Chulmin Kim y Dongkwan Lee. 2019. "The Smart City Evolution in South Korea: Findings from Big Data Analytics." *Journal of Asian Finance, Economics and Business* 7 (1): 301-311.

Ernst, Dieter. 1994. *Carriers of Regionalization: The East Asian Production Networks of Japanese Electronics Firms* (BRIE Working Paper 73). Berkeley: University of California Berkeley.

Huh, Unna. 1993. "The Impact of Computing in Education in Korea." *Educational Technology* 33 (9): 42-47. https://www.jstor.org/stable/44428090.

Hur, Sung-wook. 2011. "Evolution of Broadband Policy in Korea." KANZ Broadband Summit, Tasmania. https://es.scribd.com/document/56326220/Sung-Wook-Hur-KCC-Evolution-of-Broadband-Policy-in-Korea.

IMD. 2023. *World Digital Competitiveness Ranking: 2023*. International Institute for Management Development (Lausanne, Suiza). https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/.

Intralink. 2020. *Fintech South Korea-Market Intelligence Report.* Intralink Group (Abingdon). https://www.intralinkgroup.com/Syndication/media/Syndication/Reports/Korean-Fintech-report-Oct-2020.pdf.

IT&IF. 2008. *Appendix F: South Korea.* The Information Technology & Innovation Foundation (Washington, DC). https://d1bcsfjk95uj19.cloudfront.net/files/2008BBAppendixF.pdf.

ITU. 2003. *Broadband Korea: Internet case study*. International Telecommunication Union: Geneva. http://www.itu.int/ITU-D/ict/cs/korea/material/. CS_KOR.pdf.

Jung, Jiwon y Jai S. Mah. 2013. "R&D Policies of Korea and Their Implications for Developing Countries." *Science Technology & Society* 18 (2): 165-188. https://doi.org/10.1177/0971721813489435. http://sts.sagepub.com/content/18/2/165.abstract.

Kim, Cae-one, Young-kon Kim y Chang-bun Yoon. 1992. "Korean telecommunications development: Achievements and cautionary lessons." *World Development* 20 (12): 1829-1841. https://doi.org/doi:10.1016/0305-750x(92)90094-c.

Kim, Dong-Won y Stuart W. Leslie. 1998. "Winning Markets or Winning Nobel Prizes? KAIST and the Challenges of Late Industrialization." *Osiris* 13: 154-185.

Kim, Joey. 2019. "Why South Korea is primed for fintech growth." *International Banker*, 5 de diciembre de 2019.

Kim, Sang-hyun. 2017. "Science, Technology, and the Imaginaries of Development in South Korea." *Development and Society* 46 (2): 341-371. http://www.jstor.org.pbidi.unam.mx:8080/stable/90013933.

Kim, Won-ho. 2008. "América Latina en el Siglo XXI: Reflexiones Críticas desde Asia del Este." *Nueva Sociedad* (214): 36-46.

Larson, James F. 1995. *The Telecommunications Revolution in Korea*. N. York: Oxford University Press.

Lee, Hana y Ji-hoe Kim. 2017. "La nueva administración de Moon lanza oficialmente el Ministerio de Pymes y Startups." *Korea.net*, 1 de diciembre de 2017. Disponible en: https://spanish.korea.net/NewsFocus/Policies/view?articleId=151697.

López Aymes, Juan Felipe. 2015. *Corea del Sur: Economía Política del Cambio Institucional*. Ciudad de México: El Colegio de México.

Moon, Manyong. 2011. "Technology Gap, Research Institutes, and the Contract Research System: The Role of Government-funded Research Institutes in Korea." *The Korean Journal for the History of Science* 33 (2): 301-316.

---. 2018. "Postcolonial Desire and the Tripartite Alliance in East Asia: The Hybrid Origins of a Modern Scientific and Technological System in South Korea." En *Engineering Asia. Technology, Colonial Development, and the Cold War Order*, editado por Hiromi Mizuno, Aaron S. Moore y John DiMoia, 165-188. N. York: Bloomsbury Academic.

MSIT. 2019. *National Strategy for Artificial Intelligence*. Sejong City: Ministry of Science and ICT, Gobierno de la República de Corea.

OECD. 2021. "12 ways Korea is changing the world. A global powerhouse in science and technology." *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*, 25 de octubre de 2021. Disponible en: https://www.oecd.org/country/korea/thematic-focus/a-global-powerhouse-in-science-and-technology-61cbd1ad/.

OECD. S/F. *Going Digital Project*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Disponible en: https://www.oecd.org/digital/going-digital-project/.

Oh, Myung y James Larson. 2011. *Digital Development in Korea. Building an information society*. Londres: Routledge.

Rogerson, Annys, Emma Hankins, Pablo Fuentes Nettel y Sulamaan Rahim. 2022. *Government AI Readiness Index 2022.* Oxford Insigths (Malvern, Reino Unido). https://static1.squarespace.com/static/58b2e92c1e5b6c828058484e/t/639b495cc6b59c620c3ecde5/1671121299433/Government_AI_Readiness_2022_FV.pdf.

Roh, Taeyoung y Han-kyul Nam. 2020. *Korean Government Announces the "National AI Strategy". Jointly Developed by All Ministries.* Kim & Chang (Seoul). https://www.kimchang.com/en/insights/detail.kc?sch_section=4&idx=20865.

ROK. 2020. *National Strategy for a Great Transformation: Korean New Deal*. Seúl: Gobierno de la República de Corea.

Shadlen, Kenneth C. 2012. "The Mexican Exception: Patents and Innovation Policy in a Non-conformist and Reluctant Middle Income Country." *The European Journal of Development Research* 24 (2): 300-318. https://doi.org/10.1057/ejdr.2012.9. http://dx.doi.org/10.1057/ejdr.2012.9.

Statista. 2024. *Percentage of population using the internet in South Korea from 2000 to 2021.* https://www.statista.com/statistics/255859/internet-penetration-in-south-korea/.

Terman, Frederick. 1970. *Survey Report on the Establishment of the Korea Advanced Institute of Science.* US Agency for International Development (Washington, DC). http://large.stanford.edu/history/kaist/docs/terman/.

Wang, Jenn Hwan y Ching-jung Tsai. 2010. "National Model of Technological Catching Up and Innovation: Comparing Patents of Taiwan and South Korea." *The Journal of Development Studies* 46 (8): 1404-1423. https://doi.org/10.1080/00220380903131654.

Yonhap, "Yoon promete apoyar a que Corea del Sur se convierta en un centro mundial de empresas emergentes." *Yonhap News Agency*, 30 de agosto de 2023. Disponible en https://sp.yna.co.kr/view/ASP20230830002000883.

CAPÍTULO III

AVANCES EN LA INDUSTRIA DIGITAL EN EL MUNDO. ESTRATEGIAS PARA MÉXICO

>[13] La política industrial de China y la industria 4.0. Líneas generales de comparación

SUMARIO

I. Introducción.
II. Justificaciones para el resurgimiento de estrategias de Política Industrial en el siglo XXI.
III. Política industrial "con características chinas".
IV. La nueva política industrial de China: Hecho en China (MIC25).
V. Raíz y prospectiva del conflicto Estados Unidos vs China: lucha de gigantes tecnológicos.
VI. Consideraciones finales.
VII. Bibliografía

Armando Renato Balderrama Santander

Profesor, División de Estudios del Desarrollo, CIDE y Coordinador Nacional, ALADAA México

Hannia Melissa Treviño Treviño

Centro de Estudios Asiáticos, CEA-UANL

I. INTRODUCCIÓN

Hablar de política industrial en la segunda década del siglo XXI podría parecer no sólo obsoleto, sino algo superado que no debería ser nombrado particularmente entre las economías dominadas por democracias liberales. Sin embargo, nos encontramos que tanto Estados Unidos bajo la administración del presidente Joseph Biden (2020-2024), quien ha lanzado una ambiciosa iniciativa para apuntalar su industria también conocida como *Bidenomics*, así como en la Unión Europea con iniciativas como el Consejo Europeo de Innovación, el de Cadenas de Valor Estratégicas o de Proyectos Importantes de Interés Común Europeo (IPCEI por sus siglas en inglés), están retomando y generando sendos proyectos y estrategias de política industrial, las cuales vienen apuntaladas por miles de millones de dólares en subsidios y apoyos estatales, mismos que deben ser ampliamente discutidos y, en su caso, aprobados en sus órganos de representación, con el costo que esto conlleva entre las fuerzas políticas y sociales de sus democracias.

Pero, ¿Qué ha llevado a Estados Unidos, la Unión Europea y otras economías liberales a retomar el uso de estrategias de política industrial? Por un lado, la respuesta yace en la imperiosa necesidad de enfrentar el gran reto de la transición digital global, particularmente en la generación y dominio de las nuevas las tecnologías disruptivas; es decir, la inteligencia artificial, la computación de la nube, el internet de las cosas, entre otras. Como ha sucedido en las anteriores revoluciones industriales, aquellos estados que han dominado la producción y aplicación de las tecnologías innovadoras de su época, se convirtieron en las potencias globales imponiendo a su vez el orden mundial imperante.

En la Primera Revolución Industrial iniciada en Reino Unido y replicada en algunos países de Europa central a finales del siglo XVII, la punta de lanza tecnológica fue la energía de vapor y el inicio de la mecanización de la producción. La Segunda Revolución fue impulsada por la electricidad y la producción en línea de ensamble (el modelo fordista), la cual permitió a Estados Unidos la posibilidad de convertirse no sólo en una potencia industrial, también en el epicentro de las finanzas globales (*Wall Street*). La Tercera Revolución Industrial, impulsada por la manufactura de semiconductores, generó un impulso

sobre las industrias de telecomunicaciones y de sus múltiples aplicaciones para la automatización a través de la computación y la robótica, lo cual dio pie a la consolidación de las principales economías del Noreste asiático, particularmente la República de Corea y Taiwán quienes junto con Japón empezaron a poner a prueba no sólo la competitividad de la industria estadounidense y europea, sino también la carrera por ver quiénes serían los campeones en innovación en el siglo XXI.

En los albores de lo que se ha denominado la Cuarta Revolución Industrial, la República Popular China (en adelante China) ha dado una gran lección al mundo, en poco más de tres décadas se ha convertido no sólo en la segunda economía mundial y proyectada a ser la primera en pocos años, sino en una potencia científica y tecnológica capas de poner en jaque a las economías de occidente. Gracias a la implementación y fortalecimiento de una política industrial sistémica y sostenida en el tiempo, China ha pasado de ser la "*Fábrica del mundo*" (productos manufacturados a bajo costo, con poco valor agregado, liderados en su mayoría por empresas paraestatales) a convertirse en la "*China Digital*" (generando empresas privadas líderes globales por su innovación e impulsadas por la transición digital), obligando a sus competidores a tratar de replicar, por así decirlo, la base del éxito de su acelerado crecimiento económico, por ende, emplear estrategias de política industrial.

China pasó en muy poco tiempo de ser un país en vías de desarrollo a un gigante tecnológico, con la especial particularidad de ser una economía fuertemente planificada y, sobre todo, ser una autocracia de férreo control de las fuerzas de producción, así como de sus fuentes de financiamiento. Este fenómeno de acelerada industrialización basada en el modelo conocido como de *Catch up* económico y *Leapfrog* tecnológico (Keun 2019) nos lleva a preguntarnos ¿Qué tipo de política industrial ha implementado China y si es posible que otras economías puedan replicar su estrategia? Así mismo, ¿Qué implicaciones tiene este escenario para el futuro de la economía global y para enfrentar un ambiente geopolítico cada vez más tenso y hostil? Y, finalmente ¿Cuáles son los retos de la economía de China para lograr tener éxito en su estrategia de política industrial para el siglo XXI, bautizada como "Hecho en China 2025"?

II. JUSTIFICACIONES PARA EL RESURGIMIENTO DE ESTRATEGIAS DE POLÍTICA INDUSTRIAL EN EL SIGLO XXI

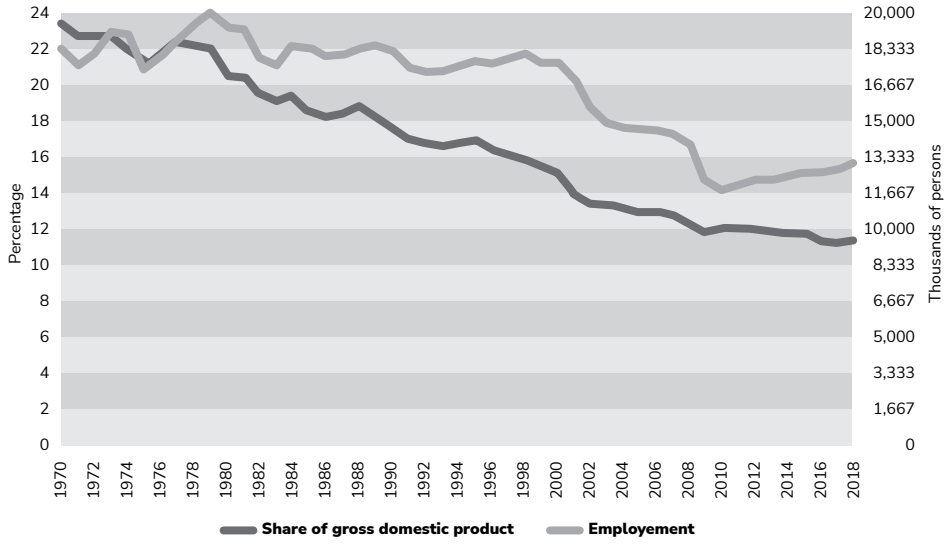
El creciente interés de creación y aplicación de formas de política industrial entre los países del norte global, particularmente en los últimos años, responde, como hemos mencionado, a la necesidad de enfrentar el cambio tecnológico y su impacto en la nueva economía global (4ª Revolución Industrial). Como lo señala Terzi et all (2022), "el buscar una acción más activa de política industrial está justificada en la necesidad de acelerar tanto la transición digital como la verde (nuevas energías renovables), con el fin de lograr un mayor grado de autonomía estratégica en un ambiente geopolítico cada vez más complejo".

Tras una disminución del uso de estrategias de política industrial particularmente en las décadas de los ochenta y noventa, Estados Unidos se enfocó en la implementación de la estrategia de deslocalización de cadenas de producción industrial de poco valor agregado y en priorizar la subcontratación (*outsourcing*) a nivel global con el fin de atacar de raíz dos tendencias negativas de su economía. Por un lado, la evidente disminución del empleo manufacturero, así como la disminución de la participación de ese sector en la producción económica estadounidense (medida por su porcentaje del producto interno bruto nacional) tal como se muestra en la Figura 1. En suma, lo que podemos observar es; por un lado, el sector industrial estadounidense a partir de los ochenta presentaba una pronunciada pérdida de competitividad industrial, particularmente en industrias claves columna vertebral de su economía tales como: la industria automotriz, aeroespacial, farmacéutica, telecomunicaciones, entre otras. Mientras que, por otro lado, en estos años se apuntaló el sector servicios, particularmente el sector financiero.

Durante mucho tiempo se intentó minimizar esta realidad bajo argumentos tales como el que señala Lincicome (2021): "la pérdida de empleos en el sector manufacturero es menos una historia de "desindustrialización" y más una de desarrollo económico. En general, todos los países siguen el mismo patrón de desarrollo en "U invertida", primero agregando y luego perdiendo empleos en el sector manufacturero a medida que se enriquecen (y ganando empleos en el sector servicios durante el mismo período)". Lincicome va más

allá comentando que “no sólo Estados Unidos se está ‘desindustrializando’, sino que es un fenómeno mundial entre las economías más industrializadas del mundo”.

Figura 1 **U.S. manufacturing employment and share of gross domestic product 1970-2018.**



Fuente **Tomado de https://www.cato.org/commentary/busting-deindustrialization-myth**

En todo caso, la narrativa de una parte de la academia y los medios de comunicación estadounidenses han tratado de minimizar este problema y, por ende, evadir cualquier necesidad de retomar estrategias de política industrial. Como lo apunta Lincicome: “el crecimiento relativo de los servicios frente al sector manufacturero (y, por tanto, la disminución de la participación del sector manufacturero en el PIB) no es motivo de alarma porque refleja cambios fundamentales en los patrones de consumo en todos los países (alejándose de los bienes y acercándose a los servicios) a medida que se desarrollan. Y de hecho va más allá afirmando que: “el sector manufacturero estadounidense en realidad sigue estando entre los más productivos del mundo y se ha expandido desde la década de 1990, continuando tendencias de períodos anteriores en producción”. Ver tabla 1.

Tabla 1 Top manufacturing countries, 2018 (millions of dollars, unless otherwise noted).

Country	Manu-facturing value-added	Merchandise exports	Manufactures exports	FDI Inflows (total)	FDI Inflows (manufac-turating)	Manufacturing value-added per worker (dollars)
China	$3,884,451	$2,486,695	$2,318,153	$138,305	n/a	$29,198
United States	$2,300,398	$1,663,982	$1,176,498	$253,561	$166,889	$177,127
Japan	$959,243	$738,143	$641,106	$9,858	13,242	$92,448
Germany	$746,485	$1,560,539	$1,364,575	$73,570	$12,826*	$96,632
South Korea	$427,724	$604,860	$528,991	$12,183	$5,245	$94,841
India	$409,087	$324,778	$223,265	$42,156	n/a	$7,169
Italy	$289,160	$549,527	$452,134	$32,886	$8,481	$73,292
United Kingdom	$279,298	$486,439	$468,817	$65,299	$4,058*	$108,223
France	$260,321	$581,774	$462,086	$38,185	$20,128	$100,938
Mexico	$214,789	$450,685	$362,608	$34,745	$16,318	$29,931

Fuente Tomado de https://www.cato.org/commentary/busting-deindustrialization-myth

Cabe destacar que estos argumentos no sólo no consideran el hecho de que la industria estadounidense se hizo altamente dependiente de la proveeduría manufacturera del exterior, primero tras la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 con una importante relocalización de fábricas en México, el socio cuyo valor estratégico se destacó dada su ubicación geográfica, su mano de obra barata y un laxo marco jurídico en ámbitos como el medio ambiente, entre otros. Intentando replicar este mismo patrón de relocalización masiva de su cadena productiva y generación de proveeduría, Estados Unidos accedió a dar el permiso a China para poder ingresar a la Organización Mundial de Comercio (OMC) en 2001. Solo que esta vez China, por su dimensión y estadio de desarrollo económico y capacidad de producción industrial, ofrecía mejores condiciones que México y otras locaciones en Centro y Sudamérica dado el bajo costo de una mano de obra barata y abundante en este país, así como por la apertura en condiciones preferenciales en áreas y sectores que Estados Unidos obtuvo tras años de negociaciones sumamente rudas para dar el "permiso" a China de acceder a la OMC.

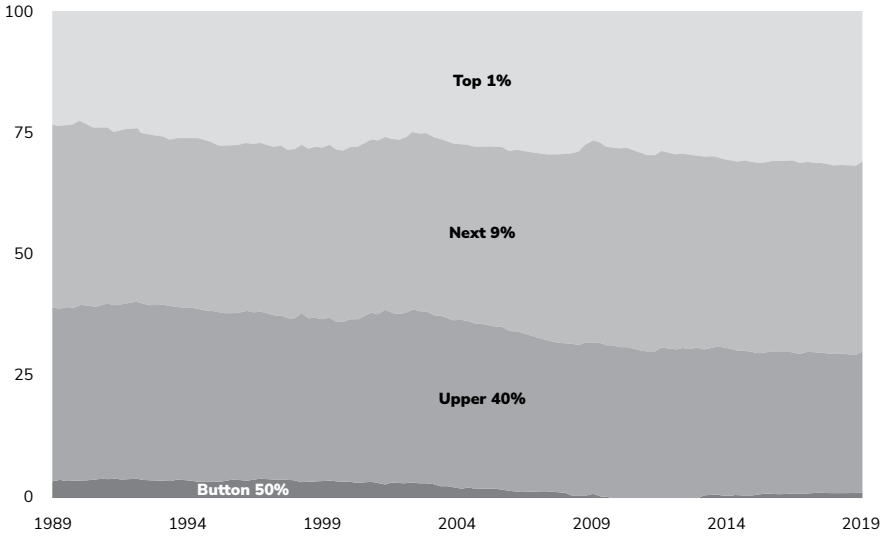
Por otro lado, el otro aspecto a destacar de este proceso acelerado de desindustrialización y financiarización de la economía estadounidense fue la consecución inevitable que conllevo a la crisis financiera de 2008, la cual, a su vez, generó una crisis de la globalización económica llevando a una reconfiguración de cadenas globales de valor, precisamente cuando la economía estadounidense había aumentado aun más su dependencia de proveeduría de la "Fábrica del mundo", no sólo de insumos industriales procesados o semi procesados, también de bienes finales para la venta directa al consumidor. Y si ya se habían presentado manifestaciones y un fuerte cabildeo de diversos gremios y sindicatos estadounidenses en contra de la entrada en vigor del TLCAN, cuanto y más ante la acelerada relocalización de sus empresas por la amplia geografía del territorio chino, incluyendo el cierre de líneas de producción o de procesos completos de empresas y firmas asentadas en México hacia China.

La idea de que Estados Unidos iba a replicar con China el modelo de centro-periferia que se generó con México gracias al TLCAN, no pasó. Sin embargo, el traslado de cientos de miles de fuentes de empleo en el sector industrial de Estados Unidos agravó un fenómeno que se venía gestando tiempo atrás, nos referimos al de la terrible inequidad y concentración del ingreso de la economía estadounidense. Como lo señala Clemens (2019) en su estudio sobre la inequidad económica: "La creciente desigualdad económica en los últimos 40 años ha rediseñado el panorama de riqueza e ingresos de Estados Unidos, trasladando muchos de los logros de la prosperidad a manos de un grupo cada vez más pequeño de personas y marginando a miembros de comunidades vulnerables. Esta transformación, a su vez, está reduciendo la movilidad del ingreso y abriendo brechas en el logro educativo y los resultados de salud entre los diferentes niveles de ingreso"

Así mismo, subraya lo siguiente (2019): "La concentración de la riqueza ha aumentado aún más rápido. El 10 por ciento de los hogares más ricos ha controlado durante mucho tiempo más del 50 por ciento de toda la riqueza, pero esa proporción ha crecido constantemente durante las últimas dos décadas, según una nueva investigación de economistas de la Reserva Federal. Sólo 1 de cada 100 estadounidenses posee ahora el 31 por ciento de toda la riqueza del país, y el 10 por ciento superior posee el 70 por ciento de toda la riqueza.

Mientras tanto, la mitad de los estadounidenses con menor riqueza tienen activos miserables: sólo el 1.2 por ciento del total" Ver Figura 2.

Figura 2 The majority of all wealth in the U.S. is controlled by the top 10%. (Percent of U.S, wealth earned by each wealth group, 1989-2018.)



Fuente Retomado de **https://equitablegrowth.org/eight-graphs-that-tell-the-story-of-u-s-economic-inequality/ en Clemens. 2019.**

En suma, por un lado, pareciera que occidente minimizó o tuvo una lectura limitada sobre la capacidad de China para poder pasar de ser meramente una plataforma de transformación industrial para la exportación bajo un modelo maquilador (como México), a generar sus propias industrias apuntaladas en el pistón de la innovación científica y tecnológica, es decir, China agregó valor a sus manufacturas con patentes generadas en su propio ecosistema, lo cual, a su vez le ha permitido generar un robusto mercado doméstico de consumo (eso sin contar los más de quinientos millones de habitantes que sacó de la pobreza).

En tres décadas China pasó a generar en su propio territorio, múltiples cadenas de proveeduría de materia-insumo al interior (de la costa al interior y de sur a norte) a partir del diseño e implementación de Zonas Económicas Estratégicas (ZEE) en la zona costera a principios de los ochenta y replicadas y

robustecidas año con año, e interconectadas entre ellas gracias a una cuantiosa inversión en infraestructura a través de la construcción redes de autopistas y carreteras, puentes, aeropuertos, puertos y una impresionante red ferroviaria de alta velocidad. Ahora, el modelo de desarrollo económico de China basado en una sólida estrategia de política industrial ha provocado, por así decirlo, la necesidad de replicarlo tanto en Estados Unidos como en la Unión Europea.

III. POLÍTICA INDUSTRIAL "CON CARACTERÍSTICAS CHINAS"

Antes de explicar las particularidades de la estrategia implementada por el gobierno chino, es necesario retomar algunas definiciones sobre lo que es política industrial. Al respecto, Rodrik (2007) define la política industrial como el conjunto de políticas públicas que favorecen ciertas actividades económicas específicas, resaltando que el término de política industrial no se refiere solamente a la industria, sino que es muy diverso dependiendo del área que se pretenda elegir como su enfoque principal. Por otro lado, Pack y Saggi (2006) al definir la política industrial, especifican que es "cualquier tipo de intervención o política gubernamental selectiva que intente alterar la estructura de la producción en favor de sectores que se espera ofrezcan mejores perspectivas de crecimiento económico que no se producirían en ausencia de dicha intervención en el equilibrio del mercado".

La política industrial promueve la eficacia de la industria, considerando que es un instrumento que a su vez fomenta el progreso y estimula la expansión abriendo paso al crecimiento, así mismo para delimitar algunos objetivos a los que contribuye la aplicación de la política industrial se encuentran la estabilidad financiera y el crecimiento económico (Carro Paz & González Gómez 2012), es por ello que se puede enlazar al desarrollo industrial, sin dejar de lado que el reparto de objetivos y actividades se encuentran en áreas diversas.

Naughton (2021) define política industrial como "cualquier tipo de intervención gubernamental selectiva y dirigida que intenta alterar la estructura sectorial de la producción hacia sectores que se espera que ofrezcan un mejor crecimiento que el que se produciría en el equilibrio de mercado".

Finalmente, Terzi *et all* (2021) señalan que en su núcleo, el concepto de política industrial considera dos elementos fundamentales. Por un lado, reconocer la necesidad de que muchas veces es deseable para un Estado priorizar la producción en unos sectores que en otros, lo que conlleva a que, por otro lado, el gobierno se asegure a través de los mecanismos y herramientas con las que cuente para que su estructura de producción pueda canalizar los esfuerzos hacia esos sectores seleccionados como prioritarios.

En suma, podemos señalar que cuando se habla de política industrial se implica lo siguiente: por un lado, intervención estatal en la economía a través de diversas herramientas e instrumentos, lo que puede generar distorsiones de mercado y, por otro lado, los efectos colaterales de esta intervención, ya que será el Estado y no el mercado quién decida qué sectores e industrias serán apoyadas, en qué tiempos y con cuántos recursos, lo que puede llegar a afectar directa o indirectamente el desempeño o viabilidad de otros sectores e industrias. Todo esto bajo la justificación de poder generar (nuevos) motores de crecimiento, por tanto desarrollo económico y crecimiento que implique, a su vez, la creación de nuevos empleos y la mejora de las condiciones de los existentes, así como el poder elevar los estándares de vida de la sociedad en su conjunto.

Ahora bien, aquellas economías que se quedaron rezagadas durante las primeras revoluciones industriales, por lo menos en la dos primeras, y que desearan dar el "salto" (*Catch up*) económico entendieron que sin la implementación de estrategias de política industrial sería prácticamente imposible. Son precisamente las economías del noreste asiático quienes dan mejor cuenta de esta realidad, todas ellas aplicaron, con aproximaciones diferentes, sendas estrategias de política industrial como base fundamental de su desarrollo económico. Como se puede apreciar en la Tabla 2, el Producto Nacional Bruto de las seis economías asiáticas más importantes en 1980 representaba el 60% de la economía de Estados Unidos y apenas el 46% de la Unión Europea. Para el 2015, el PNB de estas economías había superado por mucho a ambas regiones.

Tabla 2 El PNB de las economías del Este de Asia sobrepasó al de EEUU y la UE.

		1980	2000	2015
EEUU	PNB (miles millones dólares)	2,862.5	10,284.8	17,947.0
	Porcentaje del PNB mundial (%)	25.8	30.9	24.5
UE*	PNB (miles millones dólares)	3,755.4	8,829.6	16,220.4
	Porcentaje del PNB mundial (%)	33.8	26.5	22.2
Este de Asia**	PNB (miles millones dólares)	1,733.5	7,588.0	19,451.6
	Porcentaje del PNB mundial (%)	15.6	22.8	26.6

UE* cubre 28 economías miembro. **Este de Asia**** se refiere a las economías de Japón, China, Corea del Sur, Taiwán, Hong Kong y Singapur.

Fuente Con base en el *World Economic Outlook Database* del FMI, abril 2016. Retomado de Kwan Chi Hung 2016. https://www.rieti.go.jp/en/china/16070701.html

En este sentido, es de vital importancia distinguir las particularidades y señalar también las excepcionales del tipo de estrategia de política industrial que China ha implementado. La excepcionalidad en este sentido radica en tres grandes elementos:

a) Las condiciones inherentes de este país. El tamaño de su población que al día de hoy sobrepasa los 1,400 millones de habitantes, y que sólo es superada recientemente por la de la India (con lo cual, por cierto, una de cada tres personas en el mundo vive en alguno de estos dos países). El tamaño y características de su territorio, siendo el tercero más grande del mundo (9.6 millones de kms2) y el que cuenta con la mayor cantidad de extensión de frontera (22,500 kms), así mismo es el país con la mayor variedad de climas en el mundo. En China históricamente la población ha fallecido de hambrunas tanto por la falta de agua, como por su abundancia en algunas épocas.

b) El tipo de gobierno que se instauró en China desde 1949 con el dominio del Partido Comunista Chino (PCC). Si bien es cierto que, por ejemplo, en Corea del Sur y Taiwán en sus inicios se implantaron autocracias de corte militar, tanto en los regímenes del general Park Cheung Hee y del general Chiang Kaishek, respectivamente, a partir de los noventa ambas economías

empezaron a transitar hacia democracias liberales. Por su lado, en China sigue habiendo el monopolio del poder del PCC y su nomenclatura.

c) El estadio de atraso material que tuvo que enfrentar China desde su fundación en 1949, en un contexto de Guerra Fría y en condiciones de franca debilidad en cuanto a sus capacidades de defensa en caso de una conflagración. El periodo maoísta (1949-1976) estuvo caracterizado por la beligerancia ideológica hasta llegar a nivel de esquizofrenia como da cuentas el periodo conocido como el de la Gran Revolución Cultural Proletaria (1966-1976), donde se llegaron a extremos al punto de casi enfrentar otra guerra civil. Es hasta finales de 1978 cuando, con la llegada de los líderes reformistas encabezados por Deng Xiaoping, China emprende lo que se ha llamado como "socialismo con características chinas" o un "capitalismo de Estado", implicando per se, que la ruta del desarrollo económico de China sería a través de implementar una sólida y sistémica estrategia de política Industrial.

A partir de estas consideraciones, podemos distinguir que China ha basado su estrategia en dos grandes ejes rectores para generar desarrollo económico. Por un lado, la planificación de política industrial a través de la implementación de una serie de instrumentos y programas, destacando por sobre todos el diseño e implementación de clúster industriales a partir de habilitar zonas experimentales de apertura económica (ZEEs y ZDETs) con el objetivo principal de impulsar el desarrollo científico y tecnológico para la creación de industria y capital humano nacional a partir de atraer capital financiero, tecnología y recurso humano global. Es decir, lograr un esquema de transferencia de conocimientos y tecnologías de las economías más desarrolladas a China, empezando por sus vecinos más desarrollados (Japón, Corea del Sur, Taiwán, Hong Kong y Singapur), continuando con las de Europa (donde destaca el caso de Alemania) y, sin duda, de Estados Unidos. Esto también se conoce como una estrategia de "ingeniería inversa" la cual, como se ha demostrado, no es una tarea fácil de llevar a cabo (Adeyinka 2021).

Por otro lado, el otro gran eje ha sido el largo plazo. Al igual que la ex Unión Soviética, la economía china se basa en la planificación. Cada cinco años, el régimen decide las metas que durante ese periodo se deben alcanzar. Como lo

hemos mencionado, durante la era maoísta, esta planeación se gestaba bajo una mirada ideológica en el marco de la Guerra Fría y las confrontaciones bélicas con la que vino acompañada. A partir de 1978, con las reformas y la apertura, los planes quinquenales han buscado generar riqueza material a partir de un gran pragmatismo, generando un modelo mixto que combina el tipo de planeación al estilo soviético donde las grandes decisiones las toma el Buro Político del Comité Central del PCC[1], con una visión de economía de mercado y de empresa privada. En este sentido, cabe destacar que, la planeación que se ha hecho desde finales de la década de los setenta hasta hoy se base en lo que se conoce como el modelo de "*Catch up*" (salto) económico y "*Leapfrog*" (brinco) tecnológico, es decir, producir crecimiento económico para invertirlo en la innovación científica y tecnológica de sus empresas, tanto estatales como privadas.

En lo que respecta al primer eje rector, la generación de clústers industriales o Zonas Económicas Especiales (ZEEs). Las ZEEs se crean con el fin de implementar políticas industriales, incluyendo otras actividades además de la manufactura, tales como agricultura, ganadería, pesca, comercio, vivienda, turismo, banca y aseguradoras, así como una fuerte inversión en infraestructura (caminos, electricidad, presas, etc.). En diciembre de 1978, el Departamento de Estado emitió los planes para crear estas zonas. El 26 de agosto de 1980 se establecieron las primeras 4 ZEEs. Tres en la provincia de Guangdong: Shenzhen, Zhuhai y Shantou, así como una en la provincia de Fujian, en Xiamen. Para 1988 se incluyó la isla de Hainan.

No fue sino hasta 1983 cuando el gobierno pudo hacer un análisis de los resultados de este experimento y poder planificar las siguientes etapas de fortalecimiento de clúster industriales. En febrero de 1984, Deng Xiaoping redefinió las ZEEs como: "ventanas de tecnología, administración, conocimiento y política exterior" (Hernández 2019), para absorber tecnología y conocimientos de administración más que de expansión de empleo o ganancia de divisas extranjeras. Y es precisamente a partir de la segunda mitad de la década de los ochenta que se empiezan a cumplir con creces los objetivos de esta gran estrategia.

1 Es decir, por 25 miembros elegidos por el Comité Central del PCC, que a su vez son elegidos cada cinco años por el Congreso Nacional del PCC.

Por un lado, es cuando empiezan a llegar grandes flujos de inversión extranjera directa (IED), particularmente de las economías vecinas, así como de las comunidades de chinos de ultramar, mismas que dominan las economías de los países del sudeste asiático. También se generan, altas tasas de crecimiento económico y una tasa elevada en la proporción de las exportaciones como parte del PNB nacional. En paralelo, se fortalecen otras regiones como el Delta del Río Perla y Delta del Río Yangtze haciendo uso de otros incentivos para acelerar la llegada IED, pero, sobre todo, de industrias y sectores estratégicos y prioritarios como el automotriz, de electrónica y telecomunicaciones. Shenzhen, el epicentro de esta estrategia, transita de industrias intensivas en mano de obra hacia industrias de alta tecnología, basada en una gran inversión en educación y capacitación, mientras que las nuevas zonas costeras del norte se empiezan a enfocar hacia la exportación y hacia el mercado doméstico.

En la tercera etapa de generación de clúster industriales (1990-2001), se introducen nuevos esquemas y modelos, considerando la búsqueda del gobierno chino para poder acceder a la OMC. Así tenemos, por ejemplo, la apertura de 56 Zonas de Desarrollo Económico y Tecnológico (ZDET), 53 Zonas de Desarrollo de Industrias de Alta Tecnología (ZDIAT), 4 Zonas de Inversión Taiwanesa, así como 14 Zonas Fronterizas de Cooperación Económica con el fin de fortalecer las relaciones con sus vecinos de Asia Central, Rusia y, particularmente, de la ASEAN[2] (Yitao Tao y Zhiguo Lu 2018).

El resultado de esta estrategia a más de tres décadas de implementación, en lo que corresponde al eje de generación de clústers industriales, ha sido asombroso. Pasando de ser un país eminentemente rural a uno urbano, priorizando las zonas costeras en los ochenta y cuando el modelo se sofisticó, se replicó en el inicio del milenio hacia ciudades del interior, generando así una cadena de proveeduría, por así decirlo, continental dentro del territorio chino. Los clúster industriales localizados en las ciudades de la costa transitaron muy rápidamente a industrias intensivas en tecnología y alta tecnología para la exportación. Ciudades como Shenzhen, que en los ochenta era una simple

2 La Asociación de Naciones del Sudeste Asiáticos (ASEAN por sus siglas en ingles), está integrada por Indonesia, Filipinas, Malasia, Singapur, Tailandia, Vietnam, Brunei Darussalam, Camboya, Laos y Myanmar.

villa de pescadores, empezó a concentrar la mayor cantidad de ingenieros y profesionistas con grado de doctorado en todo el país. Tanto en Shenzhen como en Hangzhou, por ejemplo, se empezaron a generar los cimientos de dos de los grandes gigantes tecnológicos de China como lo son Tencent fundada en 1998 y Alibaba fundada en 1999, mismos que le han permitido a China no sólo enfrentar la transición digital, sino ir más allá y en muchas industrias y sectores llevar la delantera a nivel global.

De tal suerte que, en lo que respecta al eje del modelo "*Catch up*" económico y "*Leapfrog*" tecnológico" como parte medular de su estrategia de política industrial, China logró en poco tiempo generar su propia base industrial para poder fabricar prácticamente todo lo que su sociedad e industria necesita y de hecho, ir más allá, y ganando grandes porcentajes de mercado mundial en los sectores de las industrias tradicionales. El mejor ejemplo es la industria automotriz tradicional, es decir la impulsada por combustibles fósiles. En este terreno China generó a partir de alianzas estratégicas (*joint ventures*) con los más importantes fabricantes del mundo de Japón, Corea, Alemania y Estados Unidos sus propias compañías.

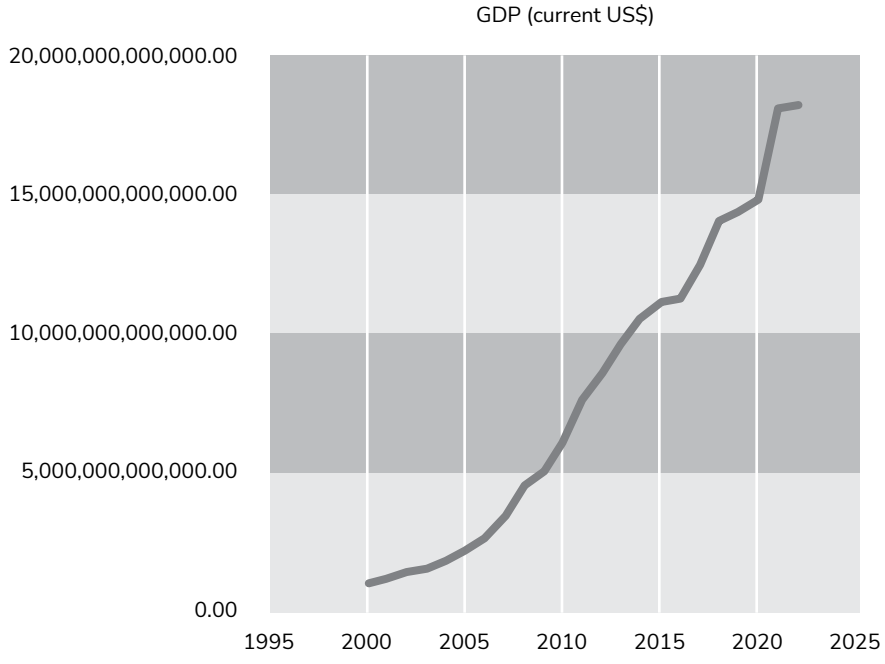
Es decir, a diferencia de México, por ejemplo, que se convirtió en una de las plataformas más importantes de ensamblaje y exportación de vehículos del mundo pero donde no existe una marca propia, China desde un inicio (modelo "*Catch up-Leapfrog*") buscó generar sus propias patentes, autopartes y marcas. A partir de 2012 se convirtió en la mayor potencia en la manufactura de vehículos y para 2022 prácticamente ha triplicado la producción de vehículos (de pasajeros y comerciales) de Estados Unidos, el segundo mayor ensamblador en una relación de 27.02 millones de unidades por 10.06 millones de unidades respectivamente (Mena 2023).

Y no sólo lidera en la manufactura de vehículos impulsados por combustibles fósiles, también en la fabricación de modelos eléctricos. En 2023 la industria china de vehículos eléctricos, impulsada en su mayoría por BYD, fundada en Shenzhen en 1995 originalmente como fabricante de baterías recargables, superó a la estadounidense que tiene a Tesla como su principal y más importante productor (BBC 2023).

IV. LA NUEVA POLÍTICA INDUSTRIAL DE CHINA: HECHO EN CHINA (MIC25)

La entrada de China a la OMC marca un antes y un después no sólo para el futuro de su desarrollo económico, también para el de la economía mundial. Como lo hemos señalado anteriormente, los cálculos que Washington hizo para aceptar que China pudiera adquirir los derechos que la membresía de la Organización le otorgaría implicaban que, su plataforma de producción industrial de bajo costo impulsaría la industria estadounidense de alto valor agregado de base tecnológica, así como el fortalecimiento de su sector servicios. Sin embargo, como los datos lo demuestran, esto le permitió a China a partir de 2001 acelerar aun más el ritmo de crecimiento de su economía como se puede observar en la gráfica 1 y la tabla 3.

Gráfica 1 **China GDP (2000-2022).**



Fuente **Elaboración propia. Datos obtenidos de *The World Bank Group - World Development Indicators*.**

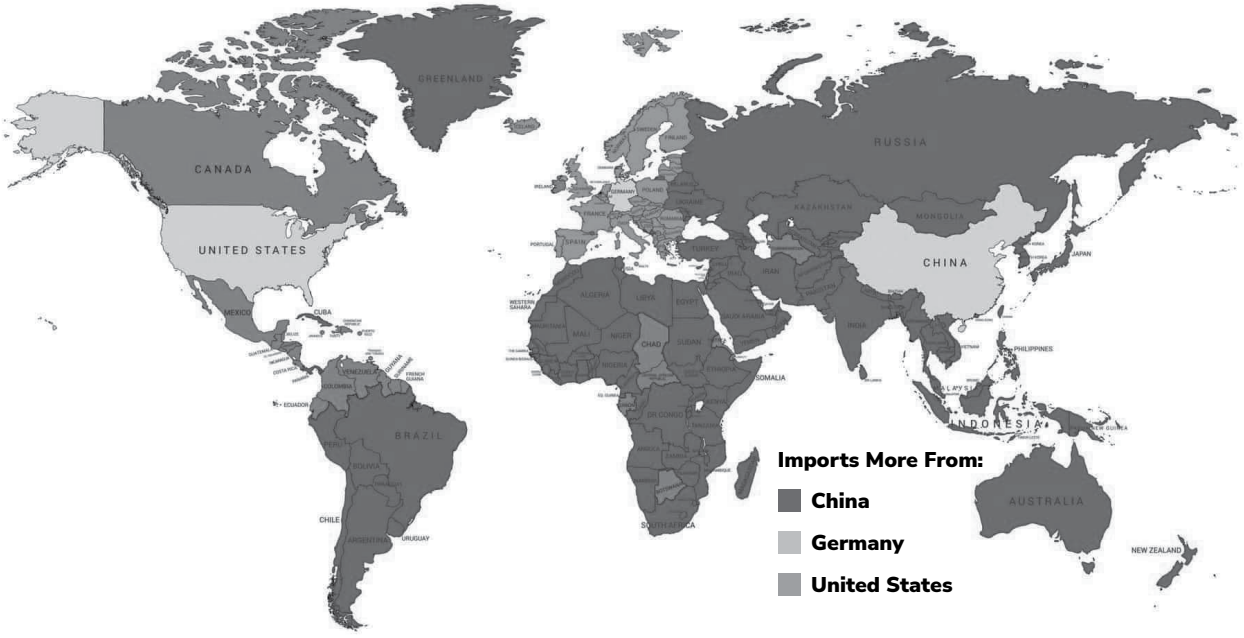
Tabla 3 PNB de China (para años seleccionados).

Año	PNB (current US$)	Año	PNB (current US$)
2000	1,211,331,651,829.90	2010	6,087,191,746,738.57
2001	1,339,400,897,153.44	2015	11,061,572,618,594.80
2002	1,470,557,654,824.11	2020	14,687,744,162,801.00
2005	2,285,961,149,904.26	2022	17,963,171,479,205.30

Fuente Elaboración propia.
Datos obtenidos de *The World Bank Group - World Development Indicators*.

En poco tiempo China no sólo se convirtió en la "Fábrica del mundo", también en el principal socio comercial de prácticamente todas las economías en el planeta. Hasta 2001, el 80% del mundo comerciaba más con Estados Unidos que con China. Sin embargo, hoy en día 128 de 190 países (2/3) comercian más con China que con Estados Unidos. Con 90 países que comercian con China el doble que con EE.UU. Ver mapa 2 (Wrigth 2023)

Mapa 2 Socios comerciales en 2024.



Fuente El mapa fue creado por el Instituto Lowy utilizando datos de la base de datos de estadísticas comerciales de la Dirección del FMI y se centra en los flujos comerciales bilaterales (tanto importaciones como exportaciones).
Tomado de: https://merchantmachine.co.uk/china-vs-us/

El régimen chino había cumplido con creces, particularmente a partir de la implementación de las reformas económicas, implementar un modelo de desarrollo económico el cual le permitió generar crecimiento económico a partir de la implementación de su estrategia de política industrial apuntalada, como se ha señalado, en la generación de clústers o polos industriales teniendo como pilar la innovación científica y tecnológica aplicada a la generación y reforzamiento de industrias nacionales, tanto públicas como privadas. Y he aquí una de las principales diferencias con las economías socialistas que también usaron planes quinquenales e invirtieron fuertemente en ciencia y tecnología. El mejor ejemplo fue la carrera espacial entre Washington y Moscú. Sin embargo, los avances científicos y tecnológicos de la extinta Unión Soviética no conllevaron en la creación de empresas espejo de sus contrapartes en Europa y Norteamérica. Si bien la URSS generó una fuerte industria automotriz, por ejemplo, nunca implementó una estrategia para que sus vehículos pudieran ganar mercados en el extranjero, así como tampoco impulsó a emprendedores nacionales para llevar a cabo tal tarea, como tampoco se preocupó por abrir sus mercados para atraer IED y generar sus propios clústers. En este sentido el caso de China, siendo una autocracia liderada por un partido comunista, es un caso único.

La llegada del nuevo milenio vino acompañada de un gran reto para China y las economías más desarrolladas, nos referimos a la transición digital enmarcada en lo que se ha llamado como la Cuarta Revolución Industrial teniendo como base el desarrollo y dominio de la inteligencia artificial y los sistemas ciber-físicos[3]. En 2013 el gobierno alemán presentó oficialmente su iniciativa llamada Industria 4.0 visualizando las fábricas del futuro o fábricas inteligentes. Su canciller Angela Merkel, en el Foro Económico Mundial de 2015

3 De acuerdo con la *National Science Foundation* "Un sistema ciberfísico es el resultado de la integración de ordenadores y redes con un proceso físico. Se trata de "sistemas construidos a partir de la integración perfecta de la computación y los componentes físicos. Los avances en CPS permitirán superar a los simples sistemas integrados actuales en cuanto a capacidad, adaptabilidad, escalabilidad, resiliencia, seguridad y usabilidad". Así mismo, "la Industria 4.0 ha favorecido la integración de computación, almacenamiento de datos, redes y dispositivos en los denominados sistemas ciberfísicos (CPS en su abreviatura en inglés), que se conectan entre sí y con Internet gracias al IoT (Internet de las Cosas) (UNIR 2022)

en Davos, Suiza, señaló lo siguiente: "[Debemos] lograr pronto la fusión entre el mundo de Internet y el de la producción, pues de lo contrario, quienes lideran el ámbito digital nos arrebatarán la producción industrial" (Schroeder 2016).

China también lanzó su propia iniciativa inspirada en la iniciativa de la "Industria 4.0" de Alemania, bautizada como "Hecho en China 2025" o "MIC25". Como hemos señalado, desde principios de los ochenta y hasta los inicios del 2000, China logró generar campeones industriales en prácticamente todos los ramos industriales, en el ramo automotriz y autopartes, televisores, computadoras, línea blanca, teléfonos móviles, etc. Es decir, China llegó muy tarde a la Segunda y Tercera Revolución Industrial, sin embargo al implementar su estrategia bajo múltiples procesos de "*Catch up*" logró no sólo competir con los líderes globales (Japón, Corea, Estados Unidos, Alemania, Francia, entre otros), sino que en prácticamente todos los rubros se convirtió en el mayor productor y exportador ganando altos porcentajes de mercado global, aun con el reto de que sus marcas todavía tienen en algunos países un largo trecho por recorrer, así como por su calidad y desempeño, sin embargo su ventaja competitiva basada en la fórmula precio-calidad ha apuntalado sus volúmenes de producción y exportación.

Con la llegada de la Cuarta Revolución Industrial, el gobierno chino decidió que no iba a iniciar en la parte de atrás de la línea de salida, en esta ocasión iba a liderar desde el primer día y bajo un proceso de estrategia de política industrial bajo el modelo de "*Leapfroging tecnológico*" iba a dominar el estado del arte de la innovación. Para ello es menester poner toda la atención y recursos en la investigación y desarrollo en Inteligencia Artificial.

Ahora bien, al reto que implicó para China la transición digital en los albores del siglo XXI se sumó el hecho de vientos de cambio en la visión que se tenía de China en Washington. De una época llamada de acoplamiento (de la economía china a la estadounidense) durante las administraciones Clinton (1993-2001) y W. Bush (2001-2009), a partir de la llegada de la administración Obama (2009-2017) empezó una nueva etapa la cual se va a caracterizar por intentar "desacoplar" la economía de Estado Unidos de China[4]. Basada en la

4 Cabe recordar que la administración Obama lanzó dos iniciativas para contener a China. Una en el ámbito comercial, el Acuerdo de Asociación Transpacífico (TPP por sus siglas en

justificación de que la economía estadounidense había acumulado el mayor déficit comercial en su historia con China, para 2016 ésta había superado los $347 mil millones de dólares en 2016[5], detrás estaba el hecho de que China se había convertido en el gran competidor de Estados Unidos y en consecuencia, desde la visión de Washington, en una amenaza al orden mundial y, por ende, a su seguridad nacional. Esto sería el preludio de la escalada a la llegada de la administración Trump (2017-2021) y la guerra comercial que emprenderá contra China a partir de 2018.

Con estos dos escenarios de por medio, el del reto de la transición digital, así como el geopolítico, China empezó a preparar el terreno de su nueva política industrial con la mira puesta en la urgente necesidad de lograr una independencia tecnológica, particularmente de Estados Unidos. En 2006, el gobierno chino publicó su plan de quince años para el desarrollo de ciencia y tecnología enfocado en el desarrollo de "innovación autóctona" en tecnologías avanzadas con el financiamiento de fuentes estatales y privadas (Cao 2006).

Tras una década de estudiar los alcances y retos de este plan, en 2015 el gobierno chino lanzó su ambicioso proyecto "Hecho en China 2025" o "MIC25" con la particularidad de; por un lado modernizar su capacidad industrial y moverse en la cadena de valor, así mismo, por otro lado, enfocarse no sólo en la innovación sino en todo el proceso de manufactura, promoviendo el desarrollo de servicios e industrias tradicionales (Institute for Security Policy 2018). El MIC25 define las 10 industrias clave[6] donde China buscará generar los motores de desarrollo y crecimiento económico, apoyadas en la generación de las tecnologías emergentes más avanzadas como lo son la: inteligencia

inglés) el cual entró en vigor en 2016. Mientras que en el ámbito militar y de defensa se lanzó la estrategia "*Pivot to Asia" en 2012, la cual implicó el reforzamiento y modernización de sus bases y capacidades de defensa y ataque en sus bases en el Océano Pacífico.*

5 Llegando a su máximo histórico en 2021 por un valor de $396.5 miles de millones de dólares

6 A saber, las diez industrias que contempla el MIC25 son: Aviación y equipo aeroespacial, equipo de ingeniería marítima y barcos de alta tecnología, equipo avanzando de transportación de trenes, equipo agrícola, nuevos materiales, biomedicina y equipo médico de alto desempeño, equipo de energía, robots y maquinas súper computarizadas, vehículos ahorradores y de nuevas energías y TI de Nueva generación

artificial, computación de la nube, nueva generación de tecnologías de la información (IT), internet de las cosas, tecnología de los datos, entre otras.

Como lo ha hecho en el pasado, el gobierno chino ha dispuesto no sólo grandes sumas de dinero para llevar a cabo este ambicioso proyecto, también lo está acompañando de infraestructura hecha a la medida. El gobierno chino ha dispuesto la creación de 530 parques industriales de manufactura inteligente, donde la ciencia de los datos representa el 21%, nuevos materiales 17%, computación en la nube 13% de estos nuevos espacios.

A través de subsidios directos por medio de financiamiento estatal, recortes de impuestos, préstamos a bajas tasas de interés entre otros incentivos fiscales, el gobierno chino busca especialmente impulsar a las PYMEs. En este sentido se han destinado fondos extraordinarios para que agencias den apoyos directos. Por ejemplo, el Fondo para la Manufactura Avanzada ofreció $3,000 millones de dólares con el fin de mejorar la tecnología en industrias clave. Así mismo, el Fondo Nacional de Circuitos integrados ha tenido acceso a más de $21,000 millones de dólares. El monto total del MIC25 se estima en $300 mil millones de dólares, casi el 2.2 de su PNB en 2015.

El gran reto para China que todavía mantiene una alta dependencia de su industria de proveeduría del exterior en lo que se conoce como "tecnología fundacional", debido al rezago que mantiene en investigación básica. Esto quiere decir que, le queda un buen camino por recorrer para poder ser autosuficiente y liderar en semiconductores, nuevos materiales e investigación básica. Por otro lado, sus fortalezas radican tanto en; por un lado, lo que se conoce como las "tecnologías núcleo" donde China es líder global en baterías para autos eléctricos con el 56% del mercado global y robots industriales con el 52% (Rika 2022). En cuanto a inteligencia artificial, si bien ha dado un brinco muy importante sigue detrás de Estados Unidos. De acuerdo con el reporte anual AI Index 2023, China está en la segunda posición con 1,337 empresas incubadas (*Startups*) de IA en el periodo 2013-2022 por un valor de inversión privada de $95,000 millones de dólares, mientras que Estados Unidos tiene, en el mismo periodo, 4,643 empresas incubadas con un valor de inversión privada de $249,000 millones de dólares. Muy lejos quedan el resto de las economías del mundo, en tercer lugar está Reino Unido con 630 empresas

incubadas con un valor de inversión privada de $18,000 millones de dólares (Stanford University 2023).

Por otro lado, su mayor fortaleza está en lo que se denomina como las "tecnologías futuras", es decir, reconocimiento facial, ciudades inteligentes y en conducción autónoma. En esta última, China supera a Estados Unidos prácticamente 2 a 1. En 2022, China continuó con su racha de 14 años como el país con mayor venta de automóviles de conducción autónoma del mundo con 26,86 millones de vehículos vendidos, un aumento del 0,2%. Este enorme mercado representa el 38,3% de todas las ventas mundiales, tan sólo BYD Song PLUS tuvo 459.424 unidades vendidas. Estados Unidos sigue siendo el segundo mercado más grande del mundo para vehículos de conducción autónoma con 13,83 millones de unidades vendidas en el mismo año, un 8% menos que el año anterior (Carlogos 2023). Está proyectado que para 2035 China obtenga el 57% del mercado global, por un 29% de Norteamérica y sólo un 13% de Europa (S&P Global Mobility 2023).

La ruta del MIC25 tiene tres grandes hitos. Para 2025 es llegar a convertirse en una "Potencia mayor en manufactura". Para 2035 llegar a ser una "Potencia global en manufactura" y para 2049, a cien años de la fundación de la República Popular China, convertirse en la "Superpotencia manufacturera líder". Para ello, el MIC25 detalla con un enfoque prácticamente milimétrico la reconversión de la base industrial china a nivel de provincia, ciudad y condado, desarrollando 50 sub-industrias y 115 sub-campos industriales para diseñar y producir; desde motores de avión, hasta fibra funcional y productos para el sistema de navegación satelital chino Beidou. En 2018, las Zonas de Demostración Nacional MIC25 (ZDNMIC25) fueron introducidas como versiones mejoradas de las ciudades piloto y de los clústers industriales. El 65% de los 20 nodos de manufactura inteligente más prometedores han surgido justamente de las ZDNMIC25. Además, dentro del esquema de Centros de Innovación se han planeado 40 centros nodales a nivel nacional, los cuales estarán interconectados con una red de centros suplementarios a nivel provincial (Zenglein 2019). Ver la Gráfica 2

Gráfica 2 Focused efforts for innovation on lower administrative levels (Comparison of MIC25 plans at different levels of goverment).

Level	China national	Zhejiang province	Ningbo city	Vuyao county-level city
Number of focal industries	10	11	6	4
Characteristics	lndustry categories not taken up at lower levels	Selection of focal industries		
	• Aviation & space equipment • Energy equipment • Agricultura! equipment	• Green petrochemicals • Fashion & textile industry • Application-specific ICs & new components • loT, cloud computing, big data & industrial software	• Traditionasl uperior industries • Emerging industries • Productives ervice industries	• New equipment • New energy & energy-saving

Number of patents / core business income of 10 billion CNY	2020	2025	2020	2025	2020	2025	2020	2025
	70	110	80	120	105	150	110	150

Fuente Reporte de Mercator Institute for China Studies (Merics), elaborado por Zenglein Max J. y Holzmann Anna. 2019.

V. RAÍZ Y PROSPECTIVA DEL CONFLICTO ESTADOS UNIDOS VS CHINA: LUCHA DE GIGANTES TECNOLÓGICOS

El escenario hacia los años por venir han llevado tanto a Estados Unidos como a la Unión Europea a replantearse la necesidad de implementar con urgencia estrategias de política industrial más activas, por ende, una mayor intervención del Estado. Durante su campaña, Joseph Biden prometía regresar a la normalidad distorsionada por Donald Trump; para Biden, los estadounidenses requerían deshacerse de Trump y no una revolución. Con el tiempo, la postura del futuro presidente de Estados Unidos fue cambiando y la pieza clave que lo hizo tomar una postura más "radical", en términos de política estadounidense, se encuentra en un documento hecho por el Sindicato Unido de Trabajadores del Automóvil. En aquel texto, la organización argumenta que la industria automovilística norteamericana puede continuar dando empleos manufactureros bien pagados si el gobierno inyecta grandes sumas de capital en la industria, lo cual le encantó a Biden porque encaja con su visión económica del país (Scheiber 2021: 1-4). No fue hasta noviembre que el candidato presidencial demócrata anunció su visión de política industrial llamada *"Build Back Better"* o BBB, misma que se conocería como los *Bidenomics* y que implica el otorgamiento vía subsidios por 805,000 millones de dólares (The White House 2021; The White House 2023)

El BBB es ni más ni menos que el intento desesperado de Estados Unidos por no perder la hegemonía mundial contra China a partir de generar, por así decirlo, un espejo del MIC25. La iniciativa de la nueva política industrial estadounidense consiste en estas columnas:

1. El Acta de CHIPS y Ciencia. Promulgada por el presidente Joe Biden el 9 de agosto de 2022, pretende impulsar los sectores de investigación y la relocalización de la producción de alta tecnología, especialmente la producción de semiconductores, salvaguardando a su vez la seguridad nacional del Estado. Asimismo, busca decrecer la dependencia extranjera de la producción y elevar la posición tecnológica de Estados Unidos en el ámbito de semiconductores, con una inversión proyectada de 280,000 millones de dólares.

2. La Ley de Reducción de la Inflación (IRA por sus siglas en inglés). Firmada por el presidente Biden el 16 de agosto de 2022, tiene como principal objetivo generar recursos a través de aumentar los impuestos a las grandes compañías para, entre otras prioridades, enfrentar la transición verde. El Presupuesto destinado es de 400,000 millones de dólares por 10 años para reducir el costo de las tecnologías de energía limpias reduciendo las emisiones de carbono.
3. La Ley de Infraestructura Bipartidista (BIL por sus siglas en inglés). Firmado el 15 de noviembre de 2021 tiene como principal objetivo modernizar la infraestructura del país; desde puentes, carreteras, transporte público, entre otros. La cantidad de dinero para esta iniciativa es de 1,200 millones de dólares a lo largo de diez años.
4. Iniciativa de Resiliencia de la Cadena de Suministro del Presidente Biden. El 27 de noviembre de 2023 el Consejo de Resistencia de la Cadena de Suministro anunció 30 medidas y acciones previstas para reforzar las cadenas de suministro para la seguridad nacional de Estados Unidos. En esta iniciativa participan diversas agencias del gobierno, entre ellas el departamento de energía, el de agricultura y muy particularmente el de defensa. Los montos a invertir también son cuantiosos por casi 1,200 millones de dólares.

Estados Unidos y China han generado los ecosistemas más poderosos de innovación en ciencia y tecnología, dando pie a la creación de gigantes tecnológicos. El Instituto de investigación Hurun de la India dio a conocer su Índice Global Hurun de Unicornios 2020 *(Hurun Global Unicorn Index 2020), el cual hace un listado de las startups fundadas en estos últimos veinte años. Encuentran que hay 586 unicornios en el mundo, ubicados en 29 países y en 145 ciudades. En promedio fueron establecidas tan sólo hace nueve años, sin embargo, su valor total de mercado ha llegado a sumar los 1,900 millones de dólares, es decir el tamaño de la economía de Italia (octava economía mundial). Estados Unidos y China son quienes dominan este espectro con nada menos que el 80% de todas las empresas unicornio que existen globalmente. A nivel de ciudades, de acuerdo con este Instituto, Beijing es la capital mundial de los unicornios con 93, bastante más que San Francisco con 68, lo siguen Shanghai,*

Nueva York, Shenzhen y Hangzhou. A nivel región, el Valle del Silicio continúa liderando con 122 unicornios, el 21% a nivel mundial.

En estos dos ecosistemas se han forjado los titanes tecnológicos más poderosos en la tierra, quienes encarnan la lucha por quién logrará dominar la transición digital en el siglo XXI. Los acrónimos de FAANG vs BATX significan; por Estados Unidos: Facebook, Amazon, Apple, Netflix y Google, mientras que por China: Baidu, Alibaba, Tencent y Xiaomi. Las empresas BATX están creciendo rápidamente en tamaño y dominio del mercado. Si bien las empresas FAANG han dominado históricamente el mercado tecnológico, las acciones de BATX han crecido a un ritmo asombroso. Por ejemplo, la capitalización de mercado de Alibaba ha aumentado de 231,000 millones de dólares en 2014 a más de 700,000 millones de dólares en 2021. De manera similar, la capitalización de mercado de Tencent ha aumentado de 150,000 millones de dólares en 2013 a más de 700,000 millones de dólares en 2021. Estas tasas de crecimiento muestran que las empresas BATX se están convirtiendo rápidamente en principales actores del panorama tecnológico mundial (Faster Capital 2023).

Las empresas FAANG siguen ocupando los primeros puestos en términos de capitalización de mercado. Si bien las empresas BATX están creciendo rápidamente, las empresas FAANG todavía ocupan los primeros lugares en términos de capitalización de mercado. A partir de 2021, Apple ocupa el primer lugar con una capitalización de mercado de más de 2,000 millones de dólares, seguida de Microsoft y Amazon con capitalizaciones de mercado de más de 1,600 millones de dólares cada uno. Google y Facebook completan el top cinco con capitalizaciones de mercado de más de 1,000 millones de dólares cada uno. Sin embargo, vale la pena señalar que las empresas BATX no se quedan atrás: Baidu, Alibaba, Tencent y Xiaomi tienen capitalizaciones de mercado de más de 500,000 millones de dólares (Faster Capital 2023).

En suma, en la pasada década y lo que va de ésta Estados Unidos y China han generado los ecosistemas de innovación más robustos del orbe. De Estados Unidos no es de extrañar dado que sus clústers del conocimiento como el Valle del Silicio en California, o los de Bostón y Nueva York llevan casi un siglo desarrollándose, atrayendo al mejor talento del mundo y a los fondos de inversión más importantes. Lo asombroso es, cómo China en menos de

dos décadas ha desarrollado estos ecosistemas de innovación y, sobre todo, a partir de ellos gestar gigantes tecnológicos solo comparables con los de Estados Unidos, así mismo poder incubar también a las empresas unicornio[7] más valiosas en la tierra.

En este rubro, de acuerdo con el último reporte de CB Insights (2024) una vez más, son Estados Unidos y China los que se comparten la mayor parte de ellos y hospedan los más valiosos. De acuerdo con este reporte, el unicornio más valioso en el mundo es de China. Bytedance, fundada en 2012, tiene un valor de mercado de 225,000 millones de dólares y cuenta con varias filiales, entre otras Tiktok y Toutiao, así mismo tiene registradas más de 835 patentes. Le sigue, en segundo lugar, también fundada en 2012, la estadounidense SpaceX del multimillonario Elon Musk valuado en 150,000 millones de dólares.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

Si bien es cierto que no sólo no existe un modelo de desarrollo económico perfecto, también lo es, en todo caso, que aun el mejor modelo necesita permanente ajustarse, modernizarse y adaptarse a los cambios geopolíticos, geoeconómicos y a las transiciones tecnológicas. China ha mostrado históricamente una tremenda capacidad de resiliencia y de adaptación. La literatura académica y la prensa occidental desde que China emprendió su apertura económica ha colocado múltiples esquelas de su modelo y viabilidad. No era posible que un régimen comunista pudiera emprender un modelo de desarrollo basado en el libre mercado, que un gobierno sin empresarios o sin una fuerte presencia del sector privado pudiera tomar las mejores decisiones y un largo etcétera.

En el presente trabajo ha quedado de manifiesto que este régimen ha logrado casi lo imposible, a tal punto que ahora, tanto las economías europeas, así como la estadounidense enfrentan un enorme reto para no depender o lo menos posible de la otrora fábrica del mundo. Sin invadir países o generar

7 De acuerdo con Iberdrola (2024), las empresas unicornio son aquellas compañías creadas hace menos de diez años que, sin cotizar en bolsa ni haber sido adquiridas por un tercero, logran un valor de 1,000 millones de dólares o más a nivel mundial. Las variantes incluyen un decacorn, valorado en más de 10,000 millones de dólares, y un hectocorn, valorado en más de 100,000 millones de dólares.

guerras en otras latitudes, sin financiar golpes de estado, sin haber puesto las reglas del juego en el imperante orden internacional, China ha logrado convertirse en la segunda economía mundial y líder indiscutible en innovación tecnológica en un tiempo sin precedentes. Y claro, como en la vida, lo difícil no es llegar sino mantenerse y, en este sentido, China enfrenta muchos retos al interior y al exterior.

Al interior, podemos destacar tres retos que tiene frente así el régimen chino. Por un lado, la alta dependencia que sigue teniendo la economía china de sus empresas paraestatales, mismas que por su origen y vocación no son las más eficientes y productivas si se comparan con las privadas. Esto es algo en lo que el Estado chino ha puesto mucha atención, sin embargo tiene un largo camino para poder disminuir su peso. Por otro lado, el hecho de haber podido generar un fortísimo mercado doméstico a partir de desarrollar una amplia y poderosa clase media implica, por ende, enfrentar la trampa del ingreso medio[8]. El presidente Xi Jinping estableció durante el 20° Congreso Nacional del PCC que China deberá alcanzar la renta per cápita de un país desarrollado de renta media para el 2035.

Como lo señala Becedas (2023) "China es actualmente un país de renta media, con una renta per cápita a precios corrientes en 2022 de 21,404 dólares medida en PPA, según los datos recogidos en el último informe de Perspectivas (WEO) del Fondo Monetario Internacional (FMI), publicado en octubre. En ese mismo documento se recoge una renta per cápita en PPA en 2022 de 37,526 dólares para Grecia y de 76,343 para EEUU. Singapur, por ejemplo, presenta una de 127.563 dólares. Encuadrada China en el sector de los ingresos medios (28% de la renta per cápita de EEUU)". La meta impuesta por el presidente Xi se aprecia extremadamente cuesta arriba, no sólo enfrenta el gran problema de que la economía china debe de crecer por lo menos al 4% anual por los

8 "La trampa de los ingresos medios es un concepto introducido por primera vez por los economistas del Banco Mundial Indermit S. Gill y Homi Kharas en 2007 para describir las economías que se ven atrapadas entre competidores con salarios bajos y países ricos innovadores"

próximos once años, sino, aun más, por el hecho de que la población china empezó a envejecer antes de hacerse rica[9].

Y, finalmente, el otro gran reto es si es posible que una economía que sigue altamente planificada y bajo un sistema político liberal no democrático puede seguir ofreciendo suelo fértil para mantener este patrón de innovación y su ecosistema de emprendimiento. Cómo se pueden crear industrias creativas por ejemplo, en un país que censura y que se ha hecho cada vez más estricta para dar visas de trabajo a talento extranjero.

Al exterior, presenta dos grandes retos. Por un lado, como se mencionó, China sigue dependiendo fuertemente de lo que se conoce como "tecnología fundacional" y la mejor prueba de ello son los semiconductores, es precisamente donde Estados Unidos está haciendo presión y donde entra, precisamente, el asunto de Taiwán (primer productor global de semiconductores del mundo). La isla se ha convertido en el punto de mayor tensión entre Washington y Beijing precisamente por el control de esta tecnología.

El otro gran reto es el financiero. Si bien es cierto como ha quedo de manifiesto en este trabajo, el ecosistema de innovación y emprendimiento chino ha generado una gran cantidad de unicornios y de gigantes tecnológicos (BATX), esto ha sido posible, en gran parte, a que estas empresas se han apalancado y financiando de los fondos de inversión de empresas financieras estadounidenses. La parte más débil de la economía china sigue siendo su mercado bursátil, sus dos grandes centros financieros en Shanghai y Shenzhen no son rival para Nueva York (Wallstreet) o Londres.

Veremos, finalmente, si la nueva política industrial de Estados Unidos pueden tener éxito. Si los *Bidenomics* o el "*Build Black Better* (BBB)" puede en menos de cuatro años remontar el tiempo perdido (o no aprovechado) para lograr el desacoplamiento de China. Uno de los grandes problemas que enfrenta la economía estadounidense es que la expulsión de empresas extranjeras de China tienen en México su principal destino potencial para

9 Las últimas estadísticas gubernamentales publicadas en 2024 arrojan que población de China de 60 años o más era de aproximadamente 297 millones en 2023, o el 21.1% de la población total, lo que convierte al país en una "sociedad súper envejecida" según los estándares del Banco Mundial. Se espera que ese grupo demográfico crezca a más de 500 millones para 2050. (Chad de Guzman 2024)

relocalizarse en lo que se ha denominado como el fenómeno del "*Nearshoring*". Sin embargo, ni Washington se preocupó por elevar las condiciones materiales y humanas de su vecino y socio del TLCAN (hoy TMEC), ni los gobiernos de México desde mediados de los noventa se preocuparon en generar estrategias de política industrial, muy al contrario. La administración del presidente López Obrador apenas si tuvo algunos atisbos de iniciativas al respecto. El potencial para México está presente, sin embargo, como China lo demostró en estas décadas, la política industrial no es algo de una sola administración, ni puede ser un esfuerzo aislado de todos los actores de la economía de un país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Adeyinka Abigail. 2021. Reverse Engineering. Campbellsville University DOI:10.13140/RG.2.2.28030.51520

https://www.researchgate.net/publication/356784389_Reverse_Engineering_Researc

BBC. 2023. El secreto del éxito del fabricante de autos eléctricos chino que ya vende más que Tesla. BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/articles/c14v8z0j1rjo#:~:text=Hoy%2C%20China%20domina%20la%20producci%C3%B3n,gran%20parte%20gracias%20a%20BYD.

Becedas Mario. 2023. Morir en el intento de hacerse rico: China se enfrenta a las "trampa de los ingresos medios". El Ecomista.es https://www.eleconomista.es/economia/noticias/12560449/11/23/morir-en-el-intento-de-hacerse-rico-china-se-enfrenta-a-la-trampa-de-los-ingresos-medios.html

Cao Cong, Suttmeier Richard y Simon Denis. 2006. China's 15-year science and technology plan. American Institute of Physics. https://china-us.uoregon.edu/pdf/final%20print%20version.pdf

CB Insights.2024. The Complete List of Unicorn Companies. https://www.cbinsights.com/research-unicorn-companies

Carlogos. 2023. The World's 10 largest car markets, Ranked https://www.carlogos.org/reviews/largest-car-markets.html

Carro Paz, Roberto y González Gómez, Daniel. 2012. "Política Industrial." VII Congreso Latinoamericano de Producción, Logística y Operaciones. https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1610/1/05_politica_industrial.pdf

Chad de Guzman y Koh Ewe. 2024. China Unveils Extensive “Silver Economy” Plan to Adapt to Aging Population. Time, World. China. https://time.com/6555949/china-silver-economy-aging-population-plan/

Clemens. A. 2019. Eight graphs that tell the story of U.S. economic inequality. Washington Center for Equitable Growth. Evidence for a stronger economy. https://equitablegrowth.org/eight-graphs-that-tell-the-story-of-u-s-economic-inequality/

García-Herrero Alicia y Ng Gary. 2021. China’s State-Owned Enterprises and Competitive Neutrality. *Policy Contribution | Issue n°05/21 | February 2021* https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3793470

Hernández Clemente. 2019. La experiencia china con las Zonas Económicas Especiales y sus enseñanzas para el desarrollo regional del sureste mexicano. México y la Cuenca del Pacífico. Vol. 8, No. 24, Guadalajara, sept/dic 2019 https://doi.org/10.32870/mycp.v8i24.613

Hurun Global Unicorn Index. 2020. Hurun Global Unicorn Index 2020 (No. 1). http://www.hurun.net/EN/Article/Details?num=E0D67D6B2DB5

Iberdrola. 2022. Empresas unicornio. Informe de Innovación 2020-2022 https://www.iberdrola.com/innovacion/empresas-unicornio-startups-tecnologicas

Indermit S. Gill y Homi Kharas. 2007. Pisar de Nuevo el Acelerador. Finanzas y Desarrollo https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2007/03/pdf/gill.pdf

Institute for Security Policy. 2018. Made in China 2025. https://isdp.eu/content/uploads/2018/06/Made-in-China-Backgrounder.pdf

Faster Capital. 2023. BATX Stocks vs FAANG: Comparing the Titans of Tech https://fastercapital.com/content/BATX-Stocks-vs-FAANG--Comparing-the-Titans-of-Tech.html#Market-capitalization-comparison

Kennedy Alan. 2023. Ranked: Artificial Intelligence Startups, By Country. Visual Capitalist https://www.visualcapitalist.com/sp/global-ai-investment/

Keun Lee. 2019. The Art of Economic Catch-Up: Barriers, Detours and Leapfrogging in Innovation Systems. Cambridge University Press

Lincicome Scott. 2021. Manufactured Crisis "Deindustrialization," Free Markets, and National Security. Policy Analisis, Cato Insitute. Enero 27, 2021, número 907 https://www.cato.org/sites/cato.org/files/2021-01/pa-907.pdf

Mena Mónica. 2023. China siguió encabezando la producción mundial de vehículos en 2022. Statista.https://es.statista.com/grafico/29576/principales-paises-productores-del-sector-de-la-automocion-segun-el-numero-de-vehiculos-fabricados/

Naughton, Barry. 2021. "'The Rise of China's Industrial Policy 1978 to 2020.'" 2021. https://ucigcc.org/wp-content/uploads/2022/06/Naughton2021_Industrial_Policy_in_China_CECHIMEX-All.pdf.

Rika Melissa. 2023. Global Industrial Robot Market Size Will Reach USD 30.5 Billion by 2030. Statzon https://statzon.com/insights/global-industrial-robot-market

Rodrik, Dani. 2008. "Normalizing industrial policy." https://intt.itsr.ir/media/pages/industrial-policy-researches-in-world/210a5b0d53-1660568960/mabaniye-nazari.pdf

Scheiber Noam. 2023.Standoff Over Electric Vehicle Workers Poses Risk for Biden. A looming auto industry strike could test the president's commitment to making electric vehicles a source of well-paying union jobs. The New York Times https://www.nytimes.com/2023/09/13/business/economy/autoworkers-strike-biden.html?auth=login-google1tap&login=google1tap

Schroeder Wolfgang. 2016. La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización. *Friedrich-Ebert-Stiftung* https://library.fes.de/pdf-files/bueros/madrid/17663.pdf

S&P Global Mobility. 2023. Autonomous Vehicle Reality Check: Widespread Adoption Remains at Least a Decade Away. https://www.prnewswire.com/news-releases/autonomous-vehicle-reality-check-widespread-adoption-remains-at-least-a-decade-away-according-to-sp-global-mobility-301937079.html

Stanford University.2023. The AI Index Report. Measuring trends in Artificial Intelligence. Stanford University Human-Centered Artificial Inteligence. https://aiindex.stanford.edu/report/

Pack, Howard, and Kamal Saggi. 2006. Is There a Case for Industrial Policy? A Critical Survey. World Bank Research Observer. 21. 267-297. 10.1093/wbro/lkl001.

Terzi Alessio, Aneil Singh y Sherwood Monika. 2022. Industrial Policy for the 21st Century: Lessons from the past. Discussion Paper 157. European Commission, Economic and Financial Affairs. ISSN 2443-8022.

The White House. 2021. "President Biden Announces the Build Back Better Framework." The White House. November 1, 2021. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/10/28/president-biden-announces-the-build-back-better-framework/.

The White House. 2021. "UPDATED FACT SHEET: Bipartisan Infrastructure Investment and Jobs Act." The White House. August 9, 2021. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/08/02/updated-fact-sheet-bipartisan-infrastructure-investment-and-jobs-act/.

The White House. 2023. "FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China." The White House. February 3, 2023.https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/.

The White House. 2023. "FACT SHEET: President Biden Announces New Actions to Strengthen America's Supply Chains, Lower Costs for Families, and Secure Key Sectors." The White House. November 26, 2023. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/11/27/fact-sheet-president-biden-announces-new-actions-to-strengthen-americas-supply-chains-lower-costs-for-families-and-secure-key-sectors/.

The White House. 2023. "Issue Brief: Supply Chain Resilience." The White House. November 30, 2023. https://www.whitehouse.gov/cea/written-materials/2023/11/30/issue-brief-supply-chain-resilience/.

UNIR, 2022. ¿Qué son los sistemas ciberfísicos? UNIR la Universidad en Internet. Ingeniería y Tecnología. https://www.unir.net/ingenieria/revista/sistemas-ciberfisicos/

Wrigth Ian. 2023. Watch China Overtake the US As The World's Major Trading Partner. Merchant machine. https://merchantmachine.co.uk/china-vs-us/

Yitao Tao y Zhiguo Lu. 2018. Special Economic Zones and China's Development Path. Springer Singapore https://doi.org/10.1007/978-981-10-3220-2

Zenglein Max J. y Holzmann Anna. 2019. Evolving Made in China 2025. China's industrial policy in the quest for global tech leadership. MERICS

CAPÍTULO III

AVANCES EN LA INDUSTRIA DIGITAL EN EL MUNDO. ESTRATEGIAS PARA MÉXICO

>[14] Después de Hecho en China 2025: La nueva industrialización en China

SUMARIO

I. Tras la pandemia y en la guerra comercial: el nuevo patrón de desarrollo;
II. El concepto de la Nueva Industrialización;
III. Cómo modernizar la industria;
IV. Características de esta transformación
V. Conclusiones y primeras lecciones;
VI Bibliografía

Dra. Beatriz Juárez Aguilar

Doctora en Derecho (UNAM) con Maestría sobre China (El Colegio de México) y un Fellowship en la Universidad de Renmin (China). INFOTEC

I. TRAS LA PANDEMIA Y EN LA GUERRA COMERCIAL: EL NUEVO PATRÓN DE DESARROLLO

La confrontación comercial de Estados Unidos con China y la fragilidad de las cadenas de producción mostrada durante la pandemia de COVID, ha creado en nuestro continente el fenómeno de *nearshoring*, donde parte del mismo implica la relocalización de empresas de Estados Unidos y de Canadá a lugares más cercanos y confiables como México.[1]

Para el gobierno chino, ambos factores también han tenido afectaciones que precisan un ajuste macroeconómico y político. El concepto de un *Nuevo patrón de desarrollo* (新发展格局, *xīn fāzhǎn géjú*)[2] engloba su nueva postura, que implica continuar el fortalecimiento del estado nación por medio de diversas vías:

- la inversión en tecnologías emergentes e industrias estratégicas clave para volverse autosuficiente, porque considera que le ayudarán a evitar tanto la *trampa del ingreso medio* como a deshacerse de la dependencia tecnológica con potencias extranjeras hostiles;
- la relocalización de cadenas de suministro tecnológico y de insumos económicos clave –como alimentos y energía– para protegerse contra sanciones o bloqueos;
- la priorización del mercado interno por sobre el internacional (TCST 2022);
- la reestructuración y la diversificación de vínculos económicos internacionales especialmente en productos que no puede relocalizar (aceite, gas, soya, etc.);
- reposicionarse en un rol central en la economía global como líder de países en desarrollo;
- control de riesgos en el mercado interno, por ejemplo, en el mercado inmobiliario. (Zenglein& Gunter 2023, 8-9).
- antepone la seguridad a la economía (Naughton y otros 2023, 7).

1 Para un análisis profundo cnfr. Oropeza, Arturo (2024). *Nearshoring*. México: IIJ-CCE-INADI.

2 A lo largo del documento, los términos en chino se acompañarán con su respectiva transliteración, siguiendo el estilo de la República Popular China: el *pinyin*. Para posibilitar una mejor visualización, los caracteres chinos no se insertarán en itálicas.

A la fecha, como país en desarrollo, China aún enfrenta muchos problemas internos a largo plazo como las desigualdades entre regiones, entre ciudad y campo, y entre industrias, una disminución de la tasa de natalidad, entre otros; a corto plazo, hay un consumo débil, una desaceleración del mercado inmobiliario, una alta tasa de desempleo entre jóvenes, múltiples deudas de gobiernos locales y un débil impulso exportador (Wǔ, 2023; Ma, Li y Xing, 2024; Tan 2024a;Tan 2024b).

Un riesgo más es que la nueva revolución industrial eliminará las ventajas de los países en desarrollo que confían en industrias de mano de obra intensiva, por lo que enfrentarán serios problemas en la cadena industrial global (Shǐ y Dèng, 2023).

Así que China está intensificando su transformación industrial y los resultados no pueden esperar, porque este 2024 es particularmente importante ya que se cumple el 75° aniversario de la fundación de la República Popular China, por lo que deben lograrse los objetivos descritos en el *14.° Plan Quinquenal de (2021-25),* (Jin 2024).

Entonces, en este nuevo patrón de desarrollo, ¿Cuál es el papel de la industria? ¿Qué se planea para su desarrollo futuro? ¿Cuáles serán sus prioridades?

Dado que "la innovación y la política industrial se encuentran aún fragmentadas en muchas plataformas e iniciativas parcialmente superpuestas" (Groenewegen-Lau 2024, 4), para comprender esta nueva transición económica y tecnológica, este capítulo ofrece un primer acercamiento a la *Nueva Industrialización*, basándose en fuentes en chino de alto nivel.[3]

3 El origen de la ausencia de un plan único muy probablemente obedece a que como el plan *Hecho en China 2025* fue fuertemente criticado y rechazado por las potencias occidentales, el gobierno chino comenzó a guardar silencio sobre ese plan (Zenglein & Holzmann 2019, 32) y otros posteriores.

II. EL CONCEPTO DE LA NUEVA INDUSTRIALIZACIÓN

El Reporte del 20mo Congreso Nacional del Partido Comunista de China de octubre 2022 delineó un plan para construir un país socialista moderno de manera integral y promover el gran rejuvenecimiento de la nación china. Xi Jinping destacó la necesidad de construir un sistema industrial moderno para el fortalecimiento de la nación, en el cual es necesario enfocarse en el desarrollo de la economía real y "promover una nueva industrialización (新型工业化, *xīnxíng gōngyèhuà*) y acelerar la construcción de una potencia manufacturera, una potencia de calidad, una potencia espacial, una potencia de transporte, una potencia de internet y una China digital" (Xinhua 2022). Específicamente se señaló el año 2035 como la meta para hacer realidad "una nueva industrialización" (Jīn 2024).

Jīn Zhuànglóng (金壮龙), Ministro de Industria y Tecnologías de la Información, ha asentado que ante las nuevas circunstancias económicas caracterizadas por el costo de factores internos a la alza en un escenario internacional más complejo, solo se podrán crear ventajas competitivas a través de la aceleración de la nueva industrialización, un mayor nivel de autosuficiencia científica y tecnológica y una mayor resiliencia y seguridad en industrias y cadenas de suministro (Jīn 2023). Jīn remarcó que no debe perderse de vista la centralidad de la manufactura porque es la "base de la economía real [...] y un área importante para la construcción de un sistema industrial moderno" (OICE 2023).

Esta atención especial del gobierno al sector industrial es acertada, según *Moody's Analytics* la manufactura representa cerca del 30% de la economía china, "el país no puede permitirse el lujo de tenerlos nerviosos y reacios a aumentar la producción", enumerando como sectores prioritarios a los vehículos eléctricos, las baterías de iones de litio y las células solares entre las prioridades (Tan 2024a).

Shǐ Dān (史丹), director del Instituto de Economía Industrial de la Academia China de Ciencias Sociales (IEI - CASS) y Dèng Zhōu (邓洲), director de la Oficina de Investigación sobre Desarrollo Industrial también del IEI - CASS, especifican que la nueva industrialización tiene el objetivo de "reconstruir la

competitividad de China y aprovechar plenamente el papel de los factores de producción avanzados –como el conocimiento, la tecnología, el capital humano y los datos– en el desarrollo industrial" y dentro del nuevo patrón de desarrollo, es un paso clave "en su construcción" (Shǐ y Dèng 2023).

Dado que las condiciones han cambiado, este nuevo tipo de industrialización no puede seguir "el viejo camino del desarrollo orientado a la exportación" pero tampoco optará por cerrarse al mundo, se postará por la apertura con el mercado interno como el principal y el internacional como secundarios, pero donde los dos se retroalimenten y haya una división del trabajo correspondiente (Shǐ y Dèng 2023).

III. CÓMO MODERNIZAR LA INDUSTRIA

Jīn Zhuànglóng del MIIT precisa que en la construcción de un sistema industrial moderno China se concentrará en la economía real, especialmente la industria manufacturera aunque se mantendrá su proporción, se consolidarán las ventajas de todo el sistema industrial, se acelerarán la producción de *long boards* –áreas "donde China tiene ventajas competitivas o tiene una probabilidad razonable de establecerlas a corto plazo" (Naughton y otros 2023, 9) – solventando deficiencias y fortaleciendo los cimientos (OICE 2023).

Este proceso se integra por los siguientes aspectos:

a) Transformación y actualización de las industrias tradicionales

Se parte de que las industrias tradicionales son la base porque representan más del 80% de la industria manufacturera. Así que su transformación tecnológica deberá incluir la renovación de equipos, la promoción de tecnologías avanzadas aplicables, la modernización de procesos y productos de alta gama. Se crearán "marcas" para mejorar calidad de los productos y su eficiencia. Se implementarán medidas para su transformación ecológica. Se implementarán proyectos de manufactura inteligente y de desarrollo de manufactura orientada al servicio. También se promoverán fusiones y adquisiciones en sectores clave. (OICE 2023).

b) Consolidar y ampliar industrias donde existan ventajas

Aquí se consideran a los ferrocarriles de alta velocidad, los barcos, los equipos eléctricos, la maquinaria de construcción, los equipos de

comunicaciones, computadoras personales, los teléfonos móviles, los electrodomésticos, los paneles solares, entre otros. Se coordinarán recursos para dos proyectos: el primero es la reingeniería de la base industrial y el segundo busca consolidar y mejorar las ventajas de toda la cadena industrial a través del apoyo de equipos de investigación técnica especializados. Aquí se apoyarán a las empresas líderes para que se vuelvan más fuertes a nivel mundial y se desarrollarán clústeres de manufactura avanzada, centrándose en maquinaria de construcción, tránsito ferroviario, información optoelectrónica, equipos de energía y potencia, textiles y prendas de vestir, entre otros (OICE 2023).

c) Impulsar y expandir industrias emergentes

"Las industrias emergentes son los nuevos pilares y las nuevas vías que conducen al desarrollo futuro". Se ampliará el diseño de construcción de un centro nacional de innovación manufacturera en el campo de las industrias emergentes. Se implementará la iniciativa "Robot +" para promover a gran escala el desarrollo intensivo de la industria de Internet de las cosas. Entre las tecnologías se incluyen: 5G, inteligencia artificial, bio-manufactura, internet industrial, vehículos inteligentes, tecnologías ecológicas y bajas en carbono, buscando enriquecerlas y nuevas formas de aplicarlas.

d) Diseño prospectivo de las industrias futuras

Se formulará un plan de acción para el desarrollo industrial futuro, acelerando el diseño de campos de vanguardia como los robots humanoides, el metaverso y la tecnología cuántica y 6G. Se alentará a los gobiernos locales a tomar la iniciativa en experimentar y acelerar el despliegue de estas industrias futuras (OICE 2023).

e) Fortalecimiento de la cooperación internacional

Se profundizará la reforma y la apertura, creando un ambiente de desarrollo alentador y brindando servicios y garantías para el desarrollo a empresas manufactureras avanzadas en el país y en el extranjero. (OICE 2023).

Por su parte, Huang Qunhui, Director del Instituto de Economía de CASS precisa algunas acciones que se necesitan para el avance tecnológico y la profundización del nuevo proceso industrial:

1) Aprovechar plenamente las ventajas del nuevo sistema nacional (*infra*); promover proyectos clave de investigación de tecnologías básicas en los campos de la tecnología de la información de nueva generación, biotecnología, nuevas energías y nuevos materiales. Lograr avances en tecnologías comunes importantes, en tecnologías de vanguardia y en las líderes. Anticiparse y planear en tecnologías como "la inteligencia similar al cerebro, la información cuántica, la tecnología genética, las redes futuras, el desarrollo aeroespacial y de aguas profundas, la energía del hidrógeno y el almacenamiento de energía".

2) Explorar mecanismos de inversión eficaces, sea en nueva infraestructura (por ejemplo: infraestructura de información, infraestructura integrada e infraestructura innovadora); en infraestructuras educativas e infraestructuras de innovación tecnológica industrial, entre otros.

3) Establecer un sistema de evaluación del potencial básico industrial; acelerar la implementación de proyectos de reingeniería básica para componentes esenciales, tecnología básica avanzada, materiales básicos clave, etc.; por ejemplo, motores aeronáuticos, turbinas de gas, equipos de energía eléctrica, herramientas industriales, equipos médicos de alta gama, equipos agrícolas modernos, etc.

4) Acelerar el desarrollo de tecnología digital para las industrias manufactureras y de servicios; acelerar la integración profunda de las industrias de servicios modernas, la manufactura avanzada y la agricultura moderna; así como promover la industrialización digital y la digitalización industrial.

5) Promover innovación y desarrollo de tecnología verde; implementar proyectos de manufactura verde para acelerar su actualización; construir y mejorar el desarrollo de productos verdes, fábricas verdes, parques industriales verdes y sistemas de manufactura centrados en cadenas de suministro verdes (Huang 2023, 4-5).

IV. CARACTERÍSTICAS DE ESTA TRANSFORMACIÓN

Prosperidad común

De acuerdo con Huang Qunhui, el gobierno tiene claro que "[l]a modernización china es la modernización de una enorme población". Bajo el mandato de Xi Jinping se ha trabajado en la *prosperidad común* que indica que el beneficio de la modernidad debe ser para todo el pueblo. así que este requisito es esencial para la modernización socialista (2023, p. 7). Ya que habrá que recordar que el bienestar económico es un factor que garantiza la estabilidad social y justifica al Partido en el poder.

Es importante recordar que a la fecha en China existen múltiples problemas económicos a corto, mediano y largo plazo, que las nuevas políticas públicas buscan aminorar, pero cuya implementación también está causando; por ejemplo la reorientación hacia la industria por sobre los juegos y el comercio electrónico ha contribuido a la dislocación laboral de muchos trabajadores jóvenes.

Desarrollo verde.

Shǐ Dān y Dèng Zhōu apuntan que China ha asumido el compromiso mundial de alcanzar la neutralidad de carbono. Y es precisamente "[e]l desarrollo bajo en carbono [...] la diferencia esencial entre la nueva industrialización y la industrialización tradicional". Si bien limitar las emisiones de carbono se vuelven "una nueva presión y una nueva limitación", también se pueden volver un motor de crecimiento, ya que este tipo de tecnologías "serán foto de la competencia entre los principales países en la nueva industrialización" (Shǐ y Dèng, 2023).

En este ámbito China ha prometido que se esforzará por alcanzar el máximo de emisiones de dióxido de carbono antes de 2030 y lograr la neutralidad de carbono antes de 2060. Si bien el uso de carbón representa cerca del 69% de las emisiones de dióxido de carbono en China, de acuerdo con el Global Energy Monitor, China "tiene más paneles solares instalados en proyectos a gran escala que el resto del mundo combinado" y ha duplicado su capacidad eólica desde 2017; a la fecha continúa está expandiendo este sector rápidamente

y "duplicará con creces su capacidad de energía eólica y solar para fines de 2025", apoyándose también del desarrollo de baterías y el crecimiento del hidrógeno. Según Martin Weil, uno de los autores del informe, "el aumento en la construcción de energías renovables ciertamente proporciona una base para alcanzar el pico de emisiones de carbono [de China] antes de 2030" (BBC 2023).

Innovación.

Shǐ y Dèng también apuntan que en la división global del trabajo, en el área de investigación y desarrollo China está transitado de la imitación y la necesidad de actualizarse a la "originalidad y liderazgo". La nueva industrialización tiene como fuerza impulsora a innovación independiente, por lo que se precisa innovación original con más fuerza y a mayor escala. Esta también logrará acentuar la autonomía de la ciencia y la tecnología, una mayor resiliencia de las cadenas industriales y de suministro, así como garantizar la seguridad industrial nacional (Shǐ y Dèng, 2023).

Si bien en 2022, la inversión en investigación básica representó el 6,57 por ciento del gasto total en investigación y desarrollo (I+D), sin embargo esto no es suficiente, porque debería aumentar aún más la inversión en innovaciones originales e investigación básica hasta el 7 % o incluso el 10 % para el final del *14to Plan Quinquenal*, es decir en 2025, aseveró Yu Miaojie, presidente de la Universidad de Liaoning (Ma, Li y Xing, 2024).

Nuevas fuerzas productivas de calidad (新质生产力, xīn zhí shēngchǎnlì).

En marzo de 2024, durante las *Dos Sesiones*–las reuniones anuales de los altos mandos del gobierno chino–, Xi Jinping llamó a utilizar las nuevas fuerzas productivas de calidad para la modernización china y alcanzar un desarrollo de alta calidad (Ma, Li y Xing, 2024).

De acuerdo con Yú Fèngxiá (于凤霞), economista jefe del Centro de Información Estatal, el término hace referencia a las fuerzas de producción que a través de avances tecnológicos, innovaciones en los factores de producción, modernización de las industrias, etc., conllevan a un cambio cualitativo de los trabajadores, los materiales de trabajo y los objetos. Entonces, se diferencia de las fuerzas productivas anteriores por el tipo de tecnología y herramientas

a su disposición; que en este caso, la nueva generación tecnológica crea nuevas industrias, nuevas formas de negocio y nuevos modelos, para después construir un nuevo tipo de relaciones de producción social y un nuevo sistema social de productividad (Yú 2024).

En este caso, China también tiene un buen desempeño pero aún camino por recorrer; por ejemplo en el caso de los robots en industria. De acuerdo con el Reporte de 2023 de *Internation Federeation of Robotics,* China es "por mucho el mayor mercado del mundo" y en 2022 instaló 290,258 unidades, con un crecimiento un promedio anual de 13% entre 2017 y 2022 (IFR 2023). Esto equivale al 52% del total de instalaciones en 2022, no obstante, se prevé que el descenso poblacional le haga perder 143 millones de trabajadores entre 2023 y 2043, por lo que es necesario avanzar más en la robotización (Xu 2023).

El sistema nacional (举国体制, jǔguó tǐzhì).

De acuerdo con Wǔ Lì (武力), director adjunto del Instituto de Estudios Contemporáneos de CASS, este término hace referencia "al sistema de trabajo y mecanismo operativo en el que el estado toma la iniciativa de organizar, movilizar y desplegar fuerzas de todos los ámbitos [...] en todo el país para implementar una determinada tarea importante con el fin de lograr un objetivo estratégico específico". En este caso particular, debido a que el mercado no soluciona por sí ciertas complicaciones, el estado debe ayuda a resolver "los principales problemas que afectan a las empresas". Entonces el estado puede apoyar en temas donde las empresas no tienen fuerza, no les es redituable intervenir o en cuestiones de seguridad (Wǔ, 2023).

En este caso, el gobierno "busca involucrar al sector privado a través de una combinación de incentivos, regulaciones y dirección política" (Groenewegen-Lau 2024, 3).

De acuerdo con Jeroen Groenewegen-Lau de MERICS, este acercamiento ha probado ser exitoso en áreas en donde ya "existe una tecnología que China puede emular", por ejemplo en el caso de bombas atómicas, satélites de navegación, estaciones espaciales o trenes de alta velocidad. Pudiendo adaptarse también al caso de los equipos de litografía (Groenewegen-Lau 2024, 7); actualmente sujetos a restricciones a su comercio a China por

parte de Estados Unidos y esenciales para las nuevas tecnologías como la inteligencia artificial.

V. CONCLUSIONES Y PRIMERAS LECCIONES

Esta Nueva Industrialización precisa bases tecnológicas ya están sentadas. Tián Yùlóng (田玉龙), Ingeniero Jefe del Ministerio de Industria y Tecnologías de la Información (MIIT, por sus siglas en inglés), especificó que a la fecha hay más de 2.3 millones de estaciones base 5G, cubriendo todas las ciudades a nivel de prefectura y todos los condados y áreas urbanas del país. El programa "Datos al este y cómputo al oeste" (东数西算, *dōng shù xī suàn*) ya está operando y ha logrado construir un sistema de infraestructura integrada de "computación, almacenamiento y transporte" con 6.5 millones de racks estándar y una escala de servidores que ha superado los 20 millones. Se trabaja en el programa "Atrapando la luz (追光行动*zhuī guāng xíngdòng*) que buscará fortalecer las redes ópticas gigabit y la innovación colaborativa de redes entre industrias, entre empresas y entre regiones, apoyando la transformación de las industrias tradicionales hacia la digitalización (OICE 2023).

No obstante, Jeroen Groenewegen-Lau advierte que la centralización de la ciencia, tecnología e innovación, "van en contra de los principios centrales de la política de 'reforma y apertura'", ya que se apostaba por la despolitización de este ámbito y la asignación de recursos al mercado y sus actores. La insistencia en la industrialización en lugar de subcontratar y centrarse en servicios muestra que "China está siguiendo un camino de desarrollo diferente al de la mayoría de los países desarrollados"; la adherencia a la autosuficiencia complica la interacción con el extranjero al prever una limitada participación de empresas foráneas. Acentuar la industrialización corre el riesgo de degradar otros objetivos nacionales como la confianza en mercados de exportación, la reducción de emisiones de carbono y la calidad de vida bajo los términos de la prosperidad común (Groenewegen-Lau 2024, 3, 6).

Entonces esta transición está aún por verse.

Algunas lecciones.

¿Cuáles han sido los resultados concretos del plan *Hecho en China 2025* en cuanto al desarrollo industrial?

En principio, puede decirse que a la fecha, China es el único país del mundo que tiene todas las categorías industriales en la Clasificación Industrial de las Naciones Unidas. En 2022, el valor añadido industrial total representó el 33,2% del PIB, mientras que el valor añadido de la industria manufacturera representó el 27,7% del PIB. El valor agregado de la industria manufacturera ha aumentado del 22,5% en 2012 al 30,1% en 2022, ocupando el primer lugar mundial durante 14 años consecutivos (Jīn 2024). No obstante, aún existen problemas, porque "sus capacidades de innovación tecnológica y de fabricación básica aún no son sólidas" ya que aún existen tecnologías importantes bajo el control de otros países. De acuerdo con un informe de la *Academia China de Ingeniería* de 2019, "entre los 26 tipos de industrias manufactureras representativas de China, cinco categorías son líderes en términos de tecnología de fabricación, seis tienen tecnología avanzada, diez tienen grandes brechas tecnológicas y cinco tienen brechas tecnológicas muy grandes (Huang 2023, 3-4).

Este proyecto de la Nueva Industrialización nos muestra que China continúa trazando un camino propio. En coincidencia con el plan *Hecho en China 2025* existe un incremento en el rol del gobierno dentro la economía (aunque ahora es aún mayor); vuelven a centrarse en la frontera tecnológica y planean desde ahí. Pero a diferencia del plan anterior, buscan modernizar la industria de forma integral, todos los sectores, anteponiendo la seguridad a los resultados económicos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Groenewegen-Lau, Jeroen (February 2024). Whole-of-Nation Innovation: Does China's Socialist System Give it an Edge in Science and Technology?. IGCC-MERICS.

Huang Qunhui (08/2023). Using New Industrialization to promote Chinese modernization. *China-CEE Institute*, Vol. 3. No. 22.

IFR (26/09/2023). World Robotics 2023 Report: Asia ahead of Europe and the Americas. https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-2023-report-asia-ahead-of-europe-and-the-americas

Jin Feng & Zhong Jianli (28/05/28023). Shanghai Blueprinting High-end Industrial Development. *Science and technology daily.* http://pt.china-embassy.gov.cn/kjjl/202306/P020230606009721753983.pdf

Jīn Guānpíng 金观平 (25/09/2023). 新型工业化塑造新优势 Create new advantages with new industrialization. Economic Daily经济日报. Mhttps://www.gov.cn/zhengce/202309/content_6906121.htm

Jīn Zhuànglóng 金壮龙 (28/02/2024). 全面贯彻落实党的二十大精神 大力推进新型工业化(Fully implement the spirit of the 20th National Congress of the Communist Party of China and vigorously promote new industrialization). *Party Committee Central Group Study*, 1, 2024. https://www.cnii.com.cn/yw/202402/t20240228_547138.html

Ma Jingjing, Li Xuanmin and Xing Xiaojing (Mar 04, 2024). China's two sessions gather strength for high-quality growth as nation vows development of new productive forces. *Global Times*.https://www.globaltimes.cn/page/202403/1308145.shtml

Naughton, Barry, Siwen Xiao, & Yaosheng Xu (Junio 2023). *The Trajectory of China's Industrial Policies*. Working paper. UC Institute on Global Conflict and Cooperation. https://ucigcc.org/publication/working-papers/the-trajectory-of-chinas-industrial-policies/

OICE Oficina de Información del Consejo de Estado. 国务院新闻办公室网站(03/03/2023). 工业和信息化部部长金壮龙 : 加快推进新型工业化 做强做优做大实体经济Jin Zhuanglong, Minister of Industry and Information Technology: Accelerate the promotion of new industrialization and make

the real economy stronger, better and bigger. https://www.ncsti.gov.cn/kjdt/ztbd/2023qglh/bztd/202303/t20230303_109930.html

Patrickin, Igor (02/03/2024). US Chamber of Commerce cites concerns about 'Made in China 2025' after trip to Beijing. South China Morning Post. https://www.scmp.com/news/china/diplomacy/article/3253915/us-chamber-commerce-cites-concerns-about-made-china-2025-after-trip-beijing

Shǐ Dān史丹 y Dèng Zhōu邓洲, (25/10/2023). 新型工业化 , 为什么?是什么? (Nueva industrialización, ¿por qué? ¿qué es?). 学习时报, http://www.qstheory.c n/qshyjx/2023-10/25/c_1129936976.htm

Tan, CK (04/03/2024a). China's legislative sessions start with stimulus in the spotlight. *Nikkei*. https://asia.nikkei.com/Politics/China-People-s-Congress/China-s-legislative-sessions-start-with-stimulus-in-the-spotlight

Tan, CK (05/03/2024b). China sets GDP growth target of 'around 5%' for 2024. *Nikkei*. https://asia.nikkei.com/Politics/China-People-s-Congress/China-sets-GDP-growth-target-of-around-5-for-2024

TCST The Center for Strategic Translation (2022), *New Development Pattern*. https://www.strategictranslation.org/glossary/new-development-pattern

Wang Qin 王 钦 (08/12/2022). 健全新型举国体制 (思想纵横) Improving the New National System**.** 人民网 - 人民日报*People's Daily Online-People's Daily*. http://theory.people.com.cn/n1/2022/1208/c40531-32582767.html

Wǔ Lì 武力 (26/09/2023). 中国"举国体制"的形成与演变, The formation and evolution of China's "national system". https:// www.jingjidaokan.com/icms/null/null/ ns:LHQ6LGY6LGM6MmM5ZTg0M2Y4YTdkMjQzNjAxOGFkMDJkMmQ1NTAwMGQscDosYTosbTo=/show.vsml

Xinhua News Agency (25/10/2022). 习近平 : 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告, Xi Jinping: Holding High the Great Banner of Socialism with Chinese Characteristics and Uniting to Build a Socialist Modern Country in All Respects -- Report at the 20th National Congress of the Communist Party of China. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm

Xinhua 新华网 (23/09/2023). 习近平就推进新型工业化作出重要指示Xi Jinping made important instructions on promoting new industrialization. http://politics.people.com.cn/n1/2023/0923/c1024-40083955.html

Xu Yilin (6/10/2023). China leads the way. Universal Robots. https://www.universal-robots.com/blog/cobot-use-continues-to-increase-in-the-world-s-largest-industrial-robot-market/

Yú Fèngxiá 于凤霞(06/02/2024), 【专家观点】加快形成新质生产力 : 是什么、为什么、做什么?, 【Expert Opinion】Accelerating the Formation of New Qualitative Productivity: What is it, why and what for? https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202402/t20240206_1363980.html

Zenglein Max, J. & Holzmann, Anna (Julio 2019). *Evolving Made in China 2025, China's industrial policy in the quest for global tech leadership.* MERICS. https://merics.org/en/report/evolving-made-china-2025

Zenglein, M. & Gunter, J. (2023). The Party knows best, Aligning economic actors with China's strategic goals. *MERICS*. pp. 8-85. Disponible en https://merics.org/en/report/party-knows-best-aligning-economic-actors-chinas-strategic-goals

CAPÍTULO III

AVANCES EN LA INDUSTRIA DIGITAL EN EL MUNDO. ESTRATEGIAS PARA MÉXICO

>[15] La industria 4.0 de Alemania como referente internacional para una política pública industrial digital

SUMARIO

I. Resumen.
II. Introducción.
III. El concepto de industria 4.0.
IV. Estrategia de desarrollo de la industria 4.0 de Alemania.
V. Plataforma industria 4.0 y la visión 2030 para la I4.0.
VI. Situación actual de Alemania en la implementación de la industria 4.0.
VII. Conclusión.
VIII. Bibliografía.

Germán Bonilla Bermúdez

Experto del proyecto Asociación para el Desarrollo Industrial Sostenible Alemania-Alianza del Pacífico de la Confederación de la Industria Alemana (BDI)

I. RESUMEN

La Industria 4.0 (en adelante I4.0) es la estrategia de nación de Alemania para mantener su liderazgo global en innovación y manufactura. Si bien muchos países buscan emular el enfoque de Alemania hacia la I4.0, pocos poseen una base comparable de capacidades tecnológicas e innovación en la industria manufacturera.

México y los países de la Alianza del Pacífico deben evaluar objetivamente los esfuerzos que Alemania ha realizado y su gran compromiso de recursos en los últimos años para convertirse en un proveedor líder y a su vez el mercado más importante para tecnologías, productos y servicios relacionados con la I4.0.

El presente trabajo de investigación analiza los procesos políticos, los actores involucrados con sus roles e interacciones a lo largo del tiempo y el tipo de instrumentos que Alemania ha implementado en su estrategia de desarrollo de la I4.0. La estrategia I4.0 de Alemania puede describirse como una experimentación de políticas y como un proceso de aprendizaje que integra una combinación compleja de políticas de innovación, industriales, de investigación y otras políticas relacionadas. La experiencia alemana nos señala la relevancia de la coordinación y colaboración de múltiples partes interesadas como base para el diseño e implementación de una política pública industrial digital integral para México y en su caso, para los países de la Alianza del Pacífico.

Palabras clave: Cuarta Revolución Industrial. Industria 4.0. Alemania. Política industrial. Política de innovación. Desarrollo industrial.

II. INTRODUCCIÓN

El término de “Industria 4.0” se utiliza para resumir las tendencias tecnológicas y organizacionales relacionadas con el desarrollo de la industria de la manufactura en el mundo (World Economic Forum 2018). Sin embargo, el término inicialmente fue acuñado en Alemania como “Industria 4.0” para representar la visión estratégica del futuro del país y representa una apuesta ambiciosa para preservar el liderazgo global en manufactura al reafirmar el compromiso con la transformación económica y social a través de la innovación, procesos participativos colectivos y de múltiples partes interesadas y experimentación

política (Pfeiffer 2017). La rápida difusión del término I4.0 en todo el mundo ha posicionado a Alemania como referencia en enfoques estratégicos para aprovechar la cuarta revolución industrial.

Las organizaciones alemanas colaboran activamente con socios tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo para hacer posible una mutua disposición y una transición gradual hacia la I4.0 (Kagermann, Anderl, y otros 2016). La colaboración cubre varias áreas, desde la inversión y la movilización de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación, pasando por la facilitación de iniciativas de promoción industrial o actividades conjuntas de sensibilización dirigidas a actores locales, hasta el establecimiento de oficinas de transferencia de tecnología (OTT) para ayudar a los países socios a convertirse en centros regionales de tecnologías y servicios de I4.0 (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH 2024).

Un ejemplo de colaboración estratégica con organismos empresariales de Colombia, México y Perú, es el proyecto de cooperación "Asociación para el Desarrollo Industrial Sostenible Alemania - Alianza del Pacífico" (PAGSID), liderado por la Confederación de la Industria Alemana (BDI - Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.), que a su vez representa la Industria Alemana y proveedores de servicios relacionados con la industria y más de 40 asociaciones empresariales y más de 100,000 empresas con alrededor de 8 millones de empleados (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) 2024). La tarea de BDI es asegurar las mejores condiciones posibles para el desarrollo de las empresas y el objetivo del proyecto PAGSID es fortalecer al ecosistema empresarial de la Alianza del Pacífico y contribuir a su integración en las cadenas de valor internacionales considerando aspectos de sostenibilidad (con enfoque en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas 8, 9 y 12[1]). Con el proyecto PAGSID, la BDI contribuye a amortiguar la profunda crisis económica mundial y sus efectos en las economías de Colombia, México y Perú.

El alcance de este documento es evaluar críticamente el enfoque de Alemania hacia la I4.0 para que las aportaciones objetivas informen a los responsables de políticas estratégicas y a los organismos empresariales en

1 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas: 8. Trabajo decente y crecimiento económico; 9. Industria, Innovación e Infraestructura; 12. Producción y Consumo Responsables.

México, y de ser posible también en Colombia y Perú. Adicionalmente se busca contribuir al (re)establecimiento de un diálogo entre la iniciativa privada y la política en torno al diseño de políticas públicas efectivas y propuestas de implementación de estrategias relacionadas con la I4.0.

Este documento procede de la siguiente manera: La Sección 2 proporciona una descripción general de lo que significa I4.0. La sección 3 traza cronológicamente el desarrollo de la estrategia de I4.0 de Alemania. Es importante señalar que para entender ampliamente esta estrategia se requiere elaborar un estudio más exhaustivo, sobre todo para captar toda la complejidad de los esfuerzos del país para convertirse en un mercado y proveedor líder de I4.0. La sección 4 presenta uno de los instrumentos más emblemáticos de la estrategia, la Plattform Industria 4.0, y la visión 2030 de sus partes interesadas para la I4.0. La sección 5 describe la situación actual de Alemania en la implementación de la I4.0. La Sección 6 concluye con una reflexión sobre la relevancia y las implicaciones de la estrategia de I4.0 de Alemania para México (y en su caso para Colombia y Perú) y recomendaciones para implementar una política pública industrial digital.

III. EL CONCEPTO DE INDUSTRIA 4.0

Industria 4.0 es un término amplio que abarca diferentes perspectivas, industrias, funciones corporativas, tecnologías y áreas de conocimiento. I4.0 sirve como un modelo importante para empresas de todo el mundo para la integración vertical de máquinas, productos y recursos de producción inteligentes en sistemas de manufactura flexibles y su integración horizontal en redes de valor entre industrias que pueden optimizarse en base a diferentes criterios, como costos, disponibilidad y consumo de recursos (Schuh, y otros 2020). Al mismo tiempo, el enfoque y conocimiento de la I4.0 están en constante evolución debido al alto nivel de actividad y desarrollo continuo de nuevos enfoques, conceptos y soluciones por parte de las empresas e instituciones de investigación, así como al debate generado en los medios, en el gobierno y en toda la sociedad.

En Alemania, el término Industria 4.0 describe un proceso fundamental de innovación y transformación en la producción industrial. Esta transformación

está impulsada por nuevas formas de actividad económica y trabajo en ecosistemas digitales globales. Las cadenas de valor rígidas y estrictamente definidas actualmente son reemplazadas por redes de valor flexibles, altamente dinámicas y globalmente conectadas con nuevas formas de cooperación. Los modelos de negocio basados en datos priorizan el beneficio para el cliente y las soluciones, sustituyendo el enfoque en el producto como paradigma imperante de creación de valor industrial. La disponibilidad, la transparencia y el acceso a los datos son factores clave para el éxito en la economía conectada y determinan en gran medida la competitividad (Plattform Industrie 4.0 2019).

Para las empresas, la agilidad es una característica estratégica de la Industria 4.0 que adquirió más importancia en la era post-COVID-19. En este contexto, la agilidad denota la capacidad de implementar cambios en la empresa en tiempo real, incluidos cambios sistémicos fundamentales en el modelo de negocio de la empresa. En consecuencia, la importancia de la I4.0 radica en la función clave del procesamiento de la información para habilitar procesos rápidos de adaptación organizacional. Cuanto más rápido pueda adaptarse una organización a un evento que provoca un cambio en sus circunstancias, mayores serán los beneficios de la adaptación (Schuh, y otros 2020).

A pesar de los avances logrados hasta ahora, la "industria conectada" sigue siendo una aspiración; la mayoría de los esfuerzos existentes aún se encuentran en etapas piloto, y ningún país ha podido todavía transformar completamente partes significativas de su base manufacturera en I4.0 (World Economic Forum 2018). Esto plantea dudas sobre la escalabilidad de I4.0, pero también sobre la capacidad de las estrategias de I4.0 para difundirse entre diferentes sectores o países.

IV. ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA 4.0 DE ALEMANIA

Durante los últimos 34 años, Alemania ha sido en numerosas ocasiones campeona mundial de exportaciones. En ningún otro lugar hay tantas empresas líderes en su ramo en el mercado mundial. Su amplio panorama científico y de investigación hace que Alemania se destaque mundialmente como un país innovador, siendo la investigación industrial un pilar importante del país

(BMBF 2023). La primera ley que puede vincularse a la actual estrategia de I4.0 de Alemania se publicó en 2006, en la "Estrategia de Alta Tecnología" (Hightech-Strategie), redactada por la Unión de Investigación Economía - Ciencia del Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung) y la Comisión de Expertos de Investigación e Innovación (EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation). La Estrategia de Alta Tecnología, denominada "política de innovación coordinada", fue lanzada por el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania como una estrategia interministerial para fortalecer y asegurar una posición de liderazgo en investigación e innovación y como centro de producción global. La ventaja competitiva no podía depender de la reducción de los costos de producción sino de superar a los competidores. La innovación debe impulsar la competitividad y garantizar ventajas de mercado y potencial de crecimiento, contribuyendo a un flujo constante de nuevos productos, técnicas de producción y servicios (BMBF 2006).

La Estrategia de Alta Tecnología empleó varias herramientas para lograr los objetivos previstos. En primer lugar, se han llevado a cabo varias actividades transversales, incluida la mejora de los vínculos entre la investigación y el sector privado, la mejora de las condiciones para las empresas emergentes y la innovación de las PyMEs, la aceleración de la difusión de tecnologías innovadoras, el fortalecimiento de la posición de Alemania a nivel internacional y la inversión en las personas. En segundo lugar, la Estrategia de Alta Tecnología se centró en fomentar la innovación en tres áreas (BMBF 2006):

- Innovaciones para una vida sana y segura con especial atención a la biotecnología, la seguridad, la energía y el medio ambiente;
- Innovaciones para una vida comunicada y móvil centradas en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la logística, la tecnología y los servicios espaciales y marítimos; e,
- Innovaciones a través de tecnologías transversales que incluyeron tecnologías de producción.

Con innovaciones a través de tecnologías transversales destinadas a asegurar el liderazgo en ingeniería mecánica y construcción de plantas, el país seguiría siendo el mercado líder para tecnologías de producción innovadoras.

La Estrategia de Alta Tecnología abogó por la creación de redes de diferentes partes interesadas, el establecimiento de una plataforma para la promoción de rutas de innovación sostenible, una mayor adopción de la nanotecnología en la producción, la lucha contra la piratería de productos, el desarrollo de la capacidad innovadora de las PyMEs y el aumento del atractivo de la industria de la ingeniería (BMBF 2006).

En 2010, el ministerio que hoy en día es el Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania (BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) presentó su primera estrategia holística para el futuro digital de Alemania: "Alemania Digital" (Deutschland Digital) como marco para todas las intervenciones gubernamentales relacionadas con las TIC y orientado a los negocios, con el fin de fortalecer la posición del país como líder en TIC. Se destacó que, a partir de 2009, la contribución de la industria de TIC de Alemania superó al valor agregado bruto de la ingeniería mecánica o la industria automotriz, y el BMWK propuso combinar el potencial de la industria de TIC con otras industrias más establecidas para lograr una red inteligente (BMWi 2010). Alemania Digital se basó en varios aspectos clave: (1) fortalecer la competitividad de la economía alemana mediante una mayor adopción de las TIC; (2) fortalecer la infraestructura y las redes digitales para prepararse para los desafíos futuros; (3) Proteger los derechos de los usuarios de internet cuando utilicen nuevos medios de comunicación; (4) Ampliar la investigación y desarrollo en la industria de tecnologías de la información (TI) para acelerar la innovación; (5) fortalecer la educación y la formación profesional e incluir nuevas competencias digitales; (6) utilizar las TIC en la búsqueda de soluciones a los principales desafíos sociales como la sostenibilidad, el cambio climático, la salud, la movilidad, la administración y la mejora de la calidad de vida (Die Bundesregierung 2017).

Siguiendo el modelo de la "Agenda Digital para Europa", Alemania Digital asumió una estrecha colaboración entre la política, las empresas y las instituciones de investigación. La creación de la cumbre nacional de TI (ahora "Cumbre Digital") fue un acontecimiento notable en la implementación de Alemania Digital. Como estrategia holística, abarcó numerosos proyectos en diferentes campos, muchos de ellos estrechamente relacionados con la futura estrategia de I4.0 (BMWi 2010):

- Fortalecer el crecimiento, la competitividad y el empleo a través de la digitalización: aumentar la adopción de las TIC entre las PyMEs y la importancia de la computación en la nube (cloud computing) y el apoyo al desarrollo de estándares abiertos y la interoperabilidad;
- Redes digitales: inversión en infraestructura de TIC y en el desarrollo de entornos legales adecuados;
- Confianza y seguridad en el mundo digital: seguridad de los datos y protección de los derechos de autor;
- Investigación y Desarrollo: investigación sobre el internet de las cosas (IoT - Internet of Things) e integración de sistemas;
- Educación y competencias: educación y formación profesional y la naturaleza cambiante de los lugares de trabajo en el entorno de las TIC.

Hasta la fecha siguen en funcionamiento varios programas que se han convertido en parte integral de la estrategia de I4.0 de Alemania. Entre los proyectos más importantes que surgieron de Alemania Digital se encuentran la iniciativa de financiamiento PyME innovadora ("KMU-innovativ"), los fondos para empresas emergentes de alta tecnología ("High-Tech Gründerfonds"), el programa de financiamiento "Trusted Cloud", la estrategia de banda ancha, el programa "Autonomik 4.0" y el programa "Connected Living" (BMBF 2023).

Además, en 2010, el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (BMBF) publicó una actualización de la Estrategia de Alta Tecnología titulada "Estrategia de Alta Tecnología 2020" (Hightech-Strategie 2020), que se centró menos en tecnologías específicas y más en soluciones concretas a los desafíos globales. La Unión de Investigación Economía - Ciencia del BMBF introdujo cinco áreas clave: clima y energía; salud y alimentación; movilidad; seguridad; y comunicación, e intervenciones transversales asociadas para mejorar las condiciones marco, beneficiando por igual a las cinco áreas clave (BMBF 2023):

- Mejorar el entorno para las empresas emergentes (start-ups), en particular para aumentar el número de empresas que surgen y están vinculadas (spin-offs) a instituciones de educación superior. Mejorar las condiciones marco para la operación de empresas tecnológicas jóvenes;

- Apoyar a las PyMEs para mejorar su capacidad innovadora fomentando redes entre las PyMEs y las instituciones de investigación. El fortalecimiento de dos instrumentos, el "Programa Central de Innovación PyMEs" (ZIM - Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand) y la iniciativa de financiamiento "PyMEs innovadoras" (Mittelstand Innovativ) contribuyeron a estos objetivos;
- Fortalecer las condiciones marco para mejorar los mercados de capital de riesgo (venture capital) en Alemania;
- La estandarización como parte integral del proceso de investigación e innovación para mejorar la transición de la investigación al mercado. Los actores del sector privado deben contribuir al progreso en la estandarización;
- La innovación dirigida a la licitación pública se consideró una herramienta eficaz para fortalecer la innovación y aumentar la eficiencia del sector público;
- La formación profesional y la educación superior deben ayudar a garantizar la oferta de mano de obra cualificada. Una "iniciativa de cualificación" apoyada por el gobierno debe estar enfocada a promover la educación, especialmente en ingeniería.

La implementación de las cinco áreas clave requirió distintas "iniciativas estratégicas para el futuro" (Zukunftsprojekte) para abordar objetivos concretos de desarrollo científico y tecnológico para un período de 10 a 15 años. Estas iniciativas estratégicas tenían como objetivo sistematizar la resolución de problemas, y tenían objetivos definidos con precisión y proporcionaron la base para desarrollar "mapas de ruta" (roadmaps) (BMBF 2023).

El gobierno alemán, junto con la Unión de Investigación Economía - Ciencia del BMBF, desarrolló diez iniciativas estratégicas vinculadas a las cinco áreas prioritarias de la Estrategia de Alta Tecnología 2010. Las diez iniciativas resaltaron la necesidad de cooperación entre las partes interesadas alemanas relacionadas con la innovación (BMBF 2023).

La Unión de Investigación Economía - Ciencia del BMBF adoptó los "Grupos de Promoción" (Promotorengruppen) para cada área clave de la Estrategia de Alta Tecnología 2010. Los grupos estaban presididos por representantes de instituciones de investigación y la industria. A principios de 2011, el "Grupo de Promoción de Comunicación" propuso al gobierno alemán el término

"Industria 4.0" para identificar un proyecto del futuro (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft / acatech 2013). Posteriormente, el mismo año, representantes de la Academia Nacional de Ciencias e Ingeniería (acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften), el Centro de Investigación Alemán para la Inteligencia Artificial (DFKI - Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH) y el ministerio que actualmente es el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor de Alemania (BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz) presentaron el término I4.0 en la feria de Hannover. Posteriormente, en el 2012, I4.0 se incluyó en el "Plan de acción de la Estrategia de Alta Tecnología 2020" y se convirtió en una de las diez iniciativas estratégicas de la Estrategia de Alta Tecnología 2010 (BMBF 2023).

La iniciativa estratégica Industria 4.0 se centró en la política tecnológica, la política económica y la política social. Incluyó programas existentes como la Cumbre de TI, el Mapa de Ruta Nacional de Sistemas Embebidos y Alemania Digital 2015, aumentando el enfoque en I4.0 de estos programas. La nueva agenda de investigación del Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania se centró en las fábricas inteligentes, los sistemas embebidos, el internet de las cosas y la realidad virtual. La investigación se llevaría a cabo cada vez más en colaboración con el sector privado. El Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania también se comprometió a reforzar los proyectos de I4.0, especialmente en producción inteligente e interacción hombre-máquina. Estos proyectos estaban destinados principalmente para las PyMEs (BMBF 2023).

El plan de acción presuponía una mayor participación de las comunidades empresariales y de investigación, especialmente en tecnologías de producción e ingeniería mecánica. También se destacó la importancia de los "laboratorios vivientes" (living labs) y los "bancos de pruebas" (testbeds). El plan de acción promovió además la creación de un comité de trabajo I4.0 para coordinar actividades y resumir recomendaciones sobre la transición a la I4.0 (BMBF 2023).

Posteriormente, el grupo de trabajo Industria 4.0 creado por la Unión de Investigación Economía - Ciencia del BMBF desarrolló una estrategia preliminar, publicada en octubre de 2012, titulada "Implementación de recomendaciones

para el proyecto futuro Industria 4.0" (BMBF 2023). Estas recomendaciones introdujeron uno de los principios centrales de la futura estrategia de I4.0 de Alemania, el cual consiste en el doble objetivo de convertirse en el principal proveedor y mercado líder de I4.0:

- Convertirse en un proveedor líder de I4.0 significó fortalecer las industrias alemanas que suministran tecnologías I4.0, específicamente ingeniería mecánica, automatización y TIC. Este proceso implicó ampliar las ventajas existentes en el mercado, especialmente en tecnologías de producción; e inversiones significativas en investigación e innovación y aumento de las cualificaciones en los campos de la automatización y la inteligencia artificial, infraestructura tecnológica y enfoques novedosos para la organización laboral (Schroeder 2016). Además, el objetivo era hacer cumplir los derechos de propiedad intelectual, impedir la piratería de productos y desarrollar nuevos modelos de negocio;
- Convertirse en un mercado líder para la I4.0 significó el despliegue a gran escala de la tecnología I4.0 en las cadenas de producción alemanas, incluidas corporaciones multinacionales y PyMEs. La base para ello fue un profundo conocimiento y una transferencia de tecnología dentro del mercado alemán entre sectores y diferentes tamaños de empresas. Sin embargo, convertirse en un mercado líder también requirió el desarrollo de la infraestructura digital adecuada (BMWi 2010).

El Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania también proporcionó actividades iniciales específicas: desarrollar mapas de ruta tecnológicas y coordinar su implementación, promover la investigación, garantizar la formación y la mejora de las capacidades, promover la internacionalización, establecer centros de competencia de I4.0, crear una comunidad de I4.0 y establecer fábricas de demostración (BMBF 2023).

En abril de 2013, la Asociación Alemana de Ciencias de la Información, Telecomunicaciones y Nuevos Medios (BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.), la Asociación Alemana de Fabricantes de Maquinaria e Instalaciones (VDMA - Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.) y la Asociación Alemana de la Industria Electrónica y Digital (ZVEI - Verband der Elektro- und Digitalindus-

trie e. V.), que en su conjunto cuentan con más de 6,000 empresas afiliadas y forman parte de la Confederación de la Industria Alemana (BDI), respondieron a la sugerencia de continuar y desarrollar el proyecto de Industria 4.0 y firmaron un acuerdo de cooperación para ejecutarlo, en forma de un acuerdo de cooperación temática que va más allá de las fronteras de las asociaciones y lo definieron como la "Plattform Industrie 4.0" (Plataforma Industria 4.0). El lanzamiento de la plataforma se anunció oficialmente en la Feria de Hannover de 2013 (BMWK 2024) y el grupo de trabajo Industria 4.0 publicó una versión actualizada de su informe final con recomendaciones para la implementación de I4.0 (Kagermann, Wahlster y Helbig 2013). En esta ocasión, la Academia Nacional de Ciencias e Ingeniería (acatech) se incorporó a la Unión de Investigación Economía - Ciencia del BMBF. El informe amplía las recomendaciones de 2012 y propone ocho campos de intervención (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft / acatech 2013): (1) estandarización y estándares abiertos para una arquitectura de referencia; (2) gestión de sistemas complejos; (3) proporcionar una infraestructura integral de banda ancha para la industria; (4) la seguridad y la protección como factores críticos para el éxito de la I4.0; (5) organización del trabajo y diseño del trabajo en la era industrial digital; (6) formación y desarrollo profesional continuo para la I4.0; (7) marco regulatorio; (8) eficiencia de recursos.

El concepto de I4.0 fue cada vez más relevante para Alemania y ocupa un lugar destacado en múltiples estrategias políticas, incluyendo la "Agenda Digital" (Digitale Agenda) de 2014, implementada por los ministerios federales de Alemania que actualmente son el Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK), el Ministerio Federal del Interior y la Patria (BMI - Bundesministerium des Innern und für Heimat) y el Ministerio Federal de Asuntos Digitales y Transporte (BMDV - Bundesministerium für Digitales und Verkehr). La Agenda Digital propuso aprovechar la digitalización de la economía alemana para fomentar una economía innovadora, una sociedad de servicios competitiva y una nación industrial (Die Bundesregierung 2014). El sector de las TIC ofrecería oportunidades de negocio y de inversión y sería un motor de innovación, productividad, crecimiento sostenible, prosperidad y empleo (Die Bundesregierung 2014). La Agenda Digital promovió tres

objetivos estratégicos: 1) crecimiento y empleo, 2) acceso y participación, y 3) confianza y seguridad (Die Bundesregierung 2014).

La Agenda Digital abogó por una economía en red para reconfigurar las cadenas de valor y transformar los modelos de negocio en las principales industrias de Alemania, como son: la industria de fabricación de maquinaria e ingeniería de plantas, la industria automotriz, la ingeniería eléctrica y médica. Alemania aspiraba a ser la principal economía digital de Europa mediante el desarrollo de tecnologías confiables y comercialmente viables, convirtiéndose en una referencia para las aplicaciones digitales, incluyendo la producción y la logística inteligente.

Se identificaron a las "Mittelstand" (pequeñas y medianas empresas) como un sector prioritario cuya transición hacia la economía digital debería apoyarse. Las áreas objetivo incluyeron mejoras en la capacidad de innovación y la optimización de sus procesos, mediante la adopción y/o el desarrollo de nuevas tecnologías digitales y la promoción de la creación de empresas (Die Bundesregierung 2014). La Agenda Digital incluyó únicamente recomendaciones amplias y recurrió a la promoción de medidas concretas para lograr estos objetivos.

En 2014 se publicó una actualización de la Estrategia de Alta Tecnología, coordinada por el Gobierno Federal alemán y no a través de uno de sus ministerios. La actualización reiteró el compromiso de Alemania con el liderazgo en innovación global y con el fortalecimiento de su estatus como nación líder industrial y exportadora (Die Bundesregierung 2014). En comparación con las publicaciones de la Estrategia de Alta Tecnología de 2006 y 2010, la actualización de 2014 puso mayor énfasis en involucrar a la sociedad civil. El organismo consultivo del gobierno alemán se amplió para incluir al sindicato de educación y ciencia, y también al "Foro de Alta Tecnología" (High-Tech Forum), que sirve como comité central que asesora al Gobierno Federal en la implementación de su Estrategia de Alta Tecnología (Hightech-Forum 2024).

La Estrategia de Alta Tecnología de 2014 se centró en cinco elementos centrales con varias tareas prioritarias asociadas (Die Bundesregierung 2014): (I) creación de valor y calidad de vida: para mejorar la competitividad y aumentar la prosperidad; (II) mejores redes y transferencia: para fortalecer la cooperación y apoyar la implementación; (III) mayor dinamismo de la

innovación: para fortalecer la capacidad de innovación y la creación de valor; (IV) mejores condiciones marco: para proporcionar la base para la creatividad y la innovación); (V) intensificación del diálogo, la transparencia y la participación: para estimular la curiosidad y promover la visión de futuro.

A su vez, la implementación de la Estrategia de Alta Tecnología de 2014 se basó en cinco pilares (Die Bundesregierung 2014): (1) proyectos concretos con visión de futuro (conocidos ahora como "iniciativas estratégicas"), que incluían tareas prioritarias; (2) nuevos instrumentos para mejorar la transferencia de conocimiento entre la investigación y la empresa con un enfoque regional; (3) mayor dinámica de innovación dirigida a las PyMEs y a los emprendedores de base tecnológica; (4) mejora de las condiciones marco (educación y formación, financiamiento y entorno jurídico); y, (5) mayor diálogo entre todas las partes interesadas y fomento de la participación de la sociedad civil.

Los proyectos con visión de futuro buscaban traducir los pilares centrales en resultados concretos. El elemento central «creación de valor y calidad de vida» abarcó el proyecto «economía y sociedad digital» siendo I4.0 el campo de acción clave. El objetivo del gobierno era apoyar la investigación y a las empresas en la implementación de I4.0, teniendo en cuenta la seguridad de TI y el objetivo de convertirse en proveedor y mercado líder en I4.0. La actualización requirió una evaluación de las posibles implicaciones de I4.0 en el empleo y la necesidad de proteger los intereses tanto de los empleadores como de los empleados (Die Bundesregierung 2014).

Otros campos de acción en el proyecto del futuro "economía y sociedad digital" incluyeron servicios inteligentes, datos inteligentes, computación en la nube, redes digitales, investigación digital, educación digital y medios de vida digitales, los cuales pueden asociarse con la I4.0 (Expertenkommission Forschung und Innovation 2017).

La estrategia I4.0 presenta una agenda bien definida, con una gran visión hacia el futuro desarrollo económico y social de Alemania, con funciones de supervisión descendente para el Gobierno Federal alemán, mediante el actual BMWK y el BMBF, y con estrategias de financiamiento y compromisos de inversión ambiciosos (Die Bundesregierung 2017). La colaboración y la creación de asociaciones ha sido un factor clave de éxito, debido a que la industria, las instituciones de investigación y los interlocutores sociales son

responsables de desarrollar orientaciones estratégicas y de implementar medidas en colaboración con los responsables políticos (Schroeder 2016). Por lo tanto, una característica a resaltar de la política de innovación de Alemania y su estrategia I4.0 es la participación activa de partes interesadas no gubernamentales en distintas fases de la formulación de políticas públicas y su implementación.

V. PLATAFORMA INDUSTRIA 4.0 Y LA VISIÓN 2030 PARA LA I4.0

La Plattform Industrie 4.0 comenzó como una iniciativa exclusiva de la industria y fue creada por las asociaciones empresariales BITKOM, VDMA y ZVEI en 2013 para continuar el trabajo del grupo de trabajo Industria 4.0 creado por la Unión de Investigación Economía - Ciencia del BMBF. Entre los socios más representativos se incluyeron empresas como ABB, Bosch, Telekom, FESTO, Hewlett-Packard, IBM, Infineon, Phoenix Contact, SAP, Siemens, ThyssenKrupp, Trumpf, Volkswagen y Wittenstein. El Secretariado estuvo presidido por la VDMA, ubicado en la ZVEI en Frankfurt y representado virtualmente por BITKOM (BMWK 2024).

En su forma original, la Plattform Industrie 4.0 abarcaba cuatro grupos de trabajo: (a) estrategia y marco legal, (b) arquitectura de referencia, estandarización y normativa, (c) investigación e innovación, y (d) seguridad de sistemas de red. La plataforma fue un mecanismo para la implementación y coordinación de la Industria 4.0 (Plattform Industrie 4.0 2014). El Secretariado tenía el mandato de trabajar con los grupos de trabajo para lograr los objetivos previstos; funcionar como punto focal para las empresas, instituciones, agentes políticos y el público interesado; llevar a cabo relaciones públicas a través de ferias, congresos, publicaciones, etc.; crear redes internas y con otras iniciativas, y construir comunidades; y, configurar y mantener un portal de información compartida.

En abril de 2015 se amplió la Plattform Industrie 4.0 y se añadieron más actores de empresas, asociaciones, sindicatos, instituciones de investigación y representantes de la política (BMWK 2024). Aunque inicialmente el gobierno se había abstenido de unirse, finalmente decidió participar y ampliar el grupo

para mejorar la coordinación, la colaboración y la aceptación. Mientras las asociaciones empresariales seguían gestionando la plataforma, el BMWK y el BMBF proporcionaron un liderazgo político significativo y contribuyeron al establecimiento de la agenda (Schroeder 2016).

Hoy en día, la Plattform Industrie 4.0 consta de seis grupos de trabajo: (a) arquitectura de referencia, estandarización y estándares; (b) escenarios de tecnología y aplicación; (c) seguridad de sistemas de red; (d) marco legal; (e) trabajo, educación y formación; y (f) modelos de negocio digitales para la I4.0. Estos grupos de trabajo están regidos por un órgano rector presidido por empresas y representantes empresariales. Toda la plataforma está gestionada por un consejo estratégico cuyos miembros provienen de organizaciones políticas, asociaciones industriales, sindicatos e instituciones de investigación. Además, un consejo de investigación asesora al grupo. La plataforma sirve como punto de contacto para los responsables de políticas y como puente entre la industria, la ciencia y los responsables de políticas, facilitando la coordinación, el intercambio de conocimientos, la tecnología y la innovación (BMWK 2024). En la práctica, la Plattform Industrie 4.0 centra sus esfuerzos en:

1. Ofrecer una plataforma para promover la creación de redes y el aprendizaje entre las partes interesadas del sector privado. La tarea está respaldada por una muestra de buenas prácticas en torno a las aplicaciones de I4.0. La plataforma también coordina el trabajo de la "Red de laboratorios de Industria 4.0" (LNI4.0 - Labs Network Industrie 4.0 e.V.) (LNI4.0 2024).
2. Mediar y coordinar el proceso de estandarización. El proyecto "Modelo de arquitectura de referencia para la Industria 4.0" (RAMI 4.0 - Reference Architectural Model Industrie 4.0) está integrado en la Plattform Industrie 4.0 (Plattform Industrie 4.0 2018). La plataforma también facilita la coordinación entre RAMI 4.0 y el Consejo de Normalización mediante la publicación de actualizaciones sobre los avances en el proceso de estandarización y los resultados.
3. Apoyar la estrategia de internacionalización. Es el organismo responsable de firmar acuerdos de cooperación y facilitar el acceso de las organizaciones alemanas para participar en los esfuerzos de I4.0. Además, la Plattform

Industrie 4.0 promueve el concepto de I4.0 en presentaciones itinerantes en el extranjero.

En la visión 2030 para la Industria 4.0, las partes interesadas de la Plattform Industrie 4.0 presentan un enfoque holístico para la creación de ecosistemas digitales. Partiendo de la situación específica y las fortalezas establecidas por la base industrial de Alemania, su objetivo es crear un marco para una futura economía de datos en línea con las necesidades de una economía social de mercado: enfatizando los ecosistemas abiertos, la diversidad y la pluralidad y apoyando la competencia entre todas las partes interesadas en el mercado (Plattform Industrie 4.0 2019).

Para una implementación exitosa de la Industria 4.0 en esta visión 2030, las partes interesadas de la Plattform Industrie 4.0 se comprometen conjuntamente a tres campos de acción estratégicos estrechamente interrelacionados como principios rectores para la próxima década del escalamiento de la I4.0 en Alemania y el mundo (Plattform Industrie 4.0 2019):

1. Autonomía. La autodeterminación y la libertad de acción garantizan la competitividad en los modelos de negocio digitales. La autonomía en el ecosistema global de la Industria 4.0 requiere: infraestructura digital, seguridad y protección, y desarrollo tecnológico.
2. Interoperabilidad. La cooperación y los ecosistemas abiertos permiten la pluralidad y la flexibilidad. Un alto nivel de interoperabilidad requiere: estándares e integración, marco regulatorio, y sistemas descentralizados e inteligencia artificial.
3. Sostenibilidad. La creación de valor industrial moderno garantiza un alto nivel de vida, en el que la I4.0 puede ser sostenible y la sostenibilidad puede ser el resultado de la I4.0.

El objetivo de las partes interesadas en la Plattform Industrie 4.0 es establecer un marco de acción para que, aprovechando la excelente posición actual de la industria alemana a nivel mundial, la transformación digital de la industria alemana pueda llevarse a cabo de manera sostenible y la I4.0 pueda implementarse con éxito en las PyMEs alemanas (Plattform Industrie 4.0 2019).

VI. SITUACIÓN ACTUAL DE ALEMANIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

Alemania se está esforzando por transferir su experiencia en ingeniería al mundo digital y actuar como mercado y proveedor líder para la economía mundial de la I4.0. Alemania puede contar con varias fortalezas, siendo que existen competencias destacadas en el campo de la ingeniería mecánica (y sus sectores relacionados) y la manufactura (Bitkom 2017). El nivel básico de tecnología que se utilizará en el análisis de datos y la creación de redes es alto, aunque hasta ahora se ha aplicado poco. La reputación de los ingenieros tanto en la empresa como en la sociedad es alta y, por tanto, el empleo en el sector industrial es comparativamente atractivo. En un comparativo internacional, el sistema de educación dual tiene ventajas significativas debido a un fuerte enfoque en la práctica aplicada. También existe una amplia base de expertos calificados en la teoría y en la práctica (Plattform Industrie 4.0 2016).

Las debilidades actuales de Alemania se deben principalmente a la falta de infraestructura en TIC y de una base competente para las tecnologías de internet. También falta competencia entre los proveedores de productos "de empresa a consumidor" (B2C - Business-to-Consumer) dentro del sector de TI y el uso de tecnologías basadas en la web para el diseño de productos inteligentes, sistemas de manufactura y servicios "de empresa a empresa" (B2B - Business-To-Business) (Kagermann, Anderl, y otros 2016).

Los impulsores del desarrollo en la I4.0 son los cambios en las empresas establecidas, así como el surgimiento de nuevos actores en el ámbito competitivo y el cambio del hardware al software en la cartera de productos. Estos factores conducen a una creciente individualización y a un impulso continuo hacia la competitividad internacional en el sector de la producción sensible a los costos. A las empresas alemanas les preocupa que los cambios disruptivos en el contexto de la I4.0 puedan ser una amenaza para sus competencias núcleo y su posición en el mercado tanto de la industria de fabricación de maquinaria e ingeniería de plantas, como en la estrechamente vinculada industria manufacturera (Kagermann, Anderl, y otros 2016).

VII. CONCLUSIÓN

El concepto de Industria 4.0 ha tenido un impacto dinámico en la política de innovación en Alemania y ha ayudado a promover la comprensión de que la digitalización de la industria es una innovación clave para el futuro (Kagermann, Wahlster y Helbig 2013). La estrecha cooperación entre las empresas, los sindicatos, las asociaciones empresariales, las instituciones de educación e investigación, y el gobierno ha permitido cada vez más conceptualizar, perfeccionar e implementar la visión de Alemania. La Plattform Industrie 4.0 ha desempeñado un papel importante en la institucionalización de la implementación de la iniciativa estratégica Industria 4.0 y en la consolidación de su estatus como tema principal de política industrial para todos los partidos políticos y departamentos gubernamentales de Alemania (Schroeder 2016).

Una característica relevante de la estrategia I4.0 de Alemania es que su punto de partida fue, y sigue siendo, la ausencia de una política I4.0 formulada con precisión. La estrategia I4.0 consiste en una multitud de políticas y proyectos dentro de un marco de desarrollo más amplio impulsado por la innovación y los esfuerzos y contribuciones coordinados de distintas partes interesadas (BMBF 2023).

En Alemania, tanto las empresas como la sociedad en su conjunto están impulsando la implementación de la Industria 4.0. Numerosas empresas y sus empleados han comenzado a afrontar los desafíos de la digitalización. A nivel académico, las iniciativas estratégicas de Industria 4.0 han originado la creación de programas de investigación por parte de los ministerios competentes del Gobierno Federal alemán (BMBF 2016). Además, la participación temprana de los sindicatos y los interlocutores sociales en el proyecto de I4.0 ha ayudado a fortalecer aún más las relaciones entre los directivos y los representantes de los trabajadores.

En los últimos años, varias empresas en Alemania han instalado nuevas fábricas y una red de centros de competencia inspirada en proyectos de I4.0, como la fábrica inteligente y la fábrica de aprendizaje (BMWK 2024). Como resultado, Alemania está actualmente dos o tres años por delante de otros países industrializados en el ámbito de la I4.0.

En el caso de México, es necesario un proyecto de nación con objetivos detallados para la implementación de una estrategia de I4.0 que deben alcanzarse en un horizonte al año 2030. Suponiendo que los actores relevantes hagan pleno uso de su influencia y trabajen juntos, debería ser posible hacer realidad una visión de un equilibrio entre las personas y la tecnología, y una participación gubernamental efectiva. En consecuencia, se requieren medidas específicas para asegurar el éxito a largo plazo de la I4.0 en México.

Simplemente adoptar la estrategia I4.0 de Alemania o sus instrumentos puede no proporcionar los resultados deseados en México ni en los países de la Alianza del Pacífico. Los responsables de la formulación de políticas deben tener en cuenta que el proceso de desarrollo de políticas para la implementación de I4.0 requerirá un compromiso de recursos a largo plazo y deberá diseñarse específicamente para adaptarse a la situación de cada país. En el caso específico de Alemania, la estrategia I4.0 adoptó características muy específicas, incluido un enfoque en la ingeniería mecánica y el relativo abandono de las TIC y la creación de valor a partir de una plataforma.

Sin embargo, se pueden extraer ideas útiles de la experiencia de Alemania:

- El desarrollo de la estrategia I4.0 de Alemania está abierto a la experimentación de políticas y al fomento de interacciones público-privadas. El papel mediador de los organismos consultivos gubernamentales (e.g. acatech, High-Tech Forum) facilita el diálogo, el establecimiento de prioridades y el intercambio de conocimientos.
- El establecimiento y operación de la Plattform Industrie 4.0 ha contribuido significativamente a identificar y resolver problemas de coordinación a nivel sectorial, pero también ha fomentado la cooperación entre partes interesadas con agendas divergentes.
- Los esfuerzos de estandarización son necesarios para fomentar las condiciones marco adecuadas para la I4.0. El uso estratégico de estándares puede ayudar a desarrollar e impulsar una agenda ambiciosa para la transformación económica (Kagermann, Anderl, y otros 2016).
- La formulación de políticas debe aprovechar las fortalezas, aprovechando sistemáticamente las intervenciones existentes con potencial para contribuir a la I4.0.

- Los esfuerzos por aprovechar la cooperación internacional a través de la Plattform Industrie 4.0 han contribuido al desarrollo y establecimiento de estándares, a la creación de bancos de pruebas, a la armonización de programas de cualificación y capacidades y a la cooperación en seguridad informática (Kagermann, Anderl, y otros 2016). El esfuerzo por aprender de otras regiones industriales significa que la mayor parte de los proyectos de cooperación bilateral y multilateral involucran a otros países desarrollados, donde ya existen avances y/o estrategias de desarrollo de la I4.0.

Los gobiernos tienen un papel vital en la implementación de las recomendaciones descritas anteriormente. Deberían alentar a las grandes empresas a participar en actividades de estandarización nacionales e internacionales. También deberían proveer asistencia a las PyMEs, que no pueden influir en los estándares sin el apoyo adecuado y, por tanto, corren el riesgo de volverse dependientes de empresas más grandes. El papel del gobierno también incluye reunir a las distintas asociaciones empresariales y promover la cooperación necesaria en materia de estandarización. Esto implica la promoción específica de actividades en las que participen múltiples asociaciones empresariales y el apoyo activo a las organizaciones de normalización.

La mayoría de las empresas consideran que la amenaza a la seguridad de sus datos es el principal riesgo de la I4.0. Para garantizar que la cooperación con socios globales sea atractiva y comercialmente exitosa para las empresas mexicanas, los responsables de las políticas económicas de México deben trabajar con los gobiernos de los países socios para crear un marco legal vinculante orientado a proteger la propiedad intelectual y la seguridad de los datos.

El marco jurídico debería desarrollarse de manera específica para satisfacer las nuevas necesidades de la industria conectada. Los aspectos clave de la legislación sobre procesamiento y protección de datos deben revisarse y adaptarse para reflejar las necesidades de una economía conectada digitalmente. La creación de seguridad jurídica para los proveedores, usuarios y socios de soluciones de I4.0 debería ser una cuestión prioritaria. El marco legal debe tener en cuenta el derecho a la información y la soberanía de los datos y, al mismo tiempo, proporcionar la libertad necesaria para la implementación comercial de modelos de negocio basados en datos. Esto requerirá un diálogo

regulatorio en el que especialistas de la I4.0 y expertos legales trabajen juntos para desarrollar un marco legal preparado para el futuro.

También debería adoptarse un enfoque integrado respecto al tema transversal de la seguridad informática y deberían seguir desarrollándose los conocimientos necesarios en este ámbito.

Para acelerar su transformación digital, México necesita una infraestructura tecnológica preparada para el futuro, capaz de manejar volúmenes crecientes de datos y una mayor conectividad. Esto requerirá la expansión de redes inteligentes de alto rendimiento y alta velocidad. Estas medidas de política serán claves para garantizar el éxito a largo plazo de la I4.0 para la economía mexicana.

También serán necesarios mayores esfuerzos para desarrollar la formación digital en escuelas, escuelas de formación profesional, empresas, universidades e instituciones de educación continua. Deben promoverse y agruparse iniciativas de competencias a nivel regional y nacional para permitir que las habilidades digitales necesarias se identifiquen rápidamente y se reúnan en un mapa de ruta de desarrollo profesional continuo de la I4.0.

Para aprovechar al máximo el potencial de la I4.0, es necesario fortalecer los vínculos económicos con los principales países industrializados, como Alemania. El establecimiento y consolidación de redes empresariales ayudará sobre todo a las PyMEs a exportar sus tecnologías y/o soluciones de I4.0. Será necesario aunar los recursos de la industria, las asociaciones empresariales pertinentes y las regiones para acelerar el desarrollo tan necesario de los estándares globales de la I4.0.

Los proyectos emblemáticos también pueden hacer una valiosa contribución para reunir a actores clave de la I4.0 dentro de las regiones, aunando experiencia y fortaleciendo la visibilidad de México como mercado y proveedor de soluciones de I4.0. Las condiciones para el surgimiento de ecosistemas digitales y entornos innovadores de la I4.0 pueden mejorarse forjando vínculos más estrechos entre investigadores, PyMEs y grandes empresas, fortaleciendo las redes dentro y fuera de los organismos empresariales tanto a nivel nacional como internacional.

Si México logra abordar activamente estos desafíos, la sociedad mexicana podrá obtener mayores beneficios de la I4.0. Si las empresas, la academia,

el gobierno, las asociaciones empresariales relevantes y los sindicatos logran definir una visión de I4.0 e implementan sistemáticamente una estrategia, México podrá asegurar su futuro desarrollo como una de las naciones manufactureras más competitivas del mundo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Bitkom. *Hannover Messe: Umsatz mit Industrie 4.0 steigt bis 2018 auf 7 Milliarden Euro.* Abril de 2017. https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Umsatz-mit-Industrie-40-steigt-bis-2018-auf-7-Milliarden-Euro.html (último acceso: 05 de Febrero de 2024).

BMBF. «Die Neue Hightech-Strategie Innovationen Für Deutschland.» *Bundesministerium für Bildung und Forschung.* 2006. https://www.fona.de/pdf/publikationen/die_hightech_strategie_fuer_deutschland.pdf (último acceso: 16 de Febrero de 2024).

—. *Historie der Forschungs- und Innovationsstrategien der Bundesregierung.* 8 de Febrero de 2023. https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/archiv-hts-2025/archiv-hts-2025_artikel.html#:~:text=Legislaturperiode%3A%20Ideen.-,Innovation.,Lebensqualit%C3%A4t%20der%20Menschen%20zu%20f%C3%B6rdern. (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

—. *Industrie 4.0 - BMBF.* 21 de Enero de 2016. https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft/industrie-4-0/industrie-4-0 (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

BMWi. «Digitization of Industrie – Plattform Industrie 4.0.» *Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.* Abril de 2016. https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/digitization-of-industrie-plattform-i40.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

—. «IKT-Strategie Der Bundesregierung „Deutschland Digital 2015“.» *Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.* 2010. https://www.post-und-telekommunikation.de/PuT/1Fundus/Dokumente/5._Nationaler_IT-Gipfel_2010_Dresden/ikt-strategie-der-bundesregierung,property=p

df,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

BMWK. «Digitale Transformation in der Industrie.» *Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz.* 2024. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

—. *Plattform - Industrie 4.0.* 2024. https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Home/home.html (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI). *BDI – Federation of German Industries.* 2024. https://english.bdi.eu/ (último acceso: 05 de Febrero de 2024).

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. *Strengthening digital ecosystems together. Digital Transformation Centers.* 2024. https://www.bmz-digital.global/en/digitalzentren/ (último acceso: 06 de Febrero de 2024).

Die Bundesregierung. «Die neue Hightech-Strategie. Innovationen für Deutschland.» *Bundesministerium für Bildung und Forschung.* Agosto de 2014. https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/upload_filestore/pub_hts/hts_broschure_web.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

—. «Legislaturbericht. Digitale Agenda 2014–2017.» *Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz.* Mayo de 2017. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-agenda-legislaturbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

Expertenkommission Forschung und Innovation. «Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2017.» *Expertenkommission Forschung und Innovation.* 2017. https://www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Gutachten/2017/EFI_Gutachten_2017.pdf (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

Hightech-Forum. *Hightech-Forum.* 2024. https://www.hightech-forum.de/ (último acceso: 05 de Febrero de 2024).

Kagermann, Henning, Reiner Anderl, Jürgen Gausemeier, Günther Schuh, y Wolfgang Wahlster. «Industrie 4.0 in a Global Context. Strategies for Cooperating with International Partners.» *acatech STUDY.* 2016. https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2016/11/acatech_eng_STUDIE_Industrie40_global_Web.pdf (último acceso: 05 de Febrero de 2024).

Kagermann, Henning, Wolfgang Wahlster, y Johannes Helbig. «Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.» *Final report of the Industrie 4.0 Working Group. acatech and Forschungsunion.* Abril de 2013. https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/download-pdf/?lang=en (último acceso: 06 de Febrero de 2024).

LNI4.0. *LNI 4.0 - Labs Network Industrie 4.0 e.V.* 2024. https://lni40.de/ (último acceso: 06 de Febrero de 2024).

Pfeiffer, Sabine. «The Vision of "Industrie 4.0" in the Making - a Case of Future Told, Tamed, and Traded.» *Nanoethics 11, 107–121.* 2017. https://doi.org/10.1007/s11569-016-0280-3 (último acceso: 06 de Febrero de 2024).

Plattform Industrie 4.0. «Arbeit, Aus- und Weiterbildung in den Anwendungsszenarien. Diskussionpapier.» *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.* Abril de 2016. https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/anwendungsszenarien-fuer-arbeit-aus-und-weiterbildung.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (último acceso: 07 de Febrero de 2024).

—. «Industrie 4.0: Whitepaper FuE-Themen.» Abril de 2014. https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2014/april/Industrie_4.0__Whitepaper_zu_Forschungs-_und_Entwicklungsthemen/Industrie-40-Whitepaper-Forschung-20140403.pdf (último acceso: 06 de Febrero de 2024).

—. «Leitbild 2030 für Industrie 4.0. Digitale Ökosysteme global gestalten.» *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.* Mayo de 2019. https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Leitbild-2030-f%C3%BCr-Industrie-4.0.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

—. «RAMI4.0 - a reference framework for digitalisation.» 2018. https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/rami40-an-introduction.pdf?__blob=publicationFile&v=7 (último acceso: 06 de Febrero de 2024).

Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft / acatech. «Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.» Abril de 2013. https://www.acatech.de/publikation/umsetzungsempfehlungen-fuer-das-zukunftsprojekt-industrie-4-0-abschlussbericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0/ (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

Schroeder, Wolfgang. «Germany's Industry 4.0 strategy. Rhine capitalism in the age of digitalisation.» *Friedrich-Ebert-Stiftung.* Noviembre de 2016. https://uk.fes.de/fileadmin/user_upload/publications/files/FES-London_Schroeder_Germanys-Industrie-40-Strategy.pdf (último acceso: 02 de Febrero de 2024).

Schuh, Günther, Reiner Anderl, Roman Dumitrescu, Antonio Krüger, y Michael ten Hompel. «Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020.» *acatech STUDY.* 2020. https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/ (último acceso: 06 de Febrero de 2024).

World Economic Forum. «The Next Economic Growth Engine. Scaling Fourth Industrial Revolution Technologies in Production.» *White Paper. In collaboration with McKinsey & Company.* Enero de 2018. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Technology_and_Innovation_The_Next_Economic_Growth_Engine.pdf (último acceso: 05 de Febrero de 2024).

CAPÍTULO III

AVANCES EN LA INDUSTRIA DIGITAL EN EL MUNDO. ESTRATEGIAS PARA MÉXICO

>[16] La industria de semiconductores en Taiwán: del aprendizaje al posicionamiento global

SUMARIO

I. Introducción.
II El Estado desarrollista en Taiwán.
III. El desarrollo de la industria de CI en el mundo y en Taiwán.
IV. Situación actual.
V. Consideraciones finales.
VI. Bibliografía

Eduardo Tzili-Apango

Profesor-investigador en el Departamento de Política y Cultura, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco. Miembro del Grupo de Estudios Sobre Eurasia (GESE) y del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)

I. INTRODUCCIÓN

Para 2020 las ganancias de la industria de mundial de semiconductores se habían incrementado en un 10.4% con respecto al año anterior, pero para el 2021 se notó tal escasez de semiconductores que se calculó una afectación integral a la industria de tecnología avanzada, particularmente a la producción de teléfonos inteligentes (*smartphones*), computadoras, Internet de las cosas, electrónicos y automóviles. Tan solo en Estados Unidos (EEUU) se estimó un aumento de entre 1% u 3% en los costos de producción en 169 industrias por lo ya señalado, mientras que en la República Popular China (RPC) se registraron caídas en el abastecimiento de microprocesadores a la industria automotriz de entre 10% y 20%. En la prensa, la convergencia entre la guerra comercial sino-estadounidense y el "Gran Confinamiento" provocado por la pandemia de Covid-19, que a su vez causó la escasez de semiconductores", fue adjetivada como una "Tormenta Perfecta" (Qu, y otros 2021), misma que devino en la "Gran Escasez de Semiconductores 2020-2023".

Además de la "Cuarta Crisis en el Estrecho de Taiwán" de 2022, provocada por la visita de la líder de la Cámara de Representantes de EEUU a la isla –Nancy Pelosi–, con la subsecuente respuesta de la RPC que incluyó vuelos militares, lanzamiento de misiles hacia las aguas circundantes de Taiwán, restricciones comerciales y reafirmación de la política de unificación por parte del gobierno chino, la "Gran Escasez de Semiconductores" puso a Taiwán en la mira del público global, esto a raíz de que poco más de la mitad de la producción mundial actual de semiconductores es realizada por una empresa taiwanesa –la *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited* (TSMC). De hecho, durante su visita en agosto de 2022 Pelosi se entrevistó con el presidente de TSMC, Morris Chang, quien aparentemente aprovechó la reunión para criticar la Ley Ciencia y CHIPS impulsada por Washington, y que busca impulsar una industria estadounidense con subsidios de poco más de 50 mil millones de dólares estadounidenses (USD). Según algunos reportajes (Burns 2023), Pelosi, e incluso

la entonces presidenta taiwanesa, Tsai Ing-wen,[1] escucharon sumisamente, lo cual refleja la condición de poder que la empresa TSMC tiene por sí misma.

Precisamente, la apuesta de Taipéi por el desarrollo de una industria nacional de semiconductores revela la importancia estratégica del fomento de políticas industriales dirigidas al desarrollo de la producción de alta tecnología. Si a esto se añade la particular situación geopolítica de Taiwán, caracterizada por la lucha histórica de un espacio internacional para sobrevivir como Estado-nación, la estrategia del impulso de una política industrial hacia la alta tecnología adquiere mayor relevancia. En consecuencia, el presente capítulo tiene como objetivo explicar el proceso de desenvolvimiento de la industria de semiconductores en Taiwán, esto para dar luz de potenciales experiencias que sirvan al avance del desarrollo industrial digital en México.

El presente capítulo se divide en cuatro partes. En la primera se discute un poco con la literatura que ha buscado comprender la experiencia desarrollista taiwanesa. Destaca el peso del Estado en la definición de la industria taiwanesa de semiconductores. En la segunda parte se hace el recuento histórico del proceso desarrollista de la isla. Como se verá, este proceso ha ido de la mano del desarrollo mundial de los circuitos integrados, al que Taiwán ha sabido adaptarse de manera inteligente. En la tercera parte se resalta el escenario contemporáneo. En la última parte se ofrecen algunas consideraciones finales al respecto y los retos porvenir, mismos que son eminentemente geopolíticos.

II. EL ESTADO DESARROLLISTA EN TAIWÁN

La literatura coincide en que el Estado es un componente fundamental para explicar el ascenso de Taiwán en las cadenas globales de valor y la sofisticación de su producción. Para empezar, cabe recordar que, a la postre de la segunda fase de la Guerra civil china (1946-1949), el Partido Nacionalista (*Kuomintang* o KMT) se estableció en la isla de Taiwán con la intención de mantener la lucha por el control de la China continental. Como parte del dominio económico-político de la isla, el KMT realizó importantes reformas

1 Para el presente capítulo se escribirán los nombres propios taiwaneses con el sistema Wade-Giles de transcripción fonética, al ser el este el comúnmente usado para referirse a los nombres de personas y lugares en Taiwán. Se excluyen los caracteres y los acentos tonales.

económicas, entre las que destacan la reforma agraria –con la cual se buscó legitimar al régimen y definir una base económica sólida para los esfuerzos militares–, la sustitución de importaciones, el redireccionamiento del comercio exterior –de la China continental a Japón y EEUU–, aunado a la monopolización de la industria pesada con base en la confiscación de empresas japonesas y el apoyo económico estadounidense, comprometiendo 100 millones de dólares en un periodo de 1951 a 1965 (Connelly 2014, 107-110). A decir de Rubinstein (2015), las reformas fueron parte de una estrategia geoeconómica más amplia para insertar a Taiwán en el bloque capitalista durante la Guerra Fría, ante lo cual el apoyo de Estados Unidos –sobre todo de la Agencia de EEUU para el Desarrollo Internacional (USAID por sus siglas en inglés)– fue fundamental.

Para Fonseca (2021) y Wu (2004), el Estado taiwanés estuvo mucho más presente que otros "Tigres asiáticos" en el fomento del desarrollo industrial, concentrando esfuerzos en el establecimiento de pequeñas y medianas empresa (Pymes), en la promoción de políticas industriales orientadas al crecimiento económico y la independencia tecnológica, aseguramiento de una estabilidad financiera con base en una inflación baja y una tasa favorable de cambio, así como la procuración de la equidad en la distribución del ingreso. En este tenor, León-Manríquez (2024) asevera que Corea del Sur y Taiwán compartieron el estatus de "Estados desarrollistas" entre las décadas de 1960 y 1990, pues protagonizaron transformaciones estructurales que les permitieron pasar de la periferia al centro del sistema-mundo capitalista, ello a partir de un control político fuerte y autoritario que permitió el establecimiento de órganos gubernamentales centrales para la realización de la política industrial, planificación de la economía y logro de objetivos económicos precisos, compensación por fallas de mercado y creación de mecanismos para la interacción con los agentes privados

En cuanto a la industria de los semiconductores, o específicamente hablando de los circuitos integrados (CI),[2] su desarrollo se debió a la adecuación

2 Para fines explicativos, es importante distinguir entre *semiconductor* como el material cuya propiedad de conductividad eléctrica media permite su "dopaje" (o alteración química con el agregado de impurezas para el cambio de las propiedades eléctricas) y forma la base de la electrónica moderna, y *circuito integrado* (también microchip) como un dispositivo electrónico inserto en un semiconductor para desempeñar numerosas funciones tecnológicas básicas, como procesamiento de datos o almacenamiento de información.

estratégica del gobierno taiwanés ante la crisis del bloque capitalista durante la década de 1970, sumado al viraje diplomático de los entonces principales aliados de Taiwán. El embargo de petróleo de 1973-74 hizo que el liderazgo taiwanés notara la vulnerabilidad de la economía de la isla ante los impactos del exterior, pues en ese periodo Taipéi tuvo que devaluar su moneda, con lo cual incrementaron los precios de las importaciones (Connelly 2014, 149). Además del desconocimiento diplomático de Japón (1972) y Estado Unidos (1979) –principales proveedores de tecnología–, la crisis del petróleo hizo considerar al liderazgo taiwanés la necesidad de desarrollar modos más eficientes de producción, por lo cual se apostó por el desarrollo las "industrias estratégicas": transporte, electrónica y computación (Fonseca 2021, 52-53, Rubinstein 2015).

La literatura también coincide en que el Estado es el motor principal del establecimiento de la industria de CI en Taiwán. Mathews (1997), por ejemplo, arguye que el desarrollo de acciones concretas en el impulso de la industria de semiconductores, como el establecimiento del Parque Industrial Basado en la Ciencia de Hsinchu en 1979, fue consecuencia deliberada de una política pública, lo cual se distingue de otros procesos similares, como el florecimiento de Silicon Valley en California (EEUU) a partir de la iniciativa eminentemente privada. En esta línea, para Liu (1993), el caso taiwanés revela la importancia que la participación activa del Estado tiene para el desarrollo de industrias de alta tecnología en un país sin grandes firmas industriales, pues Taipéi promovió políticas específicas para tal fin, como el fomento de la investigación propia, la adquisición y transferencia de tecnologías, así como la construcción de infraestructura. En coincidencia, Tung (2001) afirma que la creación autóctona de la industria taiwanesa de alta tecnología es resultado del esfuerzo predominantemente gubernamental, en el que el Estado eligió y decidió el objetivo industrial a desarrollar, proveyó el financiamiento requerido –para investigación y desarrollo (I+D) e infraestructura–, y escogió los incentivos fiscales, todo lo cual devino en un gobierno que pudo contrarrestar efectivamente cualquier falla de mercado.

Si bien se reconoce la presencia del Estado en el desarrollo económico y tecnológico de Taiwán, hay un debate sobre el alcance específico del mismo. Ouyang (2006) y León (2024, 194) afirman que la burocracia económica

taiwanesa, como parte del Estado, es la primera responsable en materializar las políticas industriales diseñadas por su gobierno. Específicamente, el Estado se encargó de ofrecer las condiciones adecuadas para que la burocracia pudiese llevar a cabo su labor de manera exitosa, como la selección de perfiles adecuados para el desarrollo de industrias de alta tecnología, la construcción de una red de asesores externos para complementar la acción de la burocracia, la concentración física de los esfuerzos en parques industriales para mejor coordinación, el fomento de *joint-ventures* para los problemas de los incentivos desalineados3 y la brecha de información entre gobierno y administradores, y estimular a los burócratas a la realización sus propios negocios en torno a la industria (Ouyang 2006, 1319-1326). Wu (2004) asevera que, más allá de un desarrollo dirigido por el Estado, la experiencia taiwanesa puede caracterizarse como un "éxito industrial políticamente inspirado" por el papel predominante de las fuerzas del mercado, la presencia de una burocracia económica y con base en liderazgos políticos fuertes.

Por su parte, Tung (2001, 281-284) matiza el papel del Estado al señalar una serie de procesos ajenos a la intervención del Estado, o en los que este actuó contrario a lo que se podría suponer en cuanto a intervención estatal en la economía. P. ej., la autora señala que, aun cuando formalmente son de propiedad estatal, las *joint-ventures* taiwanesas en la industria de CI se erigieron como empresas privadas, en las cuales el Estado no interviene administrativamente. De igual modo, el Estado taiwanés no brindó incentivos a nivel de firmas empresariales –solo a nivel de fomento industrial–, además de que no protegió de manera particular a su industria tecnológica, lo que resultó en empresas altamente autónomas y actuantes conforme las leyes del mercado.

En todo caso, esta breve revisión de literatura confirma la importancia del papel del Estado en el establecimiento y consolidación de una industria de alta tecnología. Sin embargo, es importante no caer en reduccionismos epistemológicos o percepciones ideológicamente maniqueas, pues la presencia del Estado en el desarrollo tecnológico de Taiwán no significó desdeñar el papel del mercado; de hecho, el aprovechamiento de los mecanismos del

3 El incentivo desalineado (*incentive misalignment*) se refiere a las repercusiones de la ausencia de reglas claras que gestionan las recompensas y las sanciones a quienes participan en una empresa.

mercado ha sido fundamental para el buen desenvolvimiento de la industria taiwanesa de CI. De igual modo, la presencia del Estado no implica desdeñar el papel de la burocracia, misma que, con los incentivos adecuados, también ha sido parte fundamental en el desarrollo de la industria tecnológica en Taiwán. Por último, la literatura confirma que el progreso de la industria taiwanesa de semiconductores obedeció a consideraciones estratégicas, tomando en cuenta las situaciones geopolítica y nacional, y buscando aprovechar las ventajas comparativas a partir de sendas políticas públicas.

III. EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE CI EN EL MUNDO Y EN TAIWÁN

El ritmo en el desarrollo mundial de la industria de CI ha sido tan rápido, que una persona que haya dedicado toda su vida a trabajar con semiconductores, y que se haya jubilado a inicios de la década de 2020, ha experimentado absolutamente todos los grandes cambios en la evolución de la producción. Desde un punto de vista geopolítico global, la industria de CI ha pasado por cuatro fases, tres de las cuales se discutirán aquí. La primera, de 1960 a 1980, se caracteriza por la aparición de compañías que controlaban todo el proceso productivo (desde los estudios de mercado y el diseño principal, hasta la comercialización), así como por la concentración geográfica del diseño y la producción de semiconductores en América del Norte –particularmente Estados Unidos, en donde se comercializó por primera vez un circuito integrado por la compañía *Fairchild Semiconductor* en 1958 (Richard 2023, 181).

En esta coyuntura en Taiwán inició la fase de aprendizaje, adquisición de tecnologías y facilitación para el surgimiento de empresas locales, esto con la fundación del Instituto de Electrónica (Universidad Nacional Chiao Tung - UNCT) en 1958 en Hsinchu, el cual ofreció los primeros cursos en la materia, aunado al posterior establecimiento del primer laboratorio de semiconductores en 1964, evento que se considera fundacional para el desarrollo tecnológico de semiconductores en Taiwán (Chang y Yu 2002, 6). En 1970 un grupo de personas provenientes de la UNCT fundaros la primera compañía taiwanesa productora de transistores de base de silicón, la *Fine Product Micro Electronics Corporation.*

Posteriormente, en 1973 se fundó el Instituto de Investigación en Tecnología Industrial (IITI) con el auspicio del Ministerio de Asuntos Económicos y con el objetivo de ser un laboratorio nacional para la construcción de capacidades técnicas enfocadas en la alta tecnología, iniciando labores precisamente con proyectos sobre semiconductores. En 1974 se conformó la Organización de Servicio e Investigación de Electrónicos (OSIE), como parte del IITI, para ampliar las capacidades de investigación sobre semiconductores. En 1979 se estableció el Parque Científico-Industrial de Hsinchu, promovido por el Consejo Nacional de Ciencias e inspirado en Silicon Valley, lo que implicó construir el parque adyacente a la UNCT y al IITI para una continua interacción (Mathews 1997, 30-31). Este mismo año se configuró la Corporación Unida de Microelectrónicos (CUM) como consecuencia de la decisión de la OSIE para enfocarse en I+D, y delegar la producción y la venta; la CUM fue la primera compañía taiwanesa de propiedad privada en CI, así como la primera autorizada en el Parque de Hsinchu (Chang y Yu 2002, 11).

La primera fase en el desarrollo de la industria de CI culminó, en Taiwán, con la creación de TSMC en 1987. A decir de Richard (2023, 181-182), TSMC fue la primera compañía de manufactura exclusiva de CI en el mundo, pues se basó un modelo innovador para la época, enfocado en la sola producción de circuito integrados de otras compañías, lo cual se contextualiza en la segunda fase de la industria global de CI (décadas de 1980 y 1990), caracterizada por la fragmentación de las cadenas globales de valor y, por ende, por la especialización en algún proceso de la producción de semiconductores. La aparición de compañías como Xilinx (1984) y Qualcomm (1985), aunado a la relocalización de parte del proceso productivo de otras como Intel, misma que se enfocó entonces en el diseño y la innovación tecnológica, sugiere que la producción de la segunda fase todavía se concentraba en América del Norte, aunque el incremento en los costos de producción provocó que la relocalización mencionada iniciara un reacomodo geopolítico en la producción de CI, sobre todo en el Este asiático.

Para este punto habría que recordar que, de manera similar a la "Guerra de los chips" entre China y Estados Unidos iniciada en 2023, en la década de 1980 Japón y EEUU protagonizaron otra disputa por el mercado de los semiconductores en razón del fortalecimiento japonés en la industria de CI –énfasis en la

industria de las memorias dinámicas de acceso aleatorio–, aunado al declive en las capacidades competitivas de las firmas estadounidenses. Como Irwin (1996) y Macher, Mowery y Hodges (1998) recuerdan, agentes privados estadounidenses (como la Asociación de la Industria en Semiconductores) presionaron a su gobierno para limitar el supuesto *dumping* en los precios de los productos japoneses en el ramo, y para abrir el mercado nipón a los productos tecnológicos de EEUU. Lo anterior resultó en el Acuerdo sobre Comercio en Semiconductores de 1986 que, entre otras cosas, obligó al Ministerio de Comercio Internacional e Industria de Japón a reducir la cantidad de semiconductores exportados al mercado internacional, además de que abrió paso a una mayor intervención del Estado norteamericano en el desarrollo de las capacidades productivas de su industria de CI vía subsidios y fortalecimiento de las políticas para protección de propiedad intelectual.

Como reconoce la propia TSMC (1994, 5), desde su fundación, la compañía ha concentrado esfuerzos en servicios de manufactura de circuitos integrados avanzados, y no tanto en el desarrollo o la producción de CI propios, lo que hacía a TSMC "más un socio y no un competidor" de otras compañías de semiconductores –esto para no involucrarse en una disputa comercial como la experimentada por EEUU y Japón. Lo anterior también se derivó de la necesidad de ajustar la estrategia de competitividad a raíz de la aparición de las surcoreanas Samsung, Hyundai y Goldstar en 1983, por lo que se impulsó una *joint-venture* con la multinacional Philips para la creación de TSMC inicialmente enfocada en el desarrollo de integración a muy gran escala (VLSI por sus siglas en inglés), referente a la tecnología para integrar numerosos transistores –y, por ende, funciones– en un solo circuito integrado, proceso que TSMC revolucionó en su momento con la creación de un diseño modular que permitió avanzar en la VLSI a la par de la reducción de costos (Mathews 1997, 36).

La tercera fase de la industria global de CI (décadas de 2000 y 2010) se caracterizó por el ascenso de las empresas de diseño sin fábricas, la proliferación de las compañías de manufactura exclusiva –como la china SMIC (*Semiconductor Manufacturing International Corporation*), fundada en el 2000–, y una cada vez mayor participación de empresas de sistemas de software en el desarrollo y la producción de semiconductores (Richard 2023,

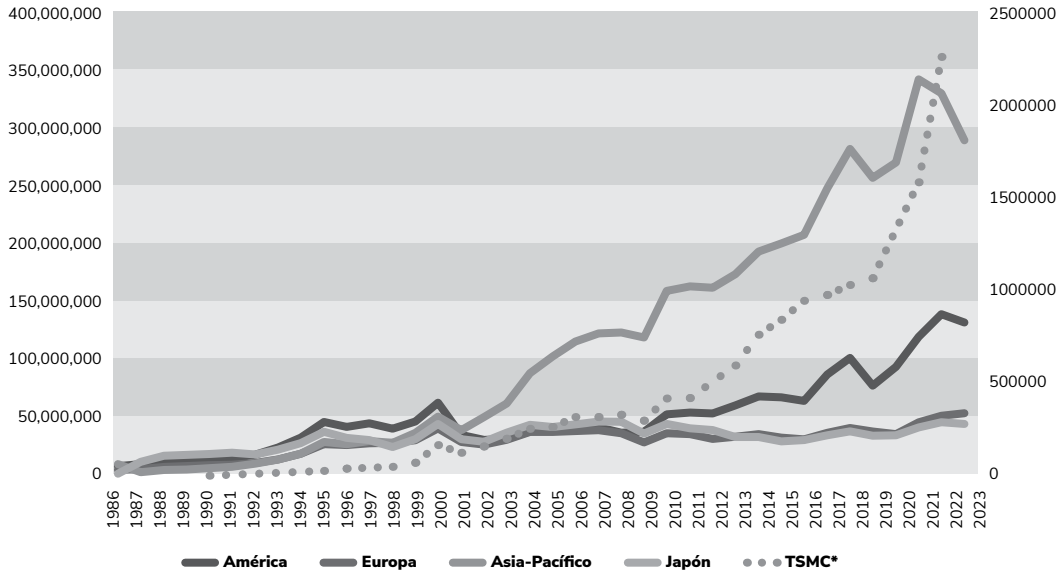
183). Para el caso de Taiwán, esta fase coincidió con la integración vertical de la producción de los CI –que se refiere, más que nada, al "efecto derrame" del *know how* de empresas más grandes a aquellas más pequeñas en el mismo ramo–, a la innovación administrativa, a la expansión en la cooperación global, y al establecimiento de muchas compañías más en el Parque de Hsinchu (Chang y Yu 2002, 13-15).

Esta fase también se podría distinguir como un periodo de mayor geopolitización de la industria de los semiconductores, iniciando con los probables efectos de la Tercera Crisis en el estrecho de Taiwán de 1995-96 a la industria global de CI, y finalizando con el inicio de la guerra comercial entre China y Estados Unidos en 2017. De acuerdo con Fonseca (2021, 54), la amenaza que supone China continental para la isla es un factor determinante para enfocarse en la innovación tecnológica. Para 1998 la industria pesada y la de químicos ya representaban un 71,5% del producto interno bruto taiwanés (Connelly 2014, 292). El mercado de CI se contrajo 10% en 1996 y 8.4% en 1998, probablemente como consecuencia de la Tercera Crisis y la Crisis Financiera Asiática de 1997 (TSMC 1997, 15; 1998, 15). Pero, las ventas de TSMC aumentaron un 37% en 1996 con respecto al año anterior, y en 1998 fue la única empresa en el mundo de los CI con saldo positivo, situación correlacionada con la fortaleza económica taiwanesa que, con base en extensas reservas internacionales, pudo sortear mejor la Crisis que sus vecinos asiáticos. En palabras del entonces presidente de *H&Q Asia Pacific*, Ta-lin Hsu, "si Taiwán no hubiese tenido industrias de alta tecnología en los últimos años, [al igual que muchos países asiáticos en recesión] también estaríamos en mala forma" (Forbes 1998). La consolidación de TSMC y su papel como disuador de amenazas externas, así como de estabilizador relativo de la economía taiwanesa, le han conferido el mote de "台湾硅盾" (*Taiwan kuei tun*), o "escudo de silicio de Taiwán" (Zhang 2005).

Como se observa en la Gráfica 1, de 1986 a 1996 las ganancias por ventas de semiconductores en América aumentaron 19% en promedio anual, mientras que las de Japón y las de TSMC más de 60%. En 1986 la región de Asia-Pacífico era la mayor vendedora de CI en el mundo, pues registró 10,4 mil millones de USD en ventas totales, mientras que la región de América 8,5 millones USD. Para 1996 América se posicionó como la región de mayor ventas en

semiconductores (42,6 millones USD), seguido de Japón (34,1 millones USD); en este mismo año TSMC ganó 39 mil millones de nuevos dólares taiwaneses (NTD) por concepto de ventas de CI, lo que equivale aproximadamente a poco más de 10 mil millones de USD[4].

Gráfica 1 **Ganancias totales mundiales por ventas de semiconductores, 1986-2023**



Fuentes **Elaboración propia con base en WSTS (2023) y TSMC (varios años).**
Los valores son en miles de dólares estadounidenses.
*** Los valores de TSMC son en miles de dólares taiwaneses;**
se ubican en el eje Y secundario.

Para 2006 el ritmo de crecimiento de la industria de semiconductores de América se había reducido considerablemente, pues de 1996 a 2006 sus ventas crecieron 3% en promedio anual, mientras que las de Asia-Pacífico 17% (probablemente por ventas surcoreanas), y las de TSMC 28%. En el 2001 las ventas niponas de semiconductores superaron por primera vez a las americanas –39,8 mil millones USD frente a 35,7 mil millones USD–, y en 2014 TSMC por primera vez rebasó la mitad de la cuota total del mercado

4 27,68 NTD por USD al tipo de cambio de 1996 (countryeconomy.com 2024).

mundial de semiconductores –54% con ganancias reportadas en alrededor 25 mil millones USD (TSMC 2014, 3).

En suma, la industria de semiconductores en Taiwán ha estado concatenada con el desarrollo de la industria mundial. En las décadas de 1960-1980 la industria global experimentó una primera fase de desarrollo, caracterizada por el dominio de compañías que controlaban todo el proceso productivo. En esta etapa en Taiwán se dieron los procesos necesarios –impulsados desde el Estado– para el aprendizaje de la industria, la adquisición de tecnologías y la facilitación para el surgimiento de empresas locales, lo cual culminó con la aparición de TSMC en 1987. En el periodo 1980-2000 la industria global experimentó una segunda fase de desarrollo, misma que se distinguió por la división productiva a raíz del incremento de los costos y la tendencia a la especialización manufacturera –lo que resultó en procesos de relocalización–, además de darse las primeras tensiones por la competencia en terceros mercados. En esta fase Taiwán se adaptó a las tendencias mundiales para integrarse en las cadenas globales de valor sin necesariamente incurrir en la competencia con los líderes del mercado. En el periodo de las décadas 2000-2010 la industria global pasó por una tercera fase que se caracterizó por el ascenso de empresas de diseño sin fábricas, por la proliferación de compañías de manufactura exclusiva, y por una presencia cada vez más grande de empresas de sistemas de software en el desarrollo y la producción de semiconductores. En esta etapa Taiwán se enfocó en incrementar calidad y cantidad de su producción de CI, aunado a que sus capacidades de alta tecnología sirvieron cada vez más a la fortaleza de su economía y a su seguridad geopolítica.

IV. SITUACIÓN ACTUAL

La Gran Escasez de Semiconductores 2020-2023 concientizó al mundo de la importancia de los circuitos integrados. Tan solo en 2020 el 90% de la industria de los teléfonos inteligentes se vio afectada por el confinamiento, con caídas en ventas del 12,5%. Los precios en las televisiones inteligentes aumentaron 30% a inicios de 2021, año en el que se calcularon pérdidas por alrededor de 61 mil millones USD en la industria global de automóviles. Si bien la Gran Escasez benefició a algunas industrias –como la de los equipos de

computadoras, que experimentó un aumento en la demanda–, el confinamiento entorpeció la logística (Mohammad, Elomri y Kerbache 2022, 477-479).

En la actualidad, Asia concentra el 80% de la producción global de semiconductores y es sede de una gran cadena de producción que tiene, a la vanguardia, a Japón, Corea del Sur y Taiwán como líderes en sofisticación tecnológica, a China, Malasia y Singapur como países con mediano valor agregado e incipientes esfuerzos en innovación tecnológica, y a Filipinas, Indonesia, Tailandia y Vietnam en la retaguardia de la producción de CI. Cabe señalar que, sin importar el nivel de innovación tecnológica de la cadena productiva regional, la industria de semiconductores en el Este asiático aún se caracteriza por la intervención del Estado y por la colaboración de este con un capital humano en constante formación, además de la integración de una infraestructura específica que reúne –espacial y logísticamente– a parques científicos y tecnológicos con universidades cuya investigación se enfoca en semiconductores. Al presente Corea del Sur y Taiwán han superado a Japón en lo que se refiere al mejoramiento del desempeño de las firmas en la frontera tecnológica (Rasiah y Wong 2021).

En este contexto, Taiwán –y particularmente TSMC– domina partes importantes del amplio espectro de la industria en semiconductores, lo cual supone un riesgo estratégico debido a la concentración geográfica del diseño y de la producción. Al 2023 TSMC sobresalía en al menos dos rubros de la industria de CI: vanguardia tecnológica y dominio relativo del mercado. Por un lado, junto con la surcoreana Samsung y la estadounidense Intel, TSMC es de las pocas marcas con la capacidad productiva de manufacturar chips comerciables debajo de los 10nm,5 y a inicios de 2023 TSMC introdujo en el mercado la tecnología 3nm para producción de chips; se considera que lleva una delantera de 2-3 años de vanguardia con respecto a sus competidores. Por otro lado, el 56% de las ventas globales de semiconductores al 2023 fueron llevadas a cabo por TSMC, aunque cabe señalar que el 75% de sus acciones son de propiedad no taiwanesa (Wong y Plummer 2023).

5 La tecnología “nm” (o “tecnología nanómetro”) se refiere tanto a la medida en el tamaño de los transistores y componentes de un microchip, como a procesos de producción mejorados que vienen en olas de generaciones sucesivas.

Para el 2022 la industria taiwanesa de semiconductores consistía en 262 empresas de diseño sin fábricas, 15 firmas manufactureras, 37 empresas de embalaje y pruebas, además de muchas otras integradas a la gran cadena productiva de la isla. En el mismo año Taiwán dominaba el 20,8% del mercado en diseño de circuitos integrados, solo por detrás de EEUU, el 77,6% del mercado mundial de producción, posicionándose en el primer lugar, y el 53,9% del total mundial en materia de embalaje y pruebas, también siendo el número 1. En 2022 los principales socios comerciales de la industria taiwanesa de CI fueron: China, Corea del Sur, Japón, Malasia y Singapur (véase Tabla 1) (TSIA 2023).

Tabla 1 **Principales socios comerciales del mercado de CI de Taiwán, 2022.**

Importaciones	Exportaciones
China (incluyendo Hong Kong) 636,456 millones (24%)	China (incluyendo Hong Kong) 3,229,757 millones (57,7%)
Corea del Sur 575,462 millones (21,7%)	Singapur 649,310 millones (11,6%)
Japón 275,797 millones (10,4%)	Japón 458,995 millones (8,2%)
Malasia 156,462 millones (5,9%)	Corea del Sur 442,202 millones (7,9%)
Estados Unidos 153,180 millones (5,85)	Malasia 291,070 millones (5,2%)

Fuente **Elaboración propia con base en TSIA (2023, 14).**
En NTD.

Aunado a las tensiones entre China y Estados Unidos, la concentración geográfica de la producción y la innovación en la industria de los semiconductores colocan a Taiwán en una posición geopolítica muy particular. Por un lado, como señala Fonseca (2023), es probable que el desarrollo de la industria de los semiconductores sea una prioridad de Estado a largo plazo, independientemente de quien gobierne la isla, ya que esto contribuye a mantener el "escudo de silicio" necesario para mantenimiento del espacio internacional de Taiwán y ciertos márgenes de maniobra política. Por otro lado, como propone Reyes Solís (2023), un conflicto en el estrecho de Taiwán supone un control de la industria de los semiconductores, situación que no se podría dar sin antes afectar la producción y suministro de los circuitos integrados de una forma

mucho más profunda que la pandemia por Covid-19. Debido a esto es posible suponer que las constantes acciones estadounidenses en contra de la industria tecnológica de la República Popular China solo orillan a este país a considerar, de manera cada vez más seria, la necesidad de la "unificación" territorial.

V. CONSIDERACIONES FINALES

A inicios de 2024 hubo elecciones en Taiwán, de las cuales resultó ganador el vicepresidente Lai Ching-te (o también "William Lai") por el gobernante Partido Progresista Democrático (PPD). En conferencia de prensa posterior al anuncio de la victoria electoral, Lai puntualizó la importancia de la industria de los semiconductores para la "era global de la inteligencia artificial", por lo que la industria taiwanesa es un "activo común" para la división global de valor, con lo cual "Taiwán tiene una responsabilidad ante el mundo". Así, como presidente electo prometió contribuir a la consolidación de la industria taiwanesa de CI, demostrando así la prioridad política que esto tiene para Taipéi (Lin 2024).

También en enero de 2024 una delegación del Consejo de Negocios EEUU-Taiwán viajó a la isla para demostrar su apoyo al recién electo presidente Lai, así como discutir temas de importancia bilateral con varios segmentos del gobierno taiwanés. En materia de semiconductores, se reafirmó la cooperación en el marco de la Colaboración en Tecnología, Comercio e Inversiones, oficializado a finales del 2021, y se firmaron siete memorandos de entendimiento entre compañías estadounidenses y taiwanesas en 5G. La parte taiwanesa enfatizó la importancia de la cooperación entre Estados Unidos y Taiwán para la "resiliencia" en la industria de CI y la cadena de suministros, sumado a la proyección de una identidad geoeconómica de "papel crítico en la cadena global de suministros", con lo cual se invitó a profundizar las estrategias de cooperación e inversiones por parte de Estados Unidos (USTBC 2024).

En febrero de 2024 se anunció que, a pesar del impacto de las sanciones estadounidenses a la producción de la RPC de CI, la empresa china SMIC iniciaría la producción de chips de 5nm para Huawei, con lo cual disminuye la brecha tecnológica entre China con respecto a Taiwán y Estados Unidos (Liu 2024).

Las tensiones sino-estadounidenses, la competencia mundial por el mercado de la alta tecnología, la continuidad del PPD –partido que se ha distinguido por promover una agenda "independencionista" con respecto a China continental–, el posicionamiento global de las industrias de semiconductores de China y de Taiwán, la lucha de Taipéi por su espacio internacional, la necesidad del mantenimiento de la estabilidad y el *statu quo* en el estrecho de Taiwán, y la cada vez mayor demanda global de circuitos integrados, son todos elemento que convergen en la "espada de doble filo" que supone el "escudo de silicio" de Taiwán.

Como este capítulo expuso, el desarrollo de la industria de semiconductores en Taiwán fue una decisión de Estado, lo que ha implicado una constante presencia del mismo en el desarrollo de la industria, independientemente del gobierno en turno. De hecho, se podría decir que los semiconductores han pasado a formar parte de la identidad geopolítica de Taiwán, ya que le han asegurado, hasta cierto punto, una presencia autónoma en el escenario internacional, así como una herramienta de negociación y un modo de desarrollo en el bienestar económico de la sociedad.

La experiencia taiwanesa refleja la importancia de la dedicación del Estado al desarrollo integral para fines estratégicos. Sin embargo, por su peculiar naturaleza geopolítica, la experiencia taiwanesa de convertirse en un foco de tensión en el Este asiático no debe necesariamente repetirse en otras latitudes. Pero, sin duda, el desarrollo de la industria de semiconductores en Taiwán demuestra haber sido una apuesta con muy poco qué perder y mucho qué ganar.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Burns, Alexander. “Taiwan’s Tech King to Nancy Pelosi: U.S. Is in Over Its Head”. *Politico.* 14 de febrero de 2023. https://www.politico.com/news/2023/02/14/taiwan-tech-king-pelosi-powerhouse-microchip-industry-00082646.

Chang, Chun-Yen, y Po-Lung Yu. “The Development of Taiwan’s IC Industry: An Overview”. En *Made by Taiwan. Booming in the Information Technological Era*, de Chun-Yen Chang y Po-Lung Yu, 3-26. Singapur: World Scientific, 2002.

Connelly, Marisela. *Historia de Taiwán.* México DF: Centro de Estudios de Asia y África-El Colegio de México, 2014.

countryeconomy.com. *New Taiwan Dollar Exchanges Rates.* 2024. https://countryeconomy.com/currencies/taiwan?dr=1996-05.

Fonseca, Fabricio A. “El desarrollo económico de Taiwán y sus lecciones para México: la abundancia de Pymes y la política bancaria”. En *Asia y sus caminos al desarrollo: Ejemplos para México, los casos de China, Corea, Japón, Taiwán y Rusia*, de Adolfo Alberto Laborde Carranco, 43-70. CDMX: E-dae, 2021.

Fonseca, Fabricio A. “Taiwán: entre una economía pujante, elecciones locales y la cuarta crisis del estrecho”. *Anuario Asia Pacífico 2023* (Centro de Estudios de Asia y Áfria-El Colegio de México), 2023: 1-21.

Forbes. *Silicon Island.* 01 de junio de 1998. https://www.forbes.com/global/1998/0601/0105042a.html?sh=e957c867f4b5.

Irwin, Douglas A. “The U.S.-Japan Semiconductor Trade Conflict”. En *The Political Economy of Trade Protection*, de Anne O. (ed.) Krueger, 5-14. University of Chicago Press, 1996.

León-Manríquez, Joé Luis. “Corea del Sur y Taiwán, ‘Tigres gemelos’: comparaciones y conexiones”. En *Taiwán y el sistema de equilibrios inestables de Asia del este*, de Pablo Henri Ramírez Didou y Juan José Ramírez Bonilla, 246. Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2024.

Lin, Judy. "Taiwan's President-Elect promises to support semiconductor industry". *DigiTimes Asia*. 15 de enero de 2024. https://www.digitimes.com/news/a20240114VL200/taiwan-geopolitics-semiconductor-supply-chain.html.

Liu, Chung-Yuan. "Government's role in developing a high-tech industry: the case of Taiwan's semiconductor industry". *Technovation* 13, nº 5 (1993): 299-309.

Liu, Qianer. "China on cusp of next-generation chip production despite US curbs". *Financial Times*. 5 de febrero de 2024. https://www.ft.com/content/b5e0dba3-689f-4d0e-88f6-673ff4452977.

Macher, Jeffrey T., David C. Mowery, y David A. Hodges. "Reversal of Fortune? The Recovery of the U.S. Semiconductor Industry". *California Management Review* 41, nº 1 (1998): 107-136.

Mathews, John A. "A Silicon Valley of the East: Creating Taiwan's Semiconductor Industry". *California Review Management* 39, nº 4 (1997): 26-54.

Mohammad, Wassen, Adel Elomri, y Laoucine Kerbache. "The Global Semiconductor Chip Shortage: Causes, Implications, and Potential Remedies". *IFAC-PapersOnLine* 55, nº 10 (2022): 476-483.

Ouyang, Hongwu Sam. "Agency problem, institutions, and technology policy: Explaining Taiwan's semiconductor industry development". *Research Policy* 35 (2006): 1314-1328.

Qu, Hui, Shujing He, Shaohui Zhai, Yukun Liu, y Wei Han. "How a perfect storm created the global chip shortage". *Nikkei Asia.* 1 de junio de 2021. https://asia.nikkei.com/Spotlight/Caixin/How-a-perfect-storm-created-the-global-chip-shortage.

Rasiah, Rajah, y Siu Hong Wong. "Industrial upgrading in the semiconductor industry in East Asia". *Innovation and Development* 11, nº 2-3 (2021): 413-440.

Reyes Solís, Juan Roberto. "El mercado internacional de semiconductores y sus consecuencias en la economía global: el caso de Taiwán". *Revista Mexicana de Economía y Finanzas* 18, nº 4 (2023): 1-25.

Richard, Corey. *Understanding Semiconductors.* San Francisco: Apress, 2023.

Rubinstein, Murray A. "Taiwan's Socioeconomic Modernization, 1971-1996". En *Taiwan. A New History*, de Murray A. Rubinstein. Oxon y Nueva York: Routledge, 2015.

TSIA. "Overview on Taiwan Semiconductor Industry (2023 Edition)". *Taiwan Semiconductor Industry Association.* 2023. https://www.tsia.org.tw/EN/PublOverview?nodeID=60.

TSMC. "Annual Report 1994". *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Ltd.* 1994. https://investor.tsmc.com/sites/ir/annual-report/1994/annual1994.pdf (último acceso: 2024).

TSMC. "Annual Report 1997". *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company.* 1997. https://investor.tsmc.com/sites/ir/annual-report/1997/e_all_14.pdf.

TSMC. "Annual Report 1998". *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company.* 1998. https://investor.tsmc.com/sites/ir/annual-report/1998/1998.pdf.

TSMC. "TSMC 2014 Business Overview". *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company.* 2014. https://investor.tsmc.com/sites/ir/annual-report/2014/2014_Business_Overview_E.pdf.

Tung, An-Chi. "Taiwan's Semiconductor Industry: What the State Did and Did Not". *Review of Development Economics* 5, nº 2 (2001): 266-288.

USTBC. "2024 US-Taiwan Business Council Delegation to Taiwan". *US-Taiwan Business Council.* 22 de enero de 2024. https://www.us-taiwan.org/events/2024-us-taiwan-business-council-delegation-to-taiwan/.

Wong, H.-S. Philip, y Jim Plummer. "Implications of Technology Trends in the Semiconductor Industry". En *Silicon Triangle. The United States, Taiwan, China, and Global Semiconductor Industry*, de Larry Diamond, James O. Ellis Jr. y Orville Schell. Hoover Institution Press, 2023.

WSTS. "Historical Billings Report". *World Semiconductor Trade Statistics.* 2023. https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report.

Wu, Yongping. "Rehintking the Taiwanese Developmental State". *The China Quaterly* 177 (2004): 91-114.

Zhang, Yaowen 張耀文. “Pasado, presente y futuro de los circuitos integrados de Taiwán 台灣積體電路設計領域的前世、今生與未來". *Sci-Tech Vista.* 16 de 05 de 2005. https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=5ebad3b2-5b85-43f8-8e7a-657b82b5910a.

CAPÍTULO IV

HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL EN MÉXICO. TEMAS GENERALES

>[17] Cadenas productivas y comercio digital en un entorno 5g

SUMARIO

I. Introducción.
II El Estado desarrollista en Taiwán.
III. El desarrollo de la industria de CI en el mundo y en Taiwán.
IV. Situación actual.
V. Consideraciones finales.
VI. Bibliografía

Jorge Fernando Negrete P.

Abogado y Presidente de Digital Policy & Law Group.

Efrén Paéz

Economista, maestro en Gestión tecnológica y analista Senior de DPL Group.

"Tenemos tecnología que no existía hace 25 años cuando se firmó el primer TLCAN: dispositivos, cibernética, va a ser bueno para el comercio digital y el comercio electrónico".

"México debe ser más rico y esto nos interesa mucho".

Robert Lighthizer

(negociador de EUA, TMEC)

I. INTRODUCCIÓN

México define su futuro económico con el nuevo TMEC y somos parte de una región que denominó Norteamérica digital.

Nada es permanente a excepción del cambio y si el cambio es tecnológico, es inevitable. El estándar de acceso inalámbrico 5G está llamado a ser la base transformadora de cadenas de valor y política pública de nuestra sociedad, al ser el motor de nuevas tecnologías como internet de las cosas (IoT), análisis de los grandes datos, inteligencia artificial (IA), *blockchain*, realidad virtual y aumentada (AR/VR) y nuevos modelos de negocios a través de múltiples verticales industriales: finanzas, salud, educación, transporte, etcétera.

Todo lo que pueda ser digital será transformado por este estándar, ya que permitirá que objetos y procesos, personas y computadores estén conectados, se incrementará la capacidad de transporte y velocidad de datos, habilitando la interacción constante entre todo aquello que se haya conectado a la red.

Al igual que los estándares de conectividad que le precedieron, las nuevas capacidades de la red serán el habilitador de nuevos modelos de negocio que aprovecharán sus principales características técnicas, tales como un uso nativo de la nube, una súper baja latencia y la ubicuidad del cómputo en el Edge, como componentes vitales para el desarrollo de vehículos autónomos, manufacturas, agricultura, puertos y ciudades inteligentes.

Estamos apenas aproximándonos a la punta del iceberg. Es una tecnología que tiene la virtud de construir eficiencias disruptivas y evidenciar ineficiencias catastróficas en casi todas las cadenas de valor y de la política pública. Al reconocer nuestras limitantes actuales, encontramos las soluciones para acelerar la eficiencia en todos los aspectos de la sociedad.

De manera similar al impacto que tuvieron sobre la sociedad tecnologías como la imprenta, el ferrocarril, la máquina de vapor o la electricidad, el 5G se encamina a ser la nueva Tecnología de Propósito General (TPG) con un impacto transversal a todos los aspectos de la sociedad, desde el modo en cómo nos comunicamos, hasta cómo producimos.

Un estudio de Ericsson indica que las diez industrias que recibirán el mayor impacto por 5G serán: el automotriz, transporte público, medios y entretenimiento, agricultura, manufactura, energía, seguridad pública, salud, servicios financieros y minoristas.

Pero en el mundo de la política pública también veremos un cambio. Todas las políticas públicas deberán apoyarse en estas tecnologías para generar servicios más cercanos, eficientes y útiles para los ciudadanos.

El mundo de las ciudades conectadas (*smart cities*) será una realidad con el control inteligente del tráfico, seguridad pública, servicios públicos, recaudación fiscal, previsión del clima y política ambiental, mantenimiento urbano, control de los residuos y políticas de transparencia a tiempo real, incluidos sistemas de IA para diseñar política pública en tiempo real y medir su impacto a través de la recopilación, procesamiento y análisis de datos.

El mundo en ocasiones odia el cambio y, sin embargo, es la única cosa que trae el progreso. Nuestra vida no mejora por casualidad, mejora por el cambio y 5G va a demostrar que no todo **cambio es crecimiento, al igual que no todo movimiento es hacia delante**, porque 5G se va a mover para todos lados, omnidireccionalmente, y va a demostrar que el cambio no sólo es probable, es inevitable.

En negocios y política pública algunos proyectos nacen de manera póstuma y no debe ser nuestro caso. Las redes serán un activo estratégico que multiplica servicios y gestiona el tráfico en una carretera de millones de canales nuevos: una red inteligente. Atestiguamos el ocaso del derecho de

las telecomunicaciones y del derecho informático, se fusionan, e integran la propiedad intelectual y la protección de datos.

Nace el derecho y la regulación digital, vinculados con ciencia y tecnología. Hablar de política sobre Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), informatización, e-gobierno o política de computo, será una anécdota sobre el *momentum* de hoy. Hablemos de Política Digital, integrada por el conjunto de recursos y acciones que ofrecen servicios públicos y gestionan procesos administrativos y financieros basados en los nuevos espacios virtuales: *end to end*.

Desde esa perspectiva, nace la política digital para la industria, la cultura, para la educación, para la salud, para la ciberseguridad, para la economía, para las ciudades. ¿La política de cobertura es parte de la política digital? Sí. Si sólo busca conectar, es de cobertura; si busca abatir brechas, es política de inclusión digital.

5G y el ecosistema que lo rodea traerán nuevos retos en todas las áreas, pero será crítico en lo jurídico por los cambios estructurales aparejados al almacenamiento en la nube, el tráfico de datos en la red y la recopilación de la información proveniente de objetos y procesos, lo que implica la aparición de nuevos riesgos a la confidencialidad, integridad y privacidad de los usuarios, empresas y gobiernos.

La protección de datos personales y confidenciales, la seguridad del ciberespacio, la propiedad intelectual sobre objetos virtuales, la protección al consumidor y figuras legales nuevas como contratos inteligentes y expedientes digitales, serán algunos de los nuevos retos de la autoridad.

5G se está desarrollando en ambientes de negocio reales, con una demanda creciente de recursos humanos y financieros para la instalación de la nueva infraestructura. Es urgente modernizar los marcos regulatorios para fomentar la inversión e innovación en un entorno competitivo convergente y desplegar más infraestructura, particularmente en los municipios, provincias, departamentos o estados.

La tecnología 5G, por sí misma, no es la causante de la marginación digital, es la falta de política pública para conectar y dotar de las herramientas digitales requeridas a los ciudadanos la principal causante del surgimiento de nuevas brechas.

Todo cambio necesita saber a dónde vamos y falta la hoja de ruta 5G, el *roadmap* de infraestructura y casos de usos del futuro. No existe mayor fuerza transformadora de la sociedad que las telecomunicaciones y la internet;esas son las herramientas más poderosas de los gobiernos y esperamos el esfuerzo histórico de las mejores agendas digitales en la historia de este.

El mundo que hemos creado es un proceso de pensamiento y 5G necesita una nueva gestión de nuestra inteligencia para transformar la sociedad y generar valor, primero con la regulación y simultáneamente con la política pública.

II. UNA SOCIEDAD CON NUEVOS DERECHOS: EL ESTADO DIGITAL

¿Qué relación existe entre política pública digital y el Estado? ¿Son el internet y los servicios de telecomunicaciones un derecho fundamental? ¿Estos derechos fundamentales son garantizados por la nueva política pública? ¿Estamos diseñando la agenda de política pública que necesitan nuestros ciudadanos?

El Estado y los poderes públicos son creados por los hombres para poder convivir y son, esencialmente,una entidad jurídica. El Estado no solo es la corporación territorial dotada de un poder de mando originario (Heller, Herman), ni el ámbito espacial de validez de las normas jurídicas (Jellinek). El Estado es un complejo vital, creado y estructurado por el orden jurídico, territorial, de derechos fundamentales, órganos de gobierno y acción pública. En su concepto estático, el Estado se estructura en la Constitución; y en su concepto dinámico, es la base de la acción pública, de sus órganos y sus funciones, de regulación de la vida social. Es aquí donde hablamos de derechos fundamentales en un caso, y gobierno y política pública, en otro.

Derechos fundamentales. Son aquellos que se constituyen a partir de su vocación y reconocimiento universal, particularmente en el orden jurídico internacional y que fueron establecidos en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, y en las demás convenciones internacionales sobre los derechos humanos.

Los derechos fundamentales son derechos de las personas, de los individuos y generalmente están considerados como un catálogo determinado

en las constituciones y por las cartas internacionales. Estos derechos no son negociables y por lo tanto no pueden estar en el mercado, no son mercancía: "están igualmente garantizados para todos y sustraídos a la disponibilidad del mercado y la política" (Ferrajoli).

Sin duda, una característica fundamental es que estos derechos deben ser garantizados y permitir un pleno ejercicio de estos. Garantizar supone diseñar y estructurar acciones públicas encaminadas a verificar su cumplimiento y la elaboración de políticas que aseguren el máximo grado de ejercicio de los derechos fundamentales.

En América Latina, la evolución de los derechos fundamentales ha sido extraordinaria. La riqueza de conceptos integrada a las diversas cartas constitucionales y tratados internacionales ha generado una relevante cantidad de derechos y particularidades así como conceptos globales y expresiones regionales. Algunos de ellos son educación, libertad de expresión, salud, acceso a la cultura, acceso a la información pública o protección de datos; y el catálogo crece o se restringe, dependiendo de cada país.

Las constituciones de Guatemala (1985), Brasil (1988), Colombia (1991), Perú (1993), Argentina (1994), entre otras en América Latina, contemplan el reconocimiento de estos derechos y,con ellos, sus características esenciales. Hablamos de derechos que son universales, interdependientes, indivisibles y programáticos. Esto quiere decir que estos derechos no son superiores unos sobre otros, interactúan directamente entre ellos; no son divisibles y su cumplimiento se proyecta y verifica en el tiempo.

El derecho de acceso a internet, servicios de telecomunicaciones, banda ancha, y TIC, como un derecho fundamental.

Las Naciones Unidas, por medio de su Consejo de Derechos Humanos, adoptó la resolución A/HRC/20/L.13 del 29 de junio de 2012 sobre la promoción, protección y disfrute de los derechos humanos en internet. Este documento es vital para comprender el alcance universal del acceso al internet y las TIC y fue suscrito por un grupo relevante de países de Iberoamérica y el continente americano: Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, España,

Estados Unidos de América, Guatemala, Honduras, México, Perú, Portugal y Uruguay.

La visibilidad que se da al internet, en términos del lenguaje de derechos humanos, y el ejercicio de otros derechos fundamentales por medio de esta tecnología, ofrece una nueva dimensión de trabajo jurídico en términos de modificaciones constitucionales y diseño de nueva política pública para garantizar el nuevo derecho de acceso y uso para todas las personas. El documento afirma entre otras cosas que:

- "Afirma que los derechos de las personas también deben estar protegidos en internet, en particular la libertad de expresión".
- "Reconoce la naturaleza mundial y abierta de internet como fuerza impulsora de la aceleración de los progresos hacia el desarrollo".
- "Exhorta a los Estados a que promuevan y faciliten el acceso a internet".
- "Internet puede ser un importante instrumento para el ejercicio de los derechos humanos".

Adicionalmente, se exhorta a los Estados para que promuevan y faciliten el acceso a internet y la cooperación internacional encaminada al desarrollo de los medios de comunicación y los servicios de información y comunicación en todos los países. El internet y las tecnologías de la información han estado asociados de forma relevante a las discusiones sobre libertad de expresión, sin duda, por su efecto como un medio masivo de comunicación y la indisoluble relación entre libertad de expresión y democracia.

De hecho, el derecho a difundir ideas y buscar información (acceso a información pública), son dos acciones relevantes en el ejercicio de los derechos políticos en una democracia. Sin embargo, el derecho de acceso al internet, al ser reconocido como fundamental, adquiere la misma naturaleza de sus derechos pares y se vuelve, como se señaló anteriormente, universal, indivisible, interdependiente y programático.

A la vez que, por la capacidad del internet de ser una plataforma para la oferta de otros servicios, su derecho de acceso se transforma en un poderoso habilitador de otros derechos fundamentales como el derecho a la educación, la salud, la cultura, la libertad de expresión y el derecho a la información en todas sus formas, entre otros más ya existente o por ser creados.

Sostengo que el derecho de acceso a internet es un derecho humano que posee toda persona para el uso, goce y aprovechamiento de las tecnologías de la información, con el fin de ejercer y disfrutar de sus derechos fundamentales, de forma que el Estado tiene la responsabilidad de garantizar que el acceso a este servicio y tecnologías esté disponible.

Contrario sensu, el Estado no puede restringir el acceso de una persona a internet ni a las tecnologías de la información y la comunicación. La restricción del derecho de acceso al internet es una restricción *ipso iure* al ejercicio de todos los derechos fundamentales y, por lo tanto, en contra del ejercicio de los derechos humanos. Ninguna acción de las distintas autoridades puede estar fuera de este mandato expreso, ni puede estar sujeto a interpretación.

Política Digital. Garantizar este derecho fundamental convoca a la acción pública del Estado y del gobierno para diseñar nueva política pública. A la acción de diseñar procesos, establecer objetivos o determinar una visión estratégica para garantizar el acceso a este derecho fundamental - basado en la sociedad de la información, las TIC y los servicios de telecomunicaciones – que permita a su vez la habilitación de otros derechos fundamentales, se le debe llamar Política Digital.

Ahora bien, el derecho de acceso a internet, al ser un habilitador de otros derechos fundamentales, genera una condición imperativa y de mandato administrativo: toda política pública y acción regulatoria que lo garantice debe operar de forma transversal en las administraciones públicas, vertical en la esfera federal, local y municipal; y colaborativa e incluyente con otros órganos del Estado.

Esta acción puede ser actuando de forma positiva con acciones concretas o no actuando. Pero el silencio puede ser también una decisión de política pública y regulatoria, y esta responsabilidad es compartida entre diversos órganos del Estado.

El diseño de la nueva política digital es competencia de diversos órganos de las administraciones públicas del Estado como los órganos regulatorios, pero también los ministerios de comunicación, programas especiales u oficinas dependientes del Ejecutivo encargadas de la adopción y aplicación de herramientas digitales dentro de sus facultades y ámbito de acción.

Durante muchos años hablamos de una primera generación de política digital, bajo la forma de agendas digitales orientadas al despliegue de infraestructura y la promoción de habilidades digitales. Países como Brasil, Chile, Argentina, España y Colombia entre otros, van en la tercera generación de agendas digitales, con la actualización de nuevos servicios y nuevas tecnologías. Estas agendas digitales han evolucionado en función de la innovación y de la expansión a nuevos servicios e impacto y alcance en la vida de los ciudadanos. Por ello debemos contemplar su carácter sectorial, en todos los niveles de gobierno y especiales.

- **Sectorial.** Agendas digitales por sector. Hay que hablar de economía digital, pero esta no sucederá sin una política digital para la educación, política digital para la salud, política digital para la inclusión financiera, en materia electoral o la seguridad, entre otras.
- **En todos los niveles de gobierno.** El mandato constitucional es claro: gobiernos federal, local y municipal deben diseñar política digital en la forma de agendas digitales gubernamentales. El objetivo primordial debe ser que los servicios públicos o administrativos que prestan se encuentren en línea y coordinarse verticalmente con el gobierno federal para facilitar el despliegue de infraestructura, transformarse digitalmente y garantizar el ejercicio pleno de los nuevos derechos digitales en provincias, estados o departamentos.
- **Especiales.** Nuevas tecnologías, nuevos derechos, nuevas oportunidades, nueva política pública y regulación: Ciudades inteligentes, IoT, 5G, Big Data, AR/VR, IA, Fintech, Blokchain y contratos inteligentes, son algunas de las nuevas asignaturas en la prospección de política digital. Hay que diseñar política pública que fomente la innovación nacional y proteja los derechos de los ciudadanos, ya que no hay nueva tecnología sin impacto legal, regulatorio y económico.

El Estado en su forma contemporánea, es una entidad jurídica distinta a la época de Maquiavelo, es una entidad global, que se enfrenta a una nueva generación de derechos fundamentales y paradigmas tecnológicos que impactan en la economía, el orden jurídico y en la forma de operar su aspecto dinámico. La forma del Estado (en su forma federal o central) necesita de

un nuevo acuerdo y compromiso a nivel local para desplegar conectividad y generar una verdadera transformación digital regional.

En su aspecto dinámico, los órganos de las administraciones públicas deben trabajar bajo un nuevo acuerdo de coordinación transversal que garantice un impecable ejercicio de derechos fundamentales. El Estado no podrá ser considerado en esta época como un concepto jurídico estático, sino como un poderoso habilitador de derechos y promotor indiscutible de desarrollo, a partir de una novedosa institución que nace: El Estado Digital.

III. 5G: UNA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Los estándares de tecnología de acceso inalámbrico, acordados por la industria y organismos internacionales, son un conjunto de tecnologías que dotan de nuevas características a las redes móviles o inalámbricas, cuya evolución se puede dividir por generaciones.

5G es la quinta generación de tecnologías móviles y presenta un paso más en la evolución de estos estándares tecnológicos. Cada generación liberó una norma tecnológica, cuyas mejoras permitieron el avance en la comunicación, el nacimiento de nuevos productos y servicios, además de otras externalidades (tanto positivas, como negativas, se debe reconocer).

- **Primera generación o 1G.** Aunque el registro de la primera llamada por un teléfono celular se remonta hasta 1973 mediante un Motorola DynaTAC 8000X, es hasta la década de los 80, cuando Ericsson lanza el estándar NMT 450 (Nordic Mobile Telephony 450 MHz), convirtiéndose en el primer sistema de telefonía móvil comercial en la historia.
- **Segunda generación o 2G.** En la década de 1990, nace la segunda generación de tecnologías móviles. El eje de su desarrollo es la digitalización de las comunicaciones, ofreciendo una mejor calidad de voz y seguridad. Un servicio de comunicación adicional fue el SMS (por las siglas del inglés Short Message Service), que es un servicio que permite el envío de mensajes cortos entre teléfonos móviles.
- **Tercera generación o 3G.** En la década de los 2000 nace este nuevo estándar. Se caracterizó por incrementar la capacidad de transmisión de datos para ofrecer el servicio de conexión a internet desde el móvil.

Esta tecnología permite el intercambio de correos electrónicos, así como los inicios del comercio electrónico y el acceso a video desde el móvil, con lo que se transforma en una herramienta que dinamiza la economía personal y de la sociedad. Surge el concepto de oficina móvil.

- **Cuarta generación o 4G.** En 2010, surge este nuevo estándar. Es la evolución tecnológica que ofrece al usuario de telefonía móvil un mayor ancho de banda, mayor disponibilidad de datos, una navegación eficiente por internet. El estándar usado en esta tecnología se conoce como LTE (Long Term Evolution), siendo el primer estándar global en la historia del sector. La mayor velocidad y capacidad de datos, habilitó el surgimiento de la economía móvil y la masificación de servicios a usuarios directos, particularmente plataformas globales como UBER, Amazon, Facebook, así como servicios multimedia en alta definición como Spotify y Netflix.
- **Quinta generación o 5G.** El nuevo estándar 5G NR (New Radio) conectará a personas y cosas. Transportará grandes volúmenes de datos más rápido y eficientemente y conectará de forma estable, inteligente y segura enormes cantidades de dispositivos, ofreciendo una latencia mínima que será vital para el correcto funcionamiento de tecnologías avanzadas como los vehículos autónomos, soluciones para ciudades inteligentes en transporte, electricidad y seguridad, o para aplicaciones de salud e industria.

Se prevé que las tecnologías 5G eliminen la diferencia entre elementos fijos, móviles, TIC, contenidos y de soporte a personas, datos, procesos y cosas, un internet del Todo (IoE). Generará el surgimiento de conceptos como edificio conectado, aula conectada, fábrica conectada, aeropuerto conectado, hogar conectado y ciudades inteligentes. Adicionalmente, será un agente para el desarrollo de vídeo 3D, teletrabajo, juegos en la nube, servicios médicos a distancia, AR/VR, y comunicaciones masivas de máquina a máquina para la automatización de industria y negocios.

IV. 5G: UN NUEVO ESTÁNDAR TECNOLÓGICO

El estándar 5G integra la nueva generación de normas móviles definidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Los sistemas, componentes y elementos conexos que soportan capacidades mejoradas y superiores a las ofrecidas por los sistemas IMT-2000 (3G) e IMT-Avanzadas (4G), se denominan IMT-2020 (5G).

Las normas relativas a las telecomunicaciones móviles internacionales de 2020 (IMT-2020), fueron producto de una serie de trabajos de investigación en 5G comprendidos en todo el mundo, que permitieron definir el marco y los objetivos generales del proceso de normalización de 5G.

Entre las características de esta norma, se destacan varios elementos:

1. Velocidades límites de conexión de entre 10 y 20 Gbps y experiencias para el usuario de entre 100 Mbps y 1 Gbps.
2. La capacidad de conectar millones de dispositivos en una misma área de cobertura (hasta un millón de nodos por kilómetro cuadrado).
3. Latencia o retardo de comunicación extremadamente baja o casi inexistente (de entre 1 y 4 ms).
4. Estabilidad absoluta de la conexión y alta movilidad (soporte para hasta 500 KM/h).
5. Mayor eficiencia energética en los dispositivos, que permitirá extender su duración por varios años (diez o más) sin requerir la intervención humana.
6. Integración de Inteligencia Artificial para optimización y prevención.
7. Un nuevo sistema de infraestructura que integra recursos físicos, móviles y contenidos.
8. Una tecnología que evoluciona diversas partes de la histórica tecnología de Hardware, para sustituirlas por Software.
9. Destruye las fronteras históricas entre las TIC, las Telecomunicaciones y las redes de transmisión audiovisual.
10. La banda ancha móvil mejorada marcará el comienzo de nuevas experiencias inmersivas, como AR/VR, además de una mejora al acceso de contenidos en 4K/8K.

11. 5G habilitará comunicaciones de misión crítica que pueden transformar industrias con enlaces de baja latencia ultra confiables y de alta disponibilidad, tales como control remoto de infraestructura crítica, industria, seguridad pública, agricultura, vehículos y procedimientos médicos.

Alta demanda de espectro radioeléctrico. 5G será la tecnología con mayor necesidad de espectro si se espera que cumpla con todas las expectativas. Solo las licitaciones que realiza la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos (FCC, por sus siglas en inglés), sumarán más que todo el espectro licitado en la historia de ese país. La Asociación de la Industria Móvil (GSMA) ha recomendado en diversos documentos que se requiere de "espectro móvil ampliamente armonizado para asegurar que los servicios 5G satisfagan las expectativas futuras y ofrezcan toda la gama de potencial capacidad. 5G necesita espectro dentro de tres rangos de frecuencias clave para ofrecer cobertura generalizada y apoyar todos los casos de uso".

- **Bandas bajas:** sub-1 GHz. Servirá de soporte para lograr una amplia cobertura en áreas urbanas, suburbanas y rurales y dará soporte a dispositivos IoT que no demanden altos anchos de banda.
- **Bandas medias:** 1 a 6 GHz (incluido refarming de generaciones anteriores). Ofrece una buena mezcla de cobertura y capacidad. Incluye la Banda C (3.5 GHz), la cual se ha convertido en la banda inicial de muchos servicios 5G, en conjunto con la de 2.5 GHz (licitada originalmente para 4G LTE). En bandas abajo de 6 GHz, se sugiere liberar 1,960 MHz de espectro según el Informe UIT-R M.2290.
- **Bandas altas:** +6 GHz (incluidas mmWave). Admite velocidades de banda ancha ultra-altas previstas para 5G. Focalizado por encima de 24 GHz, 26 GHz y/o 28 GHz, destinadas principalmente para zonas urbanas y aplicaciones que requieren de grandes capacidades de datos.

Desde el enfoque de la política pública, 5G representa una oportunidad para que los responsables de la formulación de políticas diseñen un nuevo conjunto de política pública que permita a los ciudadanos descubrir los beneficios de una economía digital avanzada. El estándar 5G, dice GSMA,

"trae consigo la promesa de mejorar la experiencia de los usuarios finales, ofreciéndoles nuevas aplicaciones y servicios capaces de alcanzar velocidades de varios gigabits, así como de incrementar significativamente la calidad de funcionamiento y la fiabilidad".

V. UN NUEVO ECOSISTEMA DIGITAL 5G, NUEVA INFRAESTRUCTURA

El concepto de redes que conocíamos cambia. Las palabras "telecomunicaciones", "informática" o "TIC" están en transición. No hay redes de telecomunicaciones sin su gestión en centros de datos, cómputo al borde (E*dge Computing), software*, infraestructura y plataformas. Habrá miles de centros de procesamiento más cercanos a donde se generan los datos (Edge), más funciones, recursos y oportunidades para manejar IoT, Big Data e Inteligencia Artificial.

Como lo mencionamos en la introducción, las redes serán un activo estratégico que multiplicará servicios y gestionará tráfico en una carretera de millones de canales nuevos: una red inteligente. Faltan radiobases y cientos de miles de kilómetros de fibra óptica: capilaridad de la red que amplíe su capacidad y alcance.

Se estima que el estándar 5G va a necesitar hasta diez veces más fibra óptica y radio bases para ofrecer servicios eficientes a los ya conectados, al tiempo que permanece el reto de llevar servicios de última generación a los no conectados.

Para efectos de la regulación, al concepto de acceso a insumos básicos como espectro, infraestructura y competencia, debe integrarse el relativo a aquellos servicios de infraestructura no tradicional en las redes como Data Centers, Business Solutions Systems (BSS) y servicios TIC incorporados en la nube.

La arquitectura de la nueva infraestructura nos presenta una nueva generación de elementos. Aquí una pequeña revisión de ellos:

- Redes ultra-densas / small cells. En virtud de la limitada cantidad de espectro sub-3GHz disponible, las actuales redes no podrán soportar los servicios que se operarán bajo 5G y las altas frecuencias no cuentan con

capacidades de propagación necesarias para el pleno desempeño de 5G. Por ello, la industria ha optado por la densificación de small cells, que lleva una enorme cantidad de antenas cercanas al consumidor.

- Fibra a gran escala. La topología de las redes 5G considera una mayor densidad en estaciones de radio, lo que prevé un mayor uso de fibra óptica para la provisión de capacidad a macro y pequeñas celdas. Por ejemplo, una red 4G que tiene una radiobase para con cobertura de hasta 26 km2, con 5G se estiman 60 small cells que cubrirán apenas 25km2. La inversión para conectar una constelación 5G de small cells, necesita cuando menos 10 veces más fibra óptica. Esta genera capacidad, estabilidad, seguridad y eficiencia.
- RAN en Cloud y virtualizada (vRAN/ORAN). Es una arquitectura en la que se determina una separación funcional entre recursos remotos y compartidos. Estos últimos se virtualizan y se implementan como funciones de red virtual (NFV) en un servidor o en la nube. Esta opción, además de presentar ventajas en cuanto a ahorro de costes y energía, también puede soportar economías de red radicalmente nuevas y una amplia gama de servicios, actuando como un precursor de la segmentación de red 5G.
- Las redes 5G dependerán de tecnologías emergentes como SDN (Software Defined Networking), NFV, MEC (Mobile Edge Computing) y FC (Fog Computing).
- Satisfacer las demandas de calidad de servicio y experiencia de sus usuarios, obligará a los operadores a desplegar nuevos tipos de infraestructura y tecnologías *carrier grade* (En telecomunicaciones, un «carrier grade» o «carrier class» se refiere a un sistema o un componente de hardware o software extremadamente fiable y testado. Los sistemas *carrier grade* son probados y diseñados para cumplir o exceder los estándares de alta calidad de «cinco nueves», y proporcionan una recuperación de fallos muy rápida, normalmente menos de 50 milisegundos) así como sistemas de antenas MIMO (con la capacidad de emitir en múltiples direcciones en el mismo momento), sistemas distribuidos (DAS), small cells y cabezas de radio remotas (RRH), entre otros.

- La mayor parte de la carga del tráfico seguirá estando en manos de las macro-celdas, por lo que antes de desplegar la infraestructura de nuevas tecnologías, los operadores deberán tener una clara estrategia para mejorar sus redes de transporte actuales, que son las que sostienen las redes macro. Para este cometido deberán migrar a un ambiente SDN y NFV como medida para reducir las complejidades y costes de sus redes de transporte.
- "La virtualización de funciones de red, en combinación con la creación de redes definidas por software (SDN), tendrá una influencia enorme en la creación de redes 5G que permitirán un mayor dinamismo en la gestión de los servicios. El resultado será una ampliación en los esquemas y modelos de negocio presente y futuros" (Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos, UIT).
- WiFi6. El WiFi6 es un estándar que proporciona una conexión de red confiable y consistente para una experiencia mejorada. Capacidad: transmite más datos a más clientes que los estándares de Wi-Fi anteriores, incluido para IoT. Ancho de banda: alcanza velocidades hasta cuatro veces más rápidas para impulsar más aplicaciones. Características mejoradas: mejora la eficiencia de la batería en teléfonos inteligentes, tabletas y dispositivos IoT. La mejor cobertura de Wi-Fi y la compatibilidad con 2.4GHz hacen que Wi-Fi 6 sea ideal para dispositivos IoT. Se estima que,a nivel mundial, habrá casi 628 millones de puntos de acceso Wi-Fi públicos para 2023, frente a los 169 millones de puntos de acceso en 2018, un aumento de cuatro veces. (https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/802-11ax-solution/index.html)
- Edge Computing. "Con Edge, los sistemas de cómputo y almacenamiento también residen en el borde, lo más cerca posible del componente, dispositivo, aplicación o humano que produce los datos que se procesan. El propósito es eliminar la latencia de procesamiento, ya que los datos no deben enviarse desde el borde de la red a un sistema de procesamiento central, y luego volver al borde.

Las aplicaciones para Edge tienen sentido: los dispositivos conectados a internet de las cosas son un uso claro para la arquitectura de Edge Computing.

Con sensores remotos instalados en una máquina, componente o dispositivo, generan grandes cantidades de datos. Si esos datos se envían de vuelta a través de un enlace de red largo para ser analizados, registrados y rastreados, eso lleva mucho más tiempo que si los datos se procesan en el borde, cerca de la fuente de los datos" (https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/edge-computing.html)

VI. NUEVOS RETOS, NUEVOS NEGOCIOS

La industria móvil aporta el 5 % del PIB mundial, según la GSMA, y junto a las TIC, tienen la enorme capacidad de transformar las cadenas de valor de los negocios y las políticas públicas como nunca se había visto. Juntas, denuncian ineficiencias y procesos obsoletos que vuelven inaccesibles o generan gastos innecesarios al ciudadano o al consumidor.

La capacidad transformadora de cada generación tecnológica ha sido inestimable, y cada una de ellas ha aportado externalidades impensables. 3G generó la oficina móvil y 4G el surgimiento de la economía digital global. Se espera que 5G genere transformaciones disruptivas y externalidades que afecten las cadenas productivas de decenas de verticales industriales. La modificación positiva de las cadenas de valor es innovación y genera eficiencia, bienestar y competitividad. 5G tiene la capacidad de generar todo eso con base en la transformación digital de la sociedad, así como poderosas habilidades a quien incorpore esta tecnología.

Ericsson proyecta que para fines de 2024 las suscripciones 5G alcanzarán un total de mil 900 millones, esto representará más del 20 por ciento de todas las suscripciones móviles en ese momento (apenas cinco años después de sus primeros lanzamientos comerciales). El 35 por ciento del tráfico de internet será transportado por redes 5G y hasta el 65 por ciento de la población mundial podría estar cubierta por la tecnología. Esto la convierte en la generación de más rápida adopción en la historia.

La GSMA estima que tan solo la implementación de servicios 5G podrían añadir hasta 2.2 billones (millones de millones) de dólares a la economía mundial durante los próximos 14 años. Para no perderse de tan atractivo negocio, la industria de telecomunicaciones se prepara para ejercer una

inversión global de 1.1 billones de dólares en todo el mundo entre 2020 y 2025 para infraestructura móvil, del cual, aproximadamente el 80 por ciento se destinará a redes 5G.

En materia de internet de las cosas, Ericsson "prevé que las conexiones de IoT celular aumenten de mil millones en 2018 a 4.1 mil millones en 2024. Para fines de 2024, casi el 35 por ciento de las conexiones de IoT celular serán IoT de banda ancha, con 4G conectando a la mayoría".

En coincidencia Nokia, Huawei y Ericsson consideran diversas verticales de negocio, cuya cadena de valor será transformada de forma irremediable: salud, educación, agricultura, manufactura, energía, seguridad pública, transporte, medios y entretenimiento, automotriz, servicios financieros, minoristas, logística y de ahí podríamos ver casos a detalle como trenes, museos y ciudades conectadas.

Para América Latina la situación es un poco más lenta. La mayoría de los lanzamientos 5G comenzaron desde 2020, un par de años después de la liberación del estándar y de mejoras significativas de dispositivos e infraestructura a través de las economías de escala. Cada país de la región presenta diversos niveles de avance, desde la identificación de las bandas de espectro a lanzar, hasta la elaboración o no de un plan 5G. GSMA Intelligence espera que la cobertura 5G comience con su explosión para 2025, cuando alcance a poco más del 40 por ciento de la población.

VII. NUEVOS RETOS JURÍDICOS Y REGULATORIOS

Como se observa, el crecimiento esperado de la industria y la demanda por nuevos servicios para hogares e industrias pondrán a prueba la capacidad de la infraestructura para atender las cada vez más crecientes expectativas que pesan sobre la nueva red. Para ello, se requiere de un nuevo enfoque regulatorio y de política pública que permita colocar los incentivos requeridos y remover las barreras existentes para el ejercicio eficiente de inversión en la ampliación de la infraestructura de telecomunicaciones.

En ese sentido, la regulación subregional de estados, provincias o departamentos, así como alcaldías o ayuntamientos, debe transformarse rápidamente para abatir las barreras de entrada para nuevos oferentes en

la forma de normatividad local y deberá ser resuelta por procesos de mejora regulatoria que aligeren la carga procesal y de trámites para el despliegue de torres, acometidas de fibra óptica y sitios para los microdatacenters.

Jurídicamente se integrará una nueva generación de servicios integrados en los que se incluyen servicios, software e infraestructura, que supone considerar las nuevas obligaciones e impacto en contratos y expedientes digitales, protección de datos personales, derecho a la intimidad, metadatos y almacenamiento transfronterizo de los mismos, particularmente en materia financiera, seguridad nacional, médica o electoral.

Un aspecto fundamental será el análisis del futuro de esta infraestructura en materia de competencia y el destino que tendrán estos activos y recursos en procesos donde alguno de ellos se vuelva repentinamente un insumo estratégico para la competencia y se solicite el acceso en condiciones preferenciales. Será relevante el ejercicio de prospección e impacto regulatorio.

VIII. EL RECURSO DIGITAL

¿Qué es el recurso digital? Es la infraestructura de las telecomunicaciones y las TIC. Son las redes y los equipos, el software, el hardware y la electrónica que prestan un servicio público, habilitando derechos, haciendo más eficiente la operación de las oficinas públicas y generando nueva política pública, la digital. Hablamos de un bien público y tecnológico, vital para combatir la pobreza, generar igualdad entre los ciudadanos, generar riqueza económica, innovación y competitividad de la sociedad en su conjunto.

Bienestar digital. Los beneficios en el sector digital no tardan en manifestarse por el paso de generaciones, como en la economía agrícola, ni tardan décadas como en la economía industrial. Una conexión y un dispositivo es igual a salud, educación, acceso a la cultura, voto digital, gestión de datos personales e inclusión financiera prácticamente de manera inmediata. Así de fácil. Los indicadores de pobreza extrema pueden mejorar dramáticamente, en apenas un par de años, con esta fórmula.

Democracia. Una conexión y un dispositivo es igual a libertad de expresión, libertad de prensa, derecho a la información, acceso a la información pública y pluralidad informativa, en suma, fortalece la calidad de las instituciones

democráticas del Estado, al fortalecer el ejercicio de los derechos de sus ciudadanos.

IX. EL TMEC Y EL COMERCIO DIGITAL EN NORTEAMÉRICA

Desaparece el mercado de las telecomunicaciones en México. Nace Norteamérica digital.

Entró en vigor el Tratado entre México, Estados Unidos, y Canadá (TMEC) que representa uno de los mercados digitales más grandes y competidos del planeta.

La GSMA estima que la industria móvil de Norteamérica (Estados Unidos y Canadá),que atendía a cerca de 296 millones de usuarios de internet móvil en 2020, reportó ingresos por un total de 275.1 mil millones de dólares. La industria móvil europea reportó ingresos por 151 mil millones de dólares (144 mil millones de euros) durante el mismo periodo al atender a 423 millones de usuarios.

La economía móvil de América Latina, por su parte, reportó ingresos por apenas 61 mil millones de dólares en 2020 con 358 millones de usuarios de internet móvil.

En cuanto a inversión, el total de la industria de las telecomunicaciones de Estados Unidos (327 millones de ciudadanos) anunció gastos de capital (Capex) en 2020 por 79.4 mil millones de dólares para la ampliación de las redes de banda ancha (USTelecom), la inversión ejercida por la industria en Canadá (38 millones de ciudadanos) fue de 8.75 mil millones de dólares (Comisión Canadiense de Radio-Televisión y Telecomunicaciones), mientras que la inversión en México (126 millones de ciudadanos) sumó un total de 5.3 mil millones de dólares al 2020.

A modo de comparación, la industria de telecomunicaciones de Europa (740 millones de ciudadanos) ejerció 55.1 mil millones de dólares en Capex en 2020 (ETNO).

El nacimiento de este mercado digital es acompañado de nuevos paradigmas. Adiós a las empresas pequeñas, se borra la división tradicional entre telecomunicaciones, TIC y radiodifusión, nace la infraestructura digital.

Comenzó la vigencia del TMEC y con ella la integración irremediable a un mercado señalado por su transformación acelerada.

El TMEC viene con 3 nuevos capítulos: Telecomunicaciones, Propiedad Intelectual y Comercio Digital. En suma, estandariza la regulación entre los 3 países, asimila conceptos y facilita el comercio digital. Somos un solo mercado.

Telecomunicaciones. Un catálogo de incuestionables conceptos de reciprocidad en materia de telecomunicaciones integran este capítulo del TMEC, pero más aún, de integración inevitable. Los conceptos están pensados para exigir mínimos regulatorios en cada país, que permitan el nacimiento estructurado del mercado digital de Norteamérica.

Entre algunos de sus preceptos, el capítulo establece que "no se impongan condiciones al acceso de redes y servicios públicos de telecomunicaciones" y se "garantice la interconexión". En materia de competencia se establece evitar prácticas anticompetitivas, como el "no poner a disposición, en forma oportuna, a los proveedores de servicios públicos de telecomunicaciones, información técnica sobre instalaciones esenciales".

También se prohíbe "la discriminación en la prestación de servicios y acceso a los elementos de la red de forma desagregada". El documento señala que "las Partes reconocen el valor de los mercados competitivos para mejorar el bienestar del consumidor, y la regulación económica no será necesaria si existe competencia efectiva o si un servicio es nuevo en el mercado".

Pequeño detalle, México no tiene ninguna empresa que opere redes de telecomunicaciones en Estados Unidos, lo que *de facto* genera beneficios solo a las empresas americanas y que no pueden ser reciprocados en EE.UU.

Estados Unidos arranca con tres operadores nacionales de servicio móvil y diversos operadores de cable e internet. Será tierra de gigantes. En los Estados Unidos, el más grande por usuarios móviles en el primer semestre del 2022 es Verizon (114.6 millones), en segundo lugar la fusión T-Mobile/Sprint (110 millones), y tercero AT&T (101.7 millones); con un ingreso promedio por usuario (ARPU) en el mercado de cerca de 37 dólares.

En Canadá cuentan con Rogers Communications con 11 millones de suscripciones; Telus con 10 millones y Bell Canadá con 9.8 millones, con un ARPU cercano a los 32 dólares

México cuenta con un ARPU de 6.70 dólares. América Móvil tiene 80 millones de suscriptores móviles, Movistar 24 y AT&T 20.5 millones. En virtud del acuerdo celebrado por estas dos empresas, la red de AT&T gestionará casi 45 millones de conexiones en México por efecto de sumar a Movistar como Operador Móvil Virtual. La suma de las operaciones a ambos lados de la frontera indica que AT&T contará con 146 millones de conexiones en Norteamérica y América Móvil con 80 millones.

El presidente Joe Biden presentó un disruptivo programa de infraestructura que busca generar empleos de calidad y mejor pagados en toda la economía. Su foco ahora es apostar por 5G y conectar a 20 millones de norteamericanos actualmente no conectados, con una inversión de 100 mil mdd. El Senado estadounidense aprobó por abrumadora mayoría un proyecto de ley que impulsará la producción de semiconductores y el desarrollo de Inteligencia Artificial, frente a la creciente competencia internacional. Serán 50 mil mdd para empezar, pero llegará a 250 mil mdd en los próximos 5 años. Es, sin duda, la mayor inversión en investigación científica y tecnológica en décadas.

Comercio Digital. El capítulo del TMEC sobre comercio digital señala entre otros elementos que: se determine un criterio de no discriminación a la distribución de productos digitales distribuidos en línea. No se les impondrán aranceles, se evita la carga regulatoria, comercio sin papel físico, no se restringirá la transferencia transfronteriza de información electrónica; se fortalecerá la privacidad y la ciberseguridad. Un mundo de apertura. Ante esto la pregunta es:¿Estamos preparados? No.

La economía digital está liderada por EE. UU. y China, quienes representan 50 por ciento del gasto mundial en IoT, 75 por ciento del gasto en la nube y 90 por ciento en plataformas digitales.

Estados Unidos tiene 3 empresas que por primera vez tienen un valor superior al billón de dólares: Apple (2.1 billones), Alphabet (1.4 billones) y Amazon (1 billón).

El sector de internet contribuyó con el 10.1 por ciento del PIB de EE. UU., el 4 por ciento de los empleos directos y 13.1 millones de empleos indirectos. El sector de internet crece nueve veces más rápido que la economía en su conjunto.

Al segundo trimestre de 2020, la asociación de internet de Estados Unidos informó que exporta 86,500 millones de dólares de productos vía internet y 440 mil millones de dólares en exportaciones de servicios digitales. En México, la Asociación Mexicana de Venta Online, señala que el comercio electrónico creció entre 27 por ciento con ventas totales por 401.3 mil millones de pesos (19.7 mil millones de dólares).

Para 2012, Facebook tenía mil millones de usuarios, hoy cuenta con 3, 064 millones de usuarios activos mensuales; Youtube tenía 800 millones de usuarios en 2012, hoy, más de 2,291 millones; Google en 2012 tenía 90 millones de usuarios, hoy cuenta con más 2 mil millones; WhatsApp tenía 400 millones de usuarios en 2013, hoy más de 2 mil millones; Instagram tenía 40 millones de usuarios en 2012, hoy más de mil millones; Messenger tiene 1,300 millones de usuarios, TikTok 800 millones y Twitter 340 millones.

En México, en los últimos diez años el sector de las telecomunicaciones creció a dos dígitos, impulsando el sector TIC y el comercio electrónico. En 2019, el PIB del sector TIC fue de 24 mil millones de dólares, 29 mil mdd en telecomunicaciones y 28 mil mdd por e-commerce. Es decir, el sector digital en su conjunto generó una operación de 81 mil mdd, más que los 74 mil mdd de ingresos de Pemex. Esta es la realidad poco apreciada del sector digital. Ninguna industria es tan dinámica y generadora de riqueza como ésta.

X. NUEVAS CADENAS DE VALOR Y DE POLÍTICA PÚBLICA

Sin conectividad, nueva infraestructura tecnológica y política pública, no podremos capitalizar los beneficios económicos que ofrecen las nuevas cadenas de valor basadas en servicios y soluciones digitales. Las telecomunicaciones y las TIC tienen una sola función: denuncian, para efectos económicos, ineficiencias en las cadenas de valor, mejoran los procesos, acercan productos y servicios al consumidor con mejor calidad, cantidad y precio. La destrucción de la ineficiencia será una constante.

Las viejas cadenas de valor y productivas se modifican, mejoran, pero también surgen nuevos modelos de negocio: la economía colaborativa y la economía del acceso. Facebook, Google y en general las plataformas digitales

tenían en una economía 3G de tan solo doscientos millones de usuarios en computadoras fijas, hoy tienen, cada una de ellas, cerca de tres mil millones de usuarios móviles en el mundo.

La era del acceso da origen a empresas como Spotify, Kindle y Netflix. Nadie quiere la propiedad de los productos sino su acceso. Nace también la economía colaborativa, cuando una plataforma tecnológica intermedia la oferta y la demanda de productos y servicios, entre productor o servidor y cliente o usuario. El ejemplo es UBER, Mercado Libre, DiDi, y Rappi, entre otras.

Las redes de telecomunicaciones son el sistema nervioso de la nueva civilización, sostiene Carlos Slim Helú, presidente honorario vitalicio de Grupo Carso, y tiene razón. Estas redes evolucionan, como el cerebro humano, y se vuelven inteligentes, liberan mayores cantidades de información en el menor tiempo posible, apoyadas por el cómputo y el supercómputo. Están cambiando y creando cadenas de valor de los negocios.

Ha nacido la revolución digital, producto del acceso a internet, las TIC y los servicios de telecomunicaciones, como derecho humano y como economía digital. Ambas necesitan política pública y regulación que no existía, en un contexto de innovación, desarrollo, competitividad y nuevos modelos de negocio. El razonamiento constitucional de este concepto permite imaginar a ciudadanos siempre conectados en todas partes y gestionando su pensamiento y habilitando el ejercicio de sus derechos humanos y de la economía digital.

Hoy, los eufemismos y nuevas nomenclaturas tratan de definir desde la ideología, los intereses económicos, la geopolítica y la epistemología de la ciencia, hechos que definen y advierten una nueva civilización: 4ª Revolución Industrial, internet 4.0, Aprendizaje 4.0, etc.

La OCDE, la UNCTAD, la CEPAL, la Segib y bancos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y el Banco CAF en América Latina invierten millones de dólares para visibilizar esta nueva realidad.

En esta lógica, la Revolución Digital necesita política pública, regulación y nuevos marcos legales que protejan estos derechos en un contexto de innovación, desarrollo, competitividad y que comprenda los nuevos modelos de negocio que nacen.

Las cadenas de valor y de suministro de los nuevos negocios digitales dentro del acuerdo comercial con Estados Unidos serán presionadas por el despliegue de infraestructura digital 5G y su efecto será, especulativamente el siguiente:

a) Un estado permanente de innovación y cambio de las cadenas de valor de los modelos de negocio.

b) Se generarán eficiencias en las cadenas productivas.

c) Se generará un modelo de colaboración transversal entre distintos modelos de negocio, adaptando eficiencias, incorporando experiencias y digitalizando todos los procesos de la producción.

d) Se integrarán, de forma más eficiente las cadenas de suministro entre las diversas partes del modelo productivo, a lo largo de Norteamérica.

e) Las empresas y parques industriales que no incrementen y promuevan su conectividad perderán competitividad en un contexto de economía digital mundial acelerada.

f) Los gobiernos que no diseñen política pública y una visión robusta digital para una sociedad digital generarán marginación digital, desempleo y pérdida de competitividad para su sociedad y economía.

Los gobiernos subnacionales o estados locales deberán participar activamente en el nuevo diseño de esta política digital, que facilite el despliegue de las inversiones e infraestructura desde lo regional para ser competitivos a nivel global. Para lo anterior, deberán:

a) Abatir las barreras de entrada a la inversión del sector digital, en la forma de mejora regulatoria municipal, que facilite los despliegues de infraestructura.

b) Diseñar la primera generación de agendas digitales locales, que describan mínimamente una visión de sociedad digital, a partir de habilitar el ejercicio de derechos humanos y bienestar digital de los ciudadanos, así como una economía digital robusta a partir de políticas dirigidas a:

a) Revisión del modelo educativo tradicional para la integración de nuevas habilidades digitales

b) Programas para facilitar el acceso a dispositivos y las nuevas soluciones habilitantes de los nuevos derechos
c) La introducción de incentivos fiscales y económicos para la transformación digital de sus industrias que les permita convertir sus ventajas absolutas en ventajas competitivas.

Al respecto, los parques industriales son infraestructura estratégica para generar inversión extranjera directa y hay más de 500 en México. La alta innovación de las cadenas de suministro y evolución de modelos de negocio a partir de 5G pueden ser la plataforma para atraer inversión de Asia y exportar a EE. UU. México debe implementar el TMEC y sus capítulos de Telecomunicaciones y Comercio Digital, acelerar la recuperación y crecimiento económicos, la transformación digital de la planta industrial y de la sociedad. Somos una potencia manufacturera y logística para la cadena de suministros de Norteamérica.

Un efecto de contar con un despliegue eficiente de infraestructura digital es el denominado *nearshoring*, o estrategia por la que una empresa transfiere parte de su producción a otro territorio transfronterizo cercano. En el caso de México, las razones para del desarrollo de esta actividad son varias:

a) El T-MEC que facilita el comercio entre nuestro país con Estados Unidos y Canadá.
b) La proximidad geográfica con estos países.
c) Los bajos costos laborales característicos de la manufactura mexicana.
d) Cadenas de suministro experimentadas, rápidas y seguras.
e) La buena experiencia histórica de la industria nacional, por ejemplo, en el sector automotriz.

Datos del Departamento de Comercio de EE. UU. indicaron que México proporcionó el 17.8 por ciento del total de productos de alta tecnología a EE. UU.

México y Canadá cuentan con el primer acuerdo comercial en el mundo, de tercera generación,que establece un marco de vanguardia para promover la economía y el desarrollo digital con Estados Unidos. El T-MEC podría generarle a México ventajas competitivas respecto a cualquier economía del planeta. Hablamos de puertos 5G, parques industriales 5G, corredores industriales

5G (de Querétaro a Nuevo León, por ejemplo), industria 4.0 habilitada por 5G, campo 5G, incluso salud y educación 5G. Una nueva generación de oportunidades económicas que nos incorporen al ADN de la nueva economía del siglo XXI, la economía digital. Una sociedad digital.

XI. CONCLUSIONES

La nueva arquitectura tecnológica 5G colapsa las fronteras entre las telecomunicaciones y las Tecnologías de la Información y la Comunicación. 5G no es sólo tecnología móvil. Para liberar más ancho de banda, mejor gestión de datos, más conexiones y nueva tecnología se apoya en los recursos de la Nube que, a su vez, aloja las nuevas herramientas digitales como Big data e Inteligencia Artificial que mejoran la entrega de servicios en los espacios virtuales.

Nunca en la historia las empresas de tecnología habían estado tan integradas y dependientes unas de otras: fabricantes de dispositivos como Lenovo, Samsung o Intel, proveedores de soluciones como Oracle y Microsoft, desarrolladores de chips como Qualcomm y Mediatek o proveedores de infraestructura como Nokia, Ericsson, Cisco y Huawei, que trabajan en conjunto con los operadores como AT&T, América Móvil, Megacable o Comcast, y que dependen de una nueva forma de integrar, procesar y distribuir la información.

Así como el 5G borra las barreras entre estos segmentos y empresas obligándolas a integrar sus servicios y soluciones hacia el objetivo común de crecimiento en la economía digital, los gobiernos deben trabajar hacia la conformación de una nueva generación de política que reconozca la complejidad de las nuevas cadenas de valor, desde el desarrollo de equipos que dependen de estándares globales, la conformación de software y soluciones entregadas mediante la red mundial de internet, hasta su entrega local en hogares que viven en un nuevo espacio virtual, y empresas que se transforman para competir en lo digital.

La nueva generación de agendas digitales ya no se encargará de atender únicamente el desafió del cierre de la brecha de conectividad y, en su lugar, deberán atender el crecimiento de todo el ecosistema a través de una conectividad que permita la innovación y la competitividad:

- Atender las barreras regulatorias para la ampliación de infraestructura a nivel local.
- Fomentar la inversión en la nueva infraestructura digital: nube y Edge.
- Proveer de las habilidades digitales necesarias a los ciudadanos para el pleno aprovechamiento de las nuevas herramientas en su vida cotidiana: salud, educación, finanzas, acceso a servicios públicos o entretenimiento.
- Nuevas políticas de emprendimiento enfocadas a la integración de las herramientas digitales para la actualización de los sectores productivos tradicionales (agricultura, energía, logística, comercio), así como para la formación de nuevas empresas nacionales nacidas en el ambiente digital (criptomonedas, metaverso)
- Actualizar las normas de privacidad y seguridad sobre los datos personales, así como la información crítica que se genera a partir de las actividades de empresas y gobierno.
- Revisar las reglas de competencia sobre el nuevo ecosistema dominado por gigantes tecnológicos.

CAPÍTULO IV

HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL EN MÉXICO. TEMAS GENERALES

>[18] Geopolítica, políticas industriales digitales y la importancia de la industria de los microchips

SUMARIO

I. Introducción.
II. Los microchips y su cadena de valor.
III. Tensiones geopolíticas, políticas industriales y reconfiguración de la industria de microchips.
IV. El caso de México.
V. Reflexiones finales.
VI. Bibliografía.

Claudia Schatan

Especialista en temas económicos.
Consejera del Instituto para
el Desarrollo Industrial y la
Transformación Digital (INADI).

I. INTRODUCCIÓN

Es innegable que la humanidad –que ha pasado los 8.1 mil millones de habitantes en 2023– está atravesando por una transformación digital profunda. A nivel mundial, en 2023, 5.44 mil millones de habitantes, o el 68.0% de la población, eran usuarios individuales de teléfonos móviles, 64.4% del total de población estaba conectada a Internet y 59.4% usaba activamente las redes sociales.[1] Estas tendencias por sí solas reflejan la forma tan dinámica en que se está desarrollando la digitalización, la industria electrónica y tecnología de la información y telecomunicaciones (TIC), entre otras anexas.

La esencia del sector productivo está en proceso de cambio. La industria manufacturera ha tendido a transformarse transversalmente. Hoy día el término "industria" y lo que ésta produce, ha cambiado notablemente respecto de lo que era en el siglo pasado. Esto lo hace notar Harald Gruber (2019)[2] quien señala que durante el siglo XX se hicieron grandes innovaciones en productos bien identificados como automóviles, aviones, TV, computadoras, entre otras, pero en el siglo XXI las tecnologías predominantes son digitales y producen sobre todo bienes y servicios intangibles que no son totalmente comparables con el mundo de la industria manufacturera material. De hecho, los factores de producción de las actividades tecnológicamente más avanzadas son, a su vez, crecientemente virtuales. En esta industria renovada la información, los conocimientos, los datos y la transmisión de ellos en forma ágil son condiciones esenciales para su funcionamiento. Evidentemente esto ocurre en mucho mayor medida en los países industrializados, pero avanza rápidamente al menos en algunos sectores en los países en desarrollo.

1 Datareportal, Digital 2023: Global Overview Report, https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report

2 Harald Gruber (2019), Proposals for a digital industrial policy for Europe, *Telecommunications Policy* Volume 43, Issue 2, March 2019, Pages 116-127 https://www-sciencedirect-com.pbidi.unam.mx:2443/science/article/pii/S0308596117303749?via%3Dihub

La revolución digital, sin duda, significa un mejoramiento en muchos sentidos en la vida humana – mejor, mayor y más rápida conexión; mayor productividad en el sector manufacturero, agrícola y de servicios, y mejoramiento de la calidad de productos materiales e inmateriales. Más aún, el hecho de que la inteligencia artificial (IA) haga posible el aprendizaje por parte de las máquinas del lenguaje en toda su complejidad y capte al detalle la interacción humana, llevará a cambios que por ahora son difíciles de imaginar plenamente. La velocidad con que avanza esta tecnología es vertiginosa y no deja de tener efectos muy dispares, dependiendo del estado de penetración y la difusión de ésta en las economías, viéndose afectados aspectos como el empleo.

La forma en que se desarrolla tecnológicamente el mundo actualmente necesita al menos dos grandes esferas: por el lado virtual hay una extensísima penetración de la digitalización en la economía y la actividad social, que requiere un flujo enorme de información, su almacenamiento, su procesamiento, su uso en algoritmos y la IA, y por el lado físico son indispensables los dispositivos que posibilitan el flujo de los datos, incluyendo centros de datos, infraestructura de fibra óptica, hardware de servidores y microchips. Nos interesan en especial, entre los implementos del mundo físico, los microchips**,** cuyo uso se ha vuelto ubicuo y se necesitan cantidades crecientes de ellos para los dispositivos electrónicos y todas las actividades que tienden a digitalizarse, al mismo tiempo que son particularmente importantes para la innovación tecnológica, experimentando estos mismos una transformación permanente hacia versiones más sofisticadas. De hecho, hasta ahora los microchips han tenido una dinámica acorde con la Ley de Moore (1965) –cuyo nombre proviene de Gordon Moore, co-fundador de Intel– que predijo que los transistores dentro de un circuito integrado se duplicarían cada uno o dos años, lo que hasta ahora se ha cumplido; y aunque algunos científicos consideran que pronto se topará con un límite físico del silicio, en la práctica sigue avanzando su miniaturización[3]. (Miller, 2022).

El uso actual de los microchips es tan esencial, que su carencia puede tener efectos paralizantes para la sociedad, como se pudo percibir, en parte, con su escasez durante la pandemia. En años recientes 169 industrias sufrieron

3 Chris Miller (2022), Chip War, The Fight for the most Critical Technology, Scribner.

escasez de microchips, incluyendo automóviles, computadoras, equipo médico, entre otras (Howley, 2021). Un ejemplo puntual es que durante la pandemia aumentó notoriamente la demanda por aparatos electrónicos (para hacer trabajo y estudio a distancia), lo que limitó fuertemente la actividad de la industria automotriz, entre otras (Howley, 2021)[4]. Las dificultades enfrentadas en ese episodio han sido parcialmente superadas, pero persiste la escasez de chips en algunas industrias y en otras, en cambio, hay un exceso de stocks de ellos ante una desaceleración económica y la menor presión en la demanda por chips de los sectores más exigidos durante la pandemia, como los aparatos electrónicos (ONU, 2023)[5].

Al mismo tiempo, estos diminutos dispositivos –los microchips– que han llegado a ser el segundo producto más comerciado del mundo,[6] son motivo de una feroz competencia y batallas comerciales y tecnológicas entre grandes potencias por ser la esencia de la innovación tecnológica misma, un insumo indispensable para la operación de buena parte de sus economías (tanto por el lado del consumo como de la producción) y una llave para lograr un poderío militar especialmente para los países más grandes. Aunque la invención de los microchips, en su versión más sencilla, data de fines de los años cincuenta en Estados Unidos, se volvió un dispositivo muy deseable de obtener y producir por parte de otros países, empezando por Japón en los años ochenta. Posteriormente emprendieron su producción local Rep. de Corea y Taiwán, con capitales provenientes de Estados Unidos, entre otros, que intentaban bajar costos de producción con la relocalización de la producción física de los chips a la vez que sus gobiernos dieron apoyos enormes para respaldar estos nuevos emprendimientos. China es un caso diferente y entró a esta actividad más recientemente con el problema de que siendo rival político de Estados

4 Howley, Daniel (2021), These 169 Industries are being hit by the Global Chip Shortage, Yahoo News, 25 abril.

5 Naciones Unidas (2023), Supply chains for microchips, *World Economic Situation and Prospects*, Briefing, No. 173, julio.

6 El intercambio internacional total de circuitos integrados en 2021 fue 823 mil millones de dólares, lo que equivalía a 3.9% del total del comercio mundial, de acuerdo a The Observatory of Economic Complexity, https://oec.world/en/profile/hs/integrated-circuits, consultado en 9/12/2023.

Unidos, y estando muy a la zaga tecnológicamente respecto de ese país, le fue más difícil acceder a esta actividad productiva, por lo que ha sido muy dependiente de la importación de los microchips de todo tipo (que incorpora en los productos exportados en masa, por cierto, a Estados Unidos, entre otros). No obstante, su esfuerzo por desarrollar esta industria ha sido muy activa en los últimos años pues la considera vital y para ello ha avanzado gracias a múltiples mecanismos, entre otros, al apoyo de algunas compañías que, teniendo a China como mercado principal de sus chips o contando con subsidiarias en ese país, han realizado transferencias de conocimientos tecnológicos, ayudándole a avanzar (Miller, 2022).[7]

En este escenario han surgido una serie de políticas industriales y comerciales estadounidenses y también de varios de sus aliados para intentar frenar el avance de China en la producción de los microchips más avanzados, que podrían desplazar a aquellos que se encuentran en la frontera del conocimiento.

El propósito de este capítulo será analizar el tema de los microchips, las fuerzas que presionan a esta industria a cambiar tanto tecnológica como geográficamente, así como las políticas industriales digitales que alientan estos cambios. Los microchips tienen una creciente presencia (actualmente se producen alrededor de 140 chips anualmente por persona en el mundo[8]) y una gran relevancia para el futuro. De hecho, los microchips contienen las claves de la operación de las tecnologías disruptivas porque el desarrollo mismo de estos dispositivos dependen de la inteligencia artificial, activada por otros chips.

Abordaremos en las siguientes secciones primero una definición/descripción de lo que son los microchips, cuáles son sus usos, y cómo se producen, así como las características de su cadena global de valor y la interdependencia entre los países que participan en ella; en segundo lugar, analizaremos los problemas geopolíticos que están cambiando en múltiples sentidos a esta

7 Chris Miller (2022), op. cit.

8 Consejo de la Unión Europea (2023), Infografía - El Reglamento de Chips de la UE, https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/eu-chips-act/

industria y las políticas industriales digitales que acompañan e impulsan estas transformaciones; se concluirá con algunas reflexiones finales.

II. LOS MICROCHIPS Y SU CADENA DE VALOR

A. Definición de los microchips.

Aunque se usan casi indistintamente los términos de semiconductores y microchips, no necesariamente son exactamente lo mismo. Los primeros son un material que sirve para conducir, pero también para aislar la electricidad, lo cual es idóneo para la fabricación de dispositivos electrónicos de precisión. Hay varias categorías de semiconductores: semiconductores discretos, optoelectrónica, sensores y circuitos integrados (o microchips). Estos últimos abarcan más del 80% de los semiconductores como puede observarse en el Cuadro 1 (por lo que frecuentemente se usan indistintamente los dos términos: el genérico y el específico, lo cual se hará en este texto después de detallar las diferencias).

El microchip es un circuito integrado o pequeña estructura que consiste en una base de silicio, sobre la cual se insertan circuitos electrónicos mediante la fotolitografía (proceso complejo y lento que consiste en transferir un patrón desde una fotomáscara a la superficie de una oblea de silicio[9]). Esta oblea, ya equipada, finalmente se recubre con un encapsulado plástico o cerámico "para protegerlo de daño físico, de la corrosión, evacuar el calor generado y, a su vez, permitirle la comunicación con el exterior mediante contactos eléctricos".[10] Un chip o microchip es normalmente muy pequeño, algunos de ellos visibles sólo con un microscopio y puede contener una infinidad de componentes eléctricos (principalmente transistores). El proceso productivo desde la producción de insumos minerales hasta la comercialización comprende hasta mil etapas.[11]

9 Wikipedia, Fotolitografía, https://es.wikipedia.org/wiki/Fotolitografía

10 Wikipedia, Encapsulado (electrónica), https://es.wikipedia.org/wiki/Encapsulado_(Electrónica)

11 Consejo de la Unión Europea (2023), Infografía - El Reglamento de Chips de la UE, https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/eu-chips-act/

Estos pequeños dispositivos sirven para capturar, almacenar y procesar datos y actuar sobre estos últimos.

Se han concebido microchips, desde los más simples hasta aquellos de 2 nanómetros (nm) inventados recientemente por IBM que contienen miles de millones de transistores en un espacio no mayor que el de una uña. TSMC de Taiwán y Samsung de Rep. de Corea están compitiendo para producirlo en 2025 (nótese que Estados Unidos aún no produce chips de menos de 7 nm, por lo que depende de esos dos países para abastecerse de ellos). Estos nuevos chips podrían alargar la vida útil de las baterías de los teléfonos móviles hasta cuatro veces y hacer mucho más eficiente el consumo de energía por parte de los centros de datos, lo que de limitaría las emisiones de gases efecto invernadero, entre otros.[12]

Gran parte de los microchips pueden agruparse en tres categorías:

Chips analógicos: Son circuitos electrónicos, pero a diferencia de los chips digitales, que diferencian sólo entre señales de "encendido" y "apagado", los analógicos procesan diferentes ondas como voz, música y video. Por lo tanto, estos últimos chips necesitan conectarse con el mundo digital que tiene capacidad de almacenamiento y manipulación. Son los analógicos, sin embargo, los que permiten el despliegue de la información (ondas). Este tipo de chip lo requieren las cámaras digitales, los teléfonos móviles, la telefonía por Internet para la descarga o carga de archivos de audio, vídeo o imágenes de Internet, entre otras.

Chips lógicos: Son el cerebro de la computación y funcionan con base en códigos binarios. Entre otros, se incluyen aquí los chips llamados "micro": microprocesadores (chip de computadora que lleva a cabo diversas funciones aritméticas y lógicas), microcomputadoras (tales como las unidades centrales de procesamiento (CPUs), unidades de procesadores gráficas (GPU), y unidades de procesamiento acelerado (APU).

Chips de memoria: Son aquellos que guardan programas y datos en computadoras y equipos de almacenamiento. Estos pueden salvaguardar temporalmente la información, RAM, mientras que las unidades de *flash*

12 Neofronteras (2021), Semiconductores 2 nm, https://neofronteras.com/?p=7422

NAND –parte de las unidades de estado sólido, SSD,– pueden conservar la información permanentemente.

Cuadro 1 Producción de Semiconductores en 2022 y proyecciones a 2023 y 2024.

	Millones de dólares		
	2022	**2023***	**2024***
América	141,136	132,536	162,154
Europa	53,853	57,048	59,480
Japón	48,158	47,209	49,275
Asia Pacífico	330,937	283,333	317,455
Total Mundo	574,084	520,126	588,364
Semiconductores discretos	33,993	35,951	37,459
Optoelectrónica	43,908	42,583	43,324
Sensores	21,782	19,417	20,127
Circuitos Integrados (chips)	474,402	422,174	487,454
Analógicos	88,983	81,051	84,056
Lógicos	255,651	251,523	273,630
Memoria	129,767	89,601	129,768
Total Productos	574,084	520,126	588,364

Fuente World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), noviembre 2023, https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release
*** 2023, estimado; 2024, proyectado.**

B. Cadena de valor de los microchips

La cadena de valor de los microchips es muy compleja, como se puede intuir por los múltiples procesos que requiere su producción.

Existen, grosso modo, tres eslabones de la cadena de valor: el diseño, la fabricación (o *Frontend*) y el ensamblaje-prueba (o *Backend*) (Filippo, Guaipatín, Navarro, Wyss, 2022).[13]

13 Filippo, Agustín; Guaipatín, Carlos; Navarro, Lucas; Wyss, Federico (2022), Cadena de valor de semiconductores: estructura y perspectivas de cara al nuevo escenario global, BID. https://publications.iadb.org/es/cadena-de-valor-de-semiconductores-estructura-y-perspectivas-de-cara-al-nuevo-escenario-global

Fabless, son las empresas de microchips que no cuentan con una planta de fabricación propia de estos dispositivos pues se especializan en su diseño y desarrollo, que requiere sobre todo de I&D. Esta etapa de la cadena de valor es la de mayor valor agregado. Las *fabless* normalmente subcontratan a otras empresas que manufacturan los chips y que se conocen como *foundries*.

Las mayores empresas *fabless* en el mundo en 2022 eran Qualcomm (Estados Unidos), Broadcom (Estados Unidos), Apple (Estados Unidos), Mediatek (Taiwan), Nvidia (Estados Unidos).[14]

Foundry (o fundición, se conocen también como *frontend*), a esta categoría corresponden las empresas que se especializan en la producción física de los chips de acuerdo con las especificaciones de la empresa *fabless*. Estas empresas "*foundry*" son extraordinariamente costosas de montar actualmente, aunque no lo eran tanto inicialmente. Cada nueva generación de fábricas de este tipo requiere una mayor inversión en capital que la anterior. Así, mientras a mediados de los años noventa el costo de una de estas empresas era de 1.6 mil millones de dólares, actualmente las más avanzadas en esta categoría –por ejemplo, de TSMC, Samsung o Intel– tienen un costo de 21.5 mil millones de dólares y se pronostica que la tendencia será de un mayor encarecimiento. "Cuanto más poderosos sean los semiconductores, requerirán de tecnologías cada vez más complejas y, por lo tanto, más costosas"......"La regla general aquí es que cuanto más pequeños sean los tamaños de los microchips, más costosa será la fábrica, ya que las máquinas y los procesos se vuelven aún más complejos y precisos y también requieren más máscaras de litografía".[15] Las principales empresas de *foundry* a nivel global son TMSC (Taiwán, con más del 50% del mercado); Samsung (Rep. de Corea); GlobalFoundries (Estados Unidos); UMC (Taiwán); SMIC (China).

Manufactura de Diseño Integrado (IDM). Hay empresas que tienen integrado las dos funciones antes descritas: el diseño (*fabless*) y la fabricación

14 Truepath, Fabless Semiconductors: Definition, Process and Top Companies, https://trupathsearch.com/fabless-semiconductor/ (consultado 06/12/2023).

15 Karin Raths, portavoz de Dresden-based GlobalFoundries, https://silicon-saxony.de/en/why-are-semiconductor-factories-so-expensive-2/#:~:text=For%20chip%20production%2C%20microelectronics%20companies,wafers%20made%20of%20ultrapure%20silicon (consultado 06/12/2023).

(*foundries*) de los semiconductores (Intel, Samsung y Texas Instruments son ejemplos de este tipo de empresas), a las cuales se les conoce como empresas de Manufactura de Diseño Integrado (IDM). Las empresas IDM requieren de enormes inversiones porque sus instalaciones son muy caras y su mantenimiento también lo es. A medida que ha avanzado la tecnología y se ha vuelto más costosa la producción se ha ido separando progresivamente el diseño de la producción. Las empresas que se dedican a la primera actividad no necesitan de inversiones tan grandes y las que se dedican a la segunda pueden producir para varias *fabs* y mantener así sus costosísimas plantas plenamente ocupadas. Muchas empresas que no separaron estas funciones quebraron (Miller, 2022).[16]

OSAT *(outsourced semiconductor assembly and test)*, son terceras empresas contratadas por las *fabless* o por las IDM para realizar el ensamble, empaque y pruebas del circuito cerrado (es la etapa final de producción por lo que se les denomina también *backend).* A diferencia de las *fabless* y *foundries*, este mercado es comparativamente más intensivo en mano de obra, es muy competitivo y muchas empresas pueden operar redituablemente en él.

Las empresas OSAT pueden tener perfiles diferentes, acorde con el proceso que siguen (corte, prueba, clasificación y ensamblaje); por tipo de empaque que hagan del circuito cerrado (muy variados); y por el usuario final (telecomunicaciones, automotriz, electrónicos, aeroespacial, defensa, salud, computación y redes, entre otros). La tecnología en este eslabón de la cadena de valor tiende a avanzar con gran rapidez y representa un reto para las empresas en este sector, las cuales requieren hacer constante I&D para mantenerse actualizadas, especialmente en áreas como el empaquetamiento de multi-chips y circuitos integrados 3D. Las principales empresas OSAT en 2022 era Advanced Semiconductor Engineering, Inc., Powertech Technology Inc., Kins Yuang Electronics CO. lmtd., Chip Bond Co. lmtd y Chip Moss Technology Inc., todas ellas de Taiwán.[17]

16 Chris Miller (2022), op. cit.

17 Next Move Strategy Consulting (2023), Semiconductors and Electronics, https://www.nextmsc.com/report/outsourced-semiconductor-assembly-and-test-services-osat-market a

Las cadenas de manufactura de los microchips son, muy complejas y dependen de alrededor de 300 insumos incluyendo las obleas base (que en su gran mayoría son de silicio[18]), químicos genéricos, químicos especializados, tierras raras, gases de diversos tipos, todos los cuales son procesados y probados mediante diferentes instrumentos.[19] Así, la elaboración de un microchip necesita la colaboración forzosa entre los países que a menudo no es fácil de lograr. Algunos de los proveedores de estos materiales básicos, o de piezas más elaboradas están concentrados geográficamente y a veces no hay proveedor sustituto disponible, lo que hace muy vulnerables a los productores de microchips a cuellos de botella u otros obstáculos para recibir los insumos que requieren. Esto ha sido el caso, por ejemplo, de incidentes industriales (como un incendio en una fábrica japonesa de chips en 2020); la guerra de Ucrania desde 2022, considerando que hay solo unos pocos proveedores de neón –un gas crítico en el proceso de litografía para la manufactura de microchips– y que la mitad de este insumo lo provee este país (Howley, 2021)[20]; o la sequía en Taiwán (2012) que significó serios problemas para la producción de los dispositivos en cuestión, dado que éstos ocupan grandes cantidades de agua en su elaboración.

La colaboración mencionada se necesita desde la etapa inicial de I&D del producto debido a los altos costos de llevar a cabo este primer paso. De hecho, los microchips están entre los productos más intensivos en I&D que existen,

18 El silicio requerido para fabricar microchips debe ser ultra puro, lo cual es difícil encontrar en la naturaleza. Alemania es el mayor productor de este tipo de mineral en su formato más limpio, mismo que exporta a China, entre otros países. El silicio menos puro debe procesarse a grado metalúrgico y luego seguirse procesando para llegar a un 99.9% de pureza, lo que sí puede realizarse en otros países. Como este proceso es muy intensivo en energía, suele hacerse en países que cuentan con energía relativamente barata (China, por ejemplo, que además es el mayor productor mundial del silicio más común).

19 Christopher A, Thomas (2012), *Lagging but Motivated: The State of China's Semiconductor Industry*, Brookings, https://www.brookings.edu/articles/lagging-but-motivated-the-state-of-chinas-semiconductor-industry/

20 Howley, Daniel (2021), These 169 Industries are being hit by the Global Chip Shortage, Yahoo News, 25 abril.

después de la industria farmacéutica[21]. Por ejemplo, ASML, Intel, Samsung, y TSMC colaboran para desarrollar la tecnología de litografía ultravioleta extrema (EUV), que probablemente ninguna podría costear por su cuenta.[22] Al mismo tiempo una vez generado el invento y patentado, se crea un obstáculo para que esta industria opere fluidamente pues muchos de sus procesos quedan protegidos por los derechos de propiedad intelectual (PI), lo cual también hará dependientes unos países de otros para realizar los procesos de producción de semiconductores en forma competitiva (Timmers, 2022).[23]

Dentro de las cadenas de valor de los microchips distintos países tienen diferentes fortalezas (y debilidades) en su participación en ella y eso se traduce en una gran interconexión global para producirlos. Como se indica en un documento de la ONU (2023), Estados Unidos tiene una clara ventaja en cuanto a PI y al diseño de los microchips; la Unión Europea y Japón tienen un papel importante como proveedores de equipo y materiales para la producción de chips. La República de Corea tiene ventajas en varios de los eslabones de la cadena – diseño, manufactura, ensamblaje y pruebas-. China es un importante proveedor de materias primas, especialmente el silicio, y es un gran productor de chips más maduros y le sigue a Taiwán en importancia en la producción del *backend*, siendo este último también un gran productor de los chips más avanzados (menos de 10 nm).[24] China es el mayor destino de los chips producidos por los demás países, lo que es comprensible si se toma en cuenta que los chips mismos son componentes necesarios para producir otros bienes y China es la mayor fábrica del mundo. Este país también es un

21 Semiconductor Industry Association, 2023 Factbook, https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook_1.pdf

22 Rabobank, Mapping Global Supply Chains – The Case of Semiconductors https://www.rabobank.com/knowledge/d011371771-mapping-global-supply-chains-the-case-of-semiconductors

23 Paul Timmers (2022), Digital Industrial Policy for Europe, *Report*, Centre for Regulation in Europe (CERRE), diciembre.

24 Naciones Unidas (2023), Supply Chains for Microchips, *World Economic Situation and Prospects*, Briefing, No. 173, julio.

gran exportador de chips pero su capacidad de producir aquellos de última generación es limitada (Hufbauer y Howan, 2022).[25]

Cuadro 2 Principales Países importadores, Exportadores, Superavitarios y Deficitarios de Microchips (2021).

Porcentajes del Total Mundial				Miles de millones de dólares			
Países	**Exportadores**	**Países**	**Importadores**	**Países**	**Mayores Superavitarios**	**Países**	**Mayores Deficitarios**
Taiwán	21,3	Hong Kong	21,30	Rep. Corea	68,3	Hong Kong	206,0
China Continental	19,2	China Continental	20,80	Malasia	36,6	Vietnam	21,7
Rep. Corea	14,0	Singapur	7,90	Estados Unidos	21,1	México	13,9
Singapur	9,4	Taiwán	7,60	Filipinas	13,5	China Continental	13,3
Malasia	8,6	Rep. Corea	5,80	Japón	13,3	India	10,8
Estados Unidos	6,2	Vietnam	4,80	Irlanda	11,5	Brasil	4,3
Japón	4,4	Estados Unidos	3,70	Francia	1,8	Polonia	3,7

Fuente Observatorio de Complejidad Económica (OEC), https://oec.world/es/profile/hs/integrated-circuits

Por otra parte, hay una especialización en la producción de chips por parte de los diferentes países. Si se observa el comercio internacional de chips, se ve que todos los mayores productores de estos bienes son también grandes importadores y exportadores de ellos (Cuadro 2). Aparentemente, ninguno es capaz de producir toda la gama de estos dispositivos y, por tanto, unos y otros dependen entre sí para obtener los distintos tipos de chips que necesitan.

Como puede apreciarse en el Cuadro 2, China es un gran exportador y también importador de microchips (pero está entre los países más deficitarios en su balanza comercial de estos productos). Taiwán y Estados Unidos también figuran entre los principales exportadores e importadores del mundo, pero con un considerable superávit comercial en ambos casos. Países como Hong

25 Gary Clyde Hufbauer y Megan Howan (2022), Major Semiconductor Producing Countries Rely on Each other for Different Types of Chips, Peterson Institute for International Economics, https://www.piie.com/research/piie-charts/major-semiconductor-producing-countries-rely-each-other-different-types-chips

Kong, Vietnam, México, Brasil, India y Polonia son deficitarios en este rubro porque importan grandes cantidades de microchips como insumos para ser incorporados en los productos electrónicos, automotriz, aeronáuticos, entre otros bienes que manufacturan. Sin embargo, varios de estos países tienen planes de participar en la cadena de producción (o I&D, como Hong Kong) en los próximos años y han anunciado algunas grandes inversiones en sus países, animados especialmente por políticas de respaldo a este sector ya sea por sus gobiernos o por sus aliados internacionales, como veremos en la sección 2.b.

Aunque no se aprecia en el Cuadro 2 por no contener grupos de países, la UE es un actor relevante pues consumía el 20% del total de microchips producidos en el mundo en 2021, pero era considerablemente deficitario, pues fabricaba sólo el 9% del total de esos productos (Deloitte, 2022).[26]

En la práctica, la división del trabajo actual va mucho más allá de lo que se puede observar a simple vista en el comercio entre países en la categoría de microchips. Los componentes centrales de un chip pueden haber cruzado 70 veces las fronteras antes de que adquiera la forma necesaria para llegar al consumidor final.[27]

En síntesis, la revolución digital y el avance acelerado hacia una economía inteligente han conducido a un uso cada vez más generalizado de los microchips que, a su vez, evolucionan a gran velocidad. Estos se han vuelto indispensables para el funcionamiento de las comunicaciones, la producción, las finanzas, los servicios de muchos tipos, la seguridad, etc. Su producción requiere la interacción y la colaboración de muchas partes a nivel internacional, lo cual la hace vulnerable ante tensiones geopolíticas, pandemias, eventos climáticos y guerras, que pueden producir interrupciones en los suministros de la cadena. En la siguiente sección veremos los elementos que están creando tensiones en torno a la producción y comercio de los microchips y que están redefiniendo su

26 Deloitte (03/11/2022), A new dawn for European chips, https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/technology/semiconductor-chip-shortage-supply-chain.html

27 Knowledgeridge, The Impact of Semiconductor Chip Shortages on the Global Economy, https://www.knowledgeridge.com/Blog/The-Impact-of-Semiconductor-Chip-Shortages-on-the-Global-Economy#:~:text=Supply%20Chain%20Complexities%20%2D%20The%20semiconductor,product%20reaches%20the%20end%20customer. Consultado 13/12/2023.

cadena de valor, así como las medidas que están tomando los distintos países y las empresas para responder a estos retos.

III. TENSIONES GEOPOLÍTICAS, POLÍTICAS INDUSTRIALES Y RECONFIGURACIÓN DE LA INDUSTRIA DE MICROCHIPS

A. Las tensiones geopolíticas y su impacto sobre la industria de microchips.

La tecnología se ha convertido en un tema crítico en las relaciones entre grandes potencias mundiales, especialmente entre Estados Unidos (y varios de sus aliados) y China. Se trata del liderazgo tecnológico mundial, que indiscutiblemente Estados Unidos tiene hasta ahora (aunque Taiwán y Rep. de Corea tienen ventajas en algunos segmentos de esta industria) y el que China espera alcanzar en el menor tiempo posible. China tiene la meta de ser autosuficiente en 70% de la producción de microchips para el año 2025 (Plan "Hecho en China 2025", de 2014) y si bien aún parece estar bastante lejos de alcanzar dicho objetivo, en los últimos cuarenta años ha ido cerrando considerablemente la brecha que existía con Estados Unidos. Para ello se ha hecho de tecnología de diversas formas, entre otras, firmando acuerdos de transferencia tecnológica con empresas como IBM, AMD y Arms que operan en su territorio (Miller, 2022).[28] Este desarrollo preocupa a Estados Unidos porque China aspira a tener un gran poderío militar[29] y lograr hacer avances enormes en inteligencia artificial. Paradójicamente, por no tener suficiente capacidad aún de producir chips avanzados, China depende de la importación de la tecnología y de los chips más modernos de otros países, incluyendo a Estados Unidos, el que, involuntariamente, estaría prestándose para fortalecer a su rival.

28 Chris Miller (2022), op. cit.

29 Xi Jing Pin aspira a tener una fuerza militar de clase mundial para 2049. "Una gran parte de eso implica el desarrollo de armamento autónomo, incluidos misiles hipersónicos, y el uso de inteligencia artificial (IA) para una variedad de aplicaciones, incluida la guerra electrónica." The Guardian (2023), Chip wars: how semiconductors became a flashpoint in the US-China relationship, 5 de julio.

Por este motivo, Estados Unidos ha tomado fuertes medidas para controlar las exportaciones relacionadas a la computación avanzada y la manufactura de semiconductores a China. Las acciones se iniciaron bajo el Pdte. Donad Trump contra las empresas chinas ZTE y Huawei (telecomunicaciones, teléfonos celulares y otros), así como contra Fujian Jinhua, (productor de semiconductores) y se volvieron mucho más contundentes desde octubre de 2022[30] bajo el Pdte. Joe Biden, mismo que las ha reforzado desde entonces.[31] Ello está orientado a limitar el acceso de China a los microchips avanzados, la maquinaria para producirlos, la tecnología para desarrollarlos, el software utilizado por esta industria, además de restringir la posibilidad de que personas de nacionalidad (o residentes) estadounidense apoyen el desarrollo o la producción de circuitos integrados en fábricas de semiconductores en China.[32] Adicionalmente, Estados Unidos ha logrado, aparentemente y, por ahora, limitar la capacidad de dicho país de producir semiconductores avanzados al convencer a los Países Bajos y a Japón, que son las naciones que además de Estados Unidos producen la maquinaria para elaborar los microchips más sofisticados, de limitar la provisión de ellas a dicha nación. Por ejemplo, la

30 Se agregaron los siguientes chips a las restricciones de exportaciones que ya existían de estos dispositivos: chips lógicos con arquitectura de transistores no plana (I.e., FinFET o GAAFET) de 16nm o 14nm, o menos; chips de memoria DRAM de 18nm de medio tono o menos; chips de memoria flash NAND con 128 capas o más (Oficina de Industria y Seguridad de Estados Unidos, https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/newsroom/press-releases/3158-2022-10-07-bis-press-release-advanced-computing-and-semiconductor-manufacturing-controls-final/file)

31 El 7 de octubre de 2023, el Departamento de Comercio de Estados Unidos hizo extensivo el control de exportaciones de microchips y maquinaria requerida para producirlos a todos los países a los que ha aplicado un embargo de armas (21 en total, incluyendo China); ha afinado las limitaciones de exportaciones de estos ítems a las subsidiarias de empresas de estos países a nivel global; y ha ampliado las restricciones a un mayor número de microchips, entre otras medidas. (BIS, https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/newsroom/press-releases/3355-2023-10-17-bis-press-release-acs-and-sme-rules-final-js/file). Ello afectará sobre todo a empresas como Nvidia, Intel y AMD.

32 Bureau of Industry and Security (BIS)**,** Office of Congressional and Public Affairs (07/10/2022), https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/newsroom/press-releases/3158-2022-10-07-bis-press-release-advanced-computing-and-semiconductor-manufacturing-controls-final/file

empresa ASML de los países Bajos es la única compañía que produce el equipo de escaners de fotolitografía de última generación necesaria en la elaboración de los chips más modernos[33] y ésta, basada en los Arreglos de Wassenaar,[34] ha restringido la exportación a China de maquinaria especializada en elaborar microchips.

Adicionalmente, en agosto de 2023, el Pdte. Joe Biden emitió una Orden Ejecutiva para contener las inversiones de Estados Unidos en países que le causan preocupación ("countries of concern"), entre los que destaca China, específicamente en tres sectores tecnológicos: semiconductores, tecnologías de información cuántica, e inteligencia artificial, por motivos de seguridad nacional. Estos tres ámbitos son considerados críticos para la expansión de las capacidades de China en el plano militar, de inteligencia, de vigilancia y la cibernética (La Casa Blanca, 2023a).[35]

Las restricciones impuestas por Estados Unidos a China surtieron un palpable efecto al reducirse las exportaciones de semiconductores del primer al segundo país en 50.7% en los primeros 8 meses de 2023 respecto al mismo período del año anterior (3.1 mil millones de dólares comparado con 6.4 mil millones en 2022). Sin embargo, las medidas adoptadas por Estados Unidos antes mencionadas no impidieron, por ejemplo, que Huawei produjera el chip Kirin 9000s (de 7 nm) que puede alcanzar la velocidad de red 5G. Este chip activa la serie de teléfonos inteligentes Mate 60 que vendió más de 300,000

33 The Guardian (2023), Chip wars: how semiconductors became a flashpoint in the US-China relationship, 5 de julio.

34 Los Arreglos de Wassenaar, https://www.wassenaar.org/es/

35 La Casa Blanca, *Executive Order on Addressing United States Investments in Certain National Security Technologies and Products in Countries of Concern*, https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/08/09/executive-order-on-addressing-united-states-investments-in-certain-national-security-technologies-and-products-in-countries-of-concern/

unidades en sus dos primeras semanas en el mercado chino en 2023 (U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2023).[36] [37]

Entre otros problemas geopolíticos que incumben a los microchips, está el que tienen China continental y Taiwán. La poderosa industria de semiconductores de este último país tiene un rol mundial que no puede dejar indiferente casi a ningún país en el mundo –incluyendo China– pues produce más de 60% de los semiconductores a nivel mundial y más de 90% de los más desarrollados. En su mayoría son fabricados por TSMC. La posición estratégica de este país en la cadena de producción de microchips le ha ayudado a protegerse del apetito de China continental por recuperar la isla como parte de su territorio pues no puede arriesgar que desaparezca o se destruya la producción de estos chips. A pesar de que TSMC está abriendo empresas en Estados Unidos, respondiendo a los estímulos de ese país para atraer inversiones y lograr expandir la producción física de los chips en su territorio, éstos por ahora no serán los más avanzados (TSMC inauguró una *foundry* en Arizona en 2022, pero también considera varias plantas más en el futuro quizás con tecnología de punta) (Miller, 2023).[38]

La Unión Europea también ha estado discutiendo la posibilidad de reducir los riesgos en sus relaciones con países como China, para lo que, entre otras cosas, ha elaborado una lista de tecnologías sensibles que podrían generar un riesgo si son usadas por naciones rivales, lo cual incluye a los microchips. A la vez, ha estado considerando tomar medidas como el control de las inversiones extranjeras en la región, para evitar que esos inversionistas compren compañías o infraestructura europea que les permita acceso a tecnologías avanzadas; fortalecer el control de exportaciones para evitar que se entreguen medios que robustezcan a países hostiles; y el control de las inversiones europeas en

36 Bloomberg (22/09/2023), *Huawei's New Chip Powering Sales Surge Show to have 5G Support*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-09-22/huawei-s-new-chip-has-5g-powers-mate-60-phones-to-sales-surge?srnd=technology-vp&sref=TBDibEcD&embedded-checkout=true

37 U.S.-China Economic and Security Review Commission, *2023 Report to Congress*, https://www.uscc.gov/sites/default/files/2023-11/2023_Executive_Summary.pdf

38 Chris Miller (2022), op. cit.

otros países como China que pueden facilitar el acceso de éstos a tecnologías que erosionen la seguridad europea.[39] La posibilidad de adoptar medidas en esta materia, sin embargo, requiere acuerdos conjuntos de los países de la UE, mismos que tienen relaciones dispares con China, y que ven con distintos ojos las restricciones a ser impuestas.

Otros países como Japón y la India han mostrado preocupación por aspectos de seguridad en relación con la interdependencia que tienen en el área de microchips con China y también han adoptado controles sobre exportaciones de la industria de microchips y su tecnología a ese país.[40] [41]

En respuesta a todas las medidas en su contra, el Ministerio de Comercio de China, por su parte, anunció en agosto de 2023 que impondría límites a las exportaciones de galio y germanio –de los cuales China tiene un cuasi monopolio de producción– y que son esenciales en la industria de microchips, con el fin de proteger la seguridad y el interés nacional (Parlamento Europeo, 2023).[42] Ello puede entorpecer la producción de microchips en el resto del mundo, pero hay que considerar que su impacto puede ser menor al que aparenta porque existe un gran contrabando para exportar estos insumos desde China, llegando a explicar casi la mitad de las tierras raras originadas en ese país y obtenidas desde el exterior, de acuerdo a algunas estimaciones. A ello hay que agregar que los países afectados por su dependencia de este tipo de minerales procedentes de China están activamente buscando proveedores alternativos (como en los acuerdos de Japón con Mongolia, Vietnam y

39 Politico (20/06/2023), EU looks to ban companies from making sensitive tech in China, https://www.politico.eu/article/eu-ban-companies-make-sensitive-tech-china/

40 Reuters (24/07/2023), As Japan aligns with U.S. chip curbs on China, some in Tokyo feel uneasy, https://www.reuters.com/technology/space/japan-aligns-with-us-chip-curbs-china-some-tokyo-feel-uneasy-2023-07-24/

41 The Times of India (25/12/2023), Government measures to develop India as a global hub for electronics system design & manufacturing, https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/truth-lies-and-politics/government-measures-to-develop-india-as-a-global-hub-for-electronics-system-design-manufacturing/#

42 Parlamento Europeo, Export restrictions on materials for microchip manufacturing imposed by China, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2023-002160_EN.html (consultado 15/12/2023)

Australia, para este fin) (Forbes, 2022).[43] Otra medida de China en respuesta a las de Estados Unidos fue prohibir el uso a las empresas chinas de algunos microchips fabricados por Micron de este país (aunque esta medida, más que una represalia a las restricciones impuestas por Estados Unidos, responde a una compleja situación de PI litigada entre ambos países) (Miller, 2022).[44]

B. Políticas industriales nacionales que promueven la producción de microchips.

Las tensiones geopolíticas entre Estados Unidos y China han llevado a muchos países a adoptar políticas industriales con una visión estratégica para fortalecer sus industrias de microchips y desvincularse de China, o bien, ven una oportunidad en la cadena de producción de estos para aprovechar las oportunidades que brinda el reacomodo de la industria en el presente contexto mundial. China, por su lado, despliega una política industrial propia sin precedentes para impulsar una industria propia de microchips.

Estados Unidos promulgó una Ley de Chips y Ciencias (*Chips and Science Act*) en julio de 2022 para fortalecer la producción nacional de semiconductores, su diseño y la I&D relacionada. La intención estratégica es recuperar el importante papel que tuvo anteriormente y que ha perdido a nivel mundial: de proveer el 37% de los chips en el mundo en 1990, en 2023 sólo contribuía con el 12%, causándole una serie de potenciales problemas de seguridad, de vulnerabilidad ante cuellos de botella de la cadena de valor e incluso de su liderazgo tecnológico.[45]

De esta forma, la Ley de Chips y Ciencias tiene la intención de que las invenciones que se realicen en Estados Unidos se traduzcan en la elaboración física de un número mucho mayor de chips de lo que se logra actualmente. Con este fin, contempla 52.7 mil millones de dólares (de un total de 280 mil

43 Forbes (22/09/2022), The 2023 US–China Chip War: The Nexus of High Tech and Geopolitics, https://www.forbes.com/sites/earlcarr/2023/08/22/uschina-chip-war-the-nexus-of-high-tech-and-international-relations/

44 Chris Miller (2022), op. cit.

45 Semiconductors, https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2022/07/Pass-the-CHIPS-Act-of-2022-Fact-Sheet.pdf (consultado 15/12/2023)

millones de dólares a ser canalizados mediante esta la ley a lo largo de diez años) específicamente para la investigación, el desarrollo, la manufactura y la preparación de la fuerza de trabajo en la industria de semiconductores. Este monto incluye 39 mil millones en incentivos para la manufactura, 13.2 mil millones en I&D y educación (especialmente en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, STEM, y capacitación de los trabajadores), y 500 millones para asegurar la seguridad de la tecnología de información y comunicaciones requerida, así como apuntalar las actividades de la cadena de valor de estos dispositivos. Adicionalmente, la ley permite una deducción de impuestos de 25% para la manufactura de semiconductores y la maquinaria conexa (La Casa Blanca, 2023).[46] Las industrias que se beneficien de estos incentivos deben comprometerse a no tener "transacciones significativas" con estados como China y otros países considerados problemáticos por Estados Unidos, que les pudieran ayudar a desarrollar esta industria en áreas que le signifiquen una amenaza a esta última nación (condición no menor para países que tienen importantes negocios con China).

La ley en cuestión también considera el apoyo para "diversificar, hacer más resiliente, segura, y más transparente a la cadena de suministro de semiconductores" incluyendo a terceros países para ello. Con este propósito, se han hecho acuerdos con el grupo de países Quad (que incluye a Australia, India, Japón y Estados Unidos), con el Grupo de los 7 (G7) para reforzar la cadena de producción de semiconductores en el área indo-pacífica, con la OCDE para cooperar en este esfuerzo también en la respectiva área geográfica[47], además del impulso que Estados Unidos ha dado a la "Alianza Chip 4" para semiconductores que incluye a dicho país, además de Taiwán, Rep. de Corea y Japón. Asimismo, se ha avanzado en armar planes para crear un eje centroamericano –con Costa Rica (que ya cuenta desde hace años con

46 La Casa Blanca (09/09/2023), *FACT SHEET: CHIPS and Science Act*, https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/

47 US Mission to OECD (30/06/2023), International Engagement Project Under the CHIPS Act/International Technology Security and Innovation Fund, *Factsheet, https://usoecd.usmission.gov/international-engagement-project-under-the-chips-act-international-technology-security-and-innovation-fund/*

actividades en esta industria) y Panamá– para la producción de chips. Estados Unidos también se ha acercado a Vietnam y a la India para reforzar la cadena de producción de semiconductores con países amigos.

Por su parte, la Ley de Chips Europea de la UE que entró en efecto en septiembre de 2023 tiene también el propósito de que la región recupere al menos parte del importante rol que tuvo en el pasado en el área de microchips pues llegó a generar el 25% de la producción mundial en 2000 pero por motivos de costo, delegó esta producción en países asiáticos, reduciendo su participación en el total a menos del 10%, como mencionamos anteriormente (Arnal, García y Jorge, 2023).[48] La nueva Ley se apoya en tres pilares: (a) Chips para la Iniciativa Europea, que apunta a "reforzar el liderazgo tecnológico europeo a través de la transferencia de conocimientos desde el laboratorio a la fabricación, superando la separación entre la investigación y la innovación y la actividad industrial y promoviendo la industrialización de tecnologías innovativas por parte de las empresas europeas". (b) El segundo pilar consiste en asegurar la mayor disponibilidad local de microchips, atrayendo inversiones y mejorando la capacidad de producción en la industria de semiconductores. Para ello promoverán instalaciones de producción integradas y *foundries* abiertas (es decir, diseñan y producen microchips para otras empresas) de la UE. (c) El tercer pilar consiste en un mecanismo de coordinación entre los estados miembros de la Comisión de la UE para mejorar la colaboración entre sí, dando seguimiento a la oferta y demanda de semiconductores y previendo los posibles cuellos de botella en la cadena de valor a tiempo para poder evitar la escasez que pudiera surgir de estos dispositivos.[49] Esta iniciativa considera una contribución en inversión pública de €43 mil millones (alrededor de 47 mil millones de dólares), lo que le llevaría a duplicar su participación en este mercado global de menos del 10% en 2023 a 20% en 2030. Sin embargo, la gran mayoría de estos recursos serían aportados por los estados nacionales

48 Judith Arnal, Emilio García & Raquel Jorge (2023), Policies and tools for strengthening the European semiconductor ecosystem, Elcano Policy Paper, octubre. https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2023/11/policy-paper-policies-and-tools-for-strengthening-the-.pdf

49 The European Chips Act, https://www.european-chips-act.com

y no centralmente por la UE, que contribuiría con € 3 millones al total.[50] Para 2023 ya había iniciativas de inversiones muy importantes especialmente en los cuatro principales países europeos liderados por Alemania y seguidos por Francia, Italia y España, a las que hay que agregar Bélgica, así como otros países, con aportes de menor envergadura (Arnal, García y Jorge, 2023).[51]

A su vez, China ha adoptado políticas muy importantes para avanzar tecnológica y productivamente en el sector de microchips. Su Plan "Hecho en China 2025" ya contenía incentivos para impulsar la industria de semiconductores, pero a partir de las medidas restrictivas de Estados Unidos, especialmente las del 7 de octubre de 2022, se han reforzado considerablemente las políticas adoptadas para el desarrollo de esta industria en esa nación (CSIS, 2023).[52]

Si bien China había creado desde 2014 el Fondo Nacional Integrado de la Industria de Circuitos (conocida como el "Gran Fondo"), en 2019 este se renovó con 35 mil millones de dólares adicionales, a lo cual hay que agregar la formación de 15 fondos de inversión para la producción de semiconductores por parte de los gobiernos locales por otros 25 mil millones de dólares adicionales. A eso se suman una serie de otros instrumentos de apoyo al sector como préstamos preferenciales para las empresas y deducciones de impuestos, entre otros, que sumaban otros 50 mil millones de dólares según algunas estimaciones (Real Instituto Elcano, 2023).[53]

50 *ONU, World Economic Situation and Prospects: July 2023 Briefing*, No. 173, https://www.un.org/development/desa/dpad/publication/world-economic-situation-and-prospects-july-2023-briefing-no-173/

51 Judith Arnal, Emilio García & Raquel Jorge (2023), Policies and Tools for Strengthening the European Semiconductor Ecosystem, Elcano Policy Paper, octubre. https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2023/11/policy-paper-policies-and-tools-for-strengthening-the-.pdf

52 CSIS (03/05/2023), China's New Strategy for Waging the Microchip Tech War, https://www.csis.org/analysis/chinas-new-strategy-waging-microchip-tech-war

53 Real Instituto Elcano (27/12/2023), Policy orientations on EU-China relations in semiconductors: an outlook on bilateral and multilateral agendas, https://www.realinstitutoelcano.org/en/analyses/policy-orientations-on-eu-china-relations-in-semiconductors-an-outlook-on-bilateral-and-multilateral-agendas/#_ftn21

Rep. de Corea ha promulgado en 2023 una ley de chips (K-Chips Act) que fortalece la política industrial existente, favorable a la industria de semiconductores. Su gran esfuerzo por atraer inversiones importantes al país se entiende por estar entre dos fuegos: un compromiso con Estados Unidos y otro con China. En el primer caso se trata de una alianza sobre todo para la seguridad política y militar del país frente a Corea del Norte y con el segundo hay una integración económica muy fuerte y, más aún, si se habla de microchips. No sólo 24% del total de exportaciones coreanas van a China, sino que en semiconductores esta cifra es del 60%. La presencia de empresas de semiconductores coreanas en China es muy importante y se ha estado expandiendo. Alrededor de 20% de los chips de memoria de Samsung se producen allí y SK Hynix también tiene una planta en Wuxi, que compró la planta Dalian de Intel en 2021. La presión que ejerce Estados Unidos sobre Corea a través de su Ley de Chips y Ciencias y por otras vías para que sus empresas no expandan sus inversiones en China pone en serios problemas a las empresas coreanas, de manera que hace mucho sentido reforzar esta actividad en su propio país.[54] Samsung y ASML ya han anunciado la inversión conjunta de 760 mil millones de dólares para construir una planta de chips avanzados en Rep. de Corea.[55]

También Taiwán ha emitido una ley de chips, ofreciendo subsidios tributarios de 25% para la investigación en ese país y, a pesar de las fuertes tensiones con China, ha estado atrayendo importantes inversiones, por ejemplo, de ASML que ha abierto en 2023 su sexta fábrica en Taipéi de maquinaria avanzada de litografía que fabrica chips de última generación.[56]

54 Techwire, Asia, (29/05/2023), Is South Korea once again caught in between the US and China?, https://techwireasia.com/05/2023/is-south-korea-once-again-caught-in-between-the-us-and-china/

55 CNBC (13/12/2023), Samsung and ASML to invest $760 million to build an advanced chip plant in South Korea, https://www.cnbc.com/2023/12/13/samsung-and-asml-to-build-an-advanced-chip-plant-in-south-korea.html

56 The Economist (06/03/2023), Taiwan's dominance of the chip industry makes it more important https://www.economist.com/special-report/2023/03/06/taiwans-dominance-of-the-chip-industry-makes-it-more-important.

Varios otros países han adoptado medidas para apoyar el desarrollo de la industria de microchips y/o la maquinaria para elaborarla.

Lo que hacen los países individualmente o a nivel subregional no nos debe hacer perder de vista que existe todo un esfuerzo de mayor envergadura para superar el reto que plantea la vulnerabilidad de la cadena de valor de los microchips y que, por tanto, está llevando a una cooperación intensa internacional especialmente dentro del bloque de influencia de Estados Unidos. Sólo para dar un ejemplo, existe una cooperación transatlántica en muchas áreas, incluyendo a los semiconductores[57] porque los países de esa gran región se necesitan mutuamente para avanzar tecnológicamente lo más rápidamente posible (La Casa Blanca 2023). Así, "un ecosistema de dos vías se ha creado en años recientes, desde la investigación y transferencia tecnológica hasta acuerdos de abastecimiento. Las empresas europeas participan en proyectos manufactureros de Estados Unidos" … "y las empresas de Estados Unidos colaboran en organizaciones de investigación europeas" (Real Instituto Elcano, 2023).[58]

IV. EL CASO DE MÉXICO

Dentro del panorama global descrito para la industria de microchips, un país como México tendría buenas posibilidades de tener un papel de cierta importancia dentro de la nueva configuración de la cadena de valor de dichos dispositivos, si no global, sí regional. Esta industria no es desconocida en ese país pero hasta ahora ha tenido un desarrollo limitado.

Actualmente, México tiene presencia en dos eslabones de la cadena de producción de semiconductores. En la parte de I&D y diseño, Intel creó hace veinte años la empresa Design Center de Guadalajara (GDC), con dos funciones distintas: una de investigación y desarrollo (I&D) "alrededor de

57 La Casa Blanca (31/05/2023), Declaración Conjunta de Estados Unidos y la UE del Consejo de Comercio y Tecnología U.S., https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/05/31/u-s-eu-joint-statement-of-the-trade-and-technology-council-2/

58 Real Instituto Elcano (27/12/2023), op cit.

algoritmos y tecnologías que podrían o no llegar al mercado"[59], y otro de validación de microchips pre-comercialización. También el importante el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) –centro de enseñanza e investigación– realiza el diseño de circuitos integrados y provee una especialización profesional en esta área. El INAOE ha desarrollado prototipos en la producción de sensores, por ejemplo.[60]

En la etapa de producción de *backend* de microchips el país cuenta con cuatro empresas que se dedican al ensamblaje, pruebas y empacado (ATP): Texas Instruments, Infineon, y Skyworks (que tiene dos plantas).[61] Aunque en conjunto esta incursión es modesta en este mercado, no deja de ser relevante, dado que hay una casi nula presencia de empresas que se dedican a ATP en Occidente. Asia abarca el 81% de esta actividad en el mundo (38% en China) (Miller y Talbot, 2023). Eventualmente México podría participar como proveedora de litio para la producción de semiconductores si logra explotar este mineral y lo procesa de forma de alcanzar el alto nivel de pureza que requiere este insumo en esta actividad.

México tiene fuertes motivos para incorporarse en forma más decidida a la cadena de valor de la industria de semiconductores, empezando por su proximidad a Estados Unidos, país que tiene como propósito declarado conseguir una mayor integración de los microchips en su propio territorio y en el de países cercanos (*nearshoring*) y países amigos (*friend-shoring*). México reúne estas dos condiciones, ventaja a la que se añade el que está suscrita al T-MEC que ofrece un comercio con Estados Unidos y Canadá con preferencias arancelarias sustantivas (Oropeza, 2023). Hay ya una intención explícita de Estados Unidos y México para cooperar en el fortalecimiento de la cadena mencionada, a partir de la conformación de un grupo de trabajo binacional

59 DLP News (5/10/2022), Ley CHIPS, oportunidad única para México en una industria de alto valor, https://dplnews.com/intel-gdc-como-mexico-participa-en-el-desarrollo-de-semiconductores/

60 INAOEP, https://posgrados.inaoep.mx/oferta-academica/posgrado-en-electronica

61 DPL (2022), *Intel GDC: cómo México participa en el desarrollo de semiconductores*, 8 de julio, https://dplnews.com/intel-gdc-como-mexico-participa-en-el-desarrollo-de-semiconductores/

sobre la cadena de suministro de semiconductores (septiembre 2021) en el marco del Diálogo Económico de Alto Nivel. En concordancia con ello, hay indicios de un esfuerzo conjunto por atraer inversiones de Taiwán a México y varias de sus compañías exploran esa posibilidad.[62]

Si bien México no tiene la capacidad de desarrollar el *frontend* de la industria de microchips, especialmente de la más avanzada, por la enorme inversión que significa, la muy sofisticada tecnología que se necesita, por carecer de suficiente capital humano idóneo, el país podría concentrarse en producir en el segmento de *backend*, lo que calzaría bien con la intención de Estados Unidos de producir una mayor proporción de los microchips en su etapa de *frontend* en su territorio. Algunos autores, por su parte, consideran que México, si diera los incentivos necesarios, podría explorar la producción *frontend* de segmentos de fabricación de chips de menor sofisticación tecnológica, como los "legacy" chips[63] para los que hay gran demanda por parte de varias industrias que operan en el país (Filippo, Guaipatín, Navarro y Wyss, 2022). Si esto ocurriera, se lograría también integrar más las cadenas de valor de la industria automotriz, la electrónica, los dispositivos médicos, la aeroespacial a nivel nacional, dejándole un mayor valor agregado a México y asegurando el suministro de chips a estas actividades. Un primer indicio de esto es la inversión de 45 millones de dólares para chips de tecnología *legacy* que está realizando la empresa norteamericana Vishay Intertechnology en Durango.[64]

Una política industrial digital mexicana para desarrollar el sector de semiconductores necesitaría traducirse en varias acciones concretas. En primer lugar, tendría que apoyar y motivar la educación requerida para operar adecuadamente con la tecnología de microchips. México tiene ciertas

62 Forbes (20/06/2023), Fabricantes taiwaneses de chips se apuntan a invertir en el Corredor Interoceánico https://www.forbes.com.mx/fabricantes-taiwaneses-de-chips-se-apuntan-a-invertir-en-el-corredor-interoceanico/

63 Los "legacy" chips son producidos con tecnología de 28 nanómetros o superior (Ley de *CHIPS and Science* de Estados Unidos).

64 El Economista (08/03/2022), Inician construcción de fábrica de semiconductores en Gómez Palacio, Durango, https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Inician-construccion-de-fabrica-de-semiconductores-en-Gomez-Palacio-Durango-20220308-0105.html

ventajas, al contar con mano de obra que durante años ha trabajado en empresas maquiladoras en varios estados del país y cuenta con una cantidad considerable de ingenieros, pero se requiere de una formación específica para la industria. Hay ciertas iniciativas ya en marcha, como la formación de ingenieros mexicanos provista por la Universidad de Arizona,[65] o los programas de formación ofrecidos por Intel[66] y de las universidades o institutos tecnológicos mexicanos que empiezan a proveer este tipo de especialidades en ingeniería (Ingeniería en Semiconductores, Instituto Tecnológico de Aguascalientes; Tecnológico Ciudad Madero, Tamaulipas; Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Baja California, el INAOEP, ya mencionada, entre otras). El desarrollo de profesionistas y de trabajadores calificados para esta industria requerirá mucha más inversión y dedicación por parte de todos los actores involucrados para que México cuente con el capital humano necesario.

En segundo lugar, si se aspira a desarrollar la producción (posible) de semiconductores en México, especialmente para la industria local con gran demanda por ellos, como la automotriz, tendría que haber incentivos dirigidos hacia el diseño de estos circuitos. Se necesita un mucho mayor financiamiento de I&D que el que existe actualmente, especialmente si el país decidiera tener una mayor participación en la etapa *fabless*, también si emprendiera actividades en *frontend* (de microchips maduros) y, este sería el caso aún cuando el país se especializara más bien en el *backend* de la industria pues, como se ha visto anteriormente, se emplea tecnología muy dinámica allí también. México es, entre los países de la OCDE, el que menor gasto realiza en I&D como proporción del PIB (0,3% frente al 2,5% en promedio de la OCDE) (Filippo, Guaipatín, Navarro y Wyss, 2022).

65 The Logistics World (17/10/2023), *Universidad de Arizona capacitará a ingenieros mexicanos en la industria de semiconductores*. https://thelogisticsworld.com/actualidad-logistica/universidad-de-arizona-capacitara-a-ingenieros-mexicanos-en-la-industria-de-semiconductores/

66 Intel firmó un acuerdo con la Secretaría de Economía para la **transferencia de recursos de innovación y la capacitación de largo plazo de talento con alta especialización en tecnología** (DPL News, 01/04/2022, Intel no construirá fábrica de chips en México pero fortalecerá cadena de suministro, https://dplnews.com/intel-no-construira-fabrica-de-chips-en-mexico-pero-fortalecera-cadena-de-suministro/)

Tercero, para que México impulse la industria de microchips, tendría que desarrollar incentivos importantes, dado que los países exitosos en este rubro han provisto a esta actividad de fuertes apoyos: desde la participación con capital en la industria, incentivos tributarios, créditos subsidiados, otorgamiento de terrenos y subsidio a la I&D. (Filippo, Guaipatín, Navarro y Wyss, 2022). El gobierno de México emitió un decreto (11/10/2023) por el que se "otorgan estímulos fiscales a sectores clave de la industria exportadora consistentes en la deducción inmediata de la inversión en bienes nuevos de activo fijo y la deducción adicional de gastos de capacitación" [67], lo que es un avance en el sentido señalado, pero aún se queda muy corto.

En cuarto lugar, es muy importante para el desarrollo de la industria de semiconductores el contar con una infraestructura adecuada tanto para la provisión de agua, que es un elemento central para la fabricación de chips, como para el suministro de cantidades importantes de electricidad, especialmente de energía limpia. En el norte del país donde es más probable atraer inversiones para la industria de semiconductores por su cercanía con Estados Unidos, por contar con mayor recurso humano para este fin, mejor infraestructura de comunicaciones, de transporte, entre otros, hay serios problemas con el abastecimiento de agua (Nuevo León, siendo el estado que más sufre de esta carencia y que tiene condiciones muy atractivas para esta industria en otros sentidos). También la disponibilidad de energía limpia suficiente es una fuerte limitación, ya que las empresas internacionales que invierten en México la necesitan para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Las políticas que han paralizado las inversiones privadas en la producción de energías limpias ha puesto un freno a su expansión y aunque el gobierno ha emprendido algunas iniciativas importantes como el Plan Sonora[68] para generar este tipo de electricidad, no es suficiente para responder a la creciente demanda por ella en todo el país.

Finalmente, aunque sea poco convencional incluirlo como parte de un paquete de política industrial, en México es indispensable considerar la

67 Secretaría de Gobernación, https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5704676&fecha=11/10/2023#gsc.tab=0

68 Plan Sonora, https://plan.sonora.gob.mx

seguridad pública como parte del ambiente propicio para la inversión en cualquier industria, incluyendo la de semiconductores. Una industria que depende de importaciones de múltiples insumos y que también exporta necesita seguridad en sus carreteras, además de poder operar en forma segura en sus instalaciones y requiere contar con ciberseguridad en sus redes. Este es un gran pendiente que necesita enfrentar México, si quiere aprovechar la oportunidad que le brinda el *nearshoring* y los grandes programas de Estados Unidos para impulsar la industria de semiconductores (entre otras).

V. REFLEXIONES FINALES

La demanda por chips seguirá siendo enorme en la medida en que siga penetrando la digitalización y se desarrolle más la computación en la nube, el *big data*, el internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial. Los dos polos en disputa actualmente – Estados Unidos (y sus aliados Japón, Rep. de Corea y Taiwán) y China – se han hecho muy interdependientes. Para China es esencial su acceso a los chips avanzados de memoria, los lógicos y los análogos que aún no puede producir del todo o en suficiente cantidad y por estar incapacitado aún para producir innovación tecnológica de primera línea. Asimismo, dado que China sólo produce el 1% de la maquinaria e instrumentos para la fabricación de microchips, su acceso a ellas en las dos o tres empresas a nivel mundial que las fabrican es esencial (Miller, 2022). En contraposición, China produce materias primas indispensables para la fabricación de los microchips y es el mercado más importante para estos dispositivos en el mundo, los cuales son incorporados a múltiples productos que luego son exportados a Estados Unidos y al resto del mundo. Los principales cuatro países productores de los chips más avanzados dependen de su principal mercado de destino: China.

Estas economías se entrelazaron y se hicieron interdependientes en el área de microchips en un período menos contencioso, pero recientemente con conflictos y antagonismos crecientes están haciendo esfuerzos –especialmente Estados Unidos y China– por desacoplarse. Este proceso lo ha iniciado Estados Unidos y ha sumado, en la medida de lo posible, a todos los países de su esfera de influencia. China ha respondido con fuerza a dichas acciones, no sólo para tratar de integrar más esta industria en su propio territorio y hacerla menos

vulnerable a las barreras con las que se está enfrentando, sino para lograr desarrollar la tecnología de chips de frontera, indispensable para manejar la inteligencia artificial, entre otras tecnologías de última generación, en la que descansa cada vez más su sistema político y su estrategia militar.

Para poder ganar la competencia en materia digital, los países involucrados están adoptando las políticas industriales y comerciales específicas para este sector. Muchas de estas políticas fueron criticadas durante décadas por los defensores del libre mercado. Estados Unidos, sin embargo, no ha escatimado recientemente en dar recursos públicos para atraer inversiones hacia la industria con estímulos fiscales, apoyo a la I&D y preparación de capital humano, además de dar apoyo a terceros países amigos que puedan fortalecer la cadena de valor de microchips de los que ese país depende. China siempre ha tenido una política industrial poderosa y está ampliándola significativamente para el sector de microchips.

En este contexto, y habiendo desaparecido parte de las presiones que impedían a los países adoptar medidas de política industrial para expandir su industria, los países en desarrollo pueden participar en la cadena de producción de semiconductores a nivel mundial, aunando una política pública propicia y el interés de las empresas globales (en combinación con las nacionales) por establecerse allí. Es una oportunidad para países asiáticos como Vietnam, pero también no asiáticos, como México, para dar un salto económico y tecnológico en este sentido. Vietnam está aprovechando las posibilidades de atraer inversiones de empresas que salen de China para evitar las sanciones de Estados Unidos y en 2023 estaban planeando desarrollar empresas de microchips (no los más avanzados).[69] México se encuentra en una ubicación inmejorable para impulsar esta industria, en algunos de sus eslabones de producción, pero para lograrlo necesita políticas industriales, en sentido muy amplio para lograrlo.

Es de esperar que estas batallas y todas las políticas y esfuerzos conjuntos o por separado que se están adoptando en el área de semiconductores ayuden

69 Reuters (31/10/2023), Vietnam looks to build first semiconductor plant, https://www.investmentmonitor.ai/news/vietnam-looks-to-build-semiconductor-plant-us-warning/?cf-view

a mejorar la calidad de vida de la población mundial. Los países en desarrollo deberían aprovechar de insertarse en las cadenas de valor de microchips, que están sufriendo una fuerte reestructuración, y hacer uso de la nueva tecnología para dar saltos hacia un estadio más avanzado e inclusivo de su sociedad y evitar que se profundicen las diferencias al interior de ellos por el acceso o no a la producción y/o al uso de estas nuevas tecnologías.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Arnal, Judith, Emilio García y Raquel Jorge (2023), Policies and tools for strengthening the European semiconductor ecosystem, *Elcano Policy Paper*, octubre. https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2023/11/policy-paper-policies-and-tools-for-strengthening-the-.pdf

Center for Strategic and International Studies (CSIS) (2023), *China's New Strategy for Waging the Microchip Tech War*, https://www.csis.org/analysis/chinas-new-strategy-waging-microchip-tech-war

Deloitte (2022), A new dawn for European chips, https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/technology/semiconductor-chip-shortage-supply-chain.html

Filippo, Agustín; Carlos Guaipatín; Lucas Navarro; Federico Wyss (2022), *Cadena de valor de semiconductores: estructura y perspectivas de cara al nuevo escenario global*, BID.

Forbes (2022), *The 2023 US–China Chip War: The Nexus of High Tech and Geopolitics*, https://www.forbes.com/sites/earlcarr/2023/08/22/uschina-chip-war-the-nexus-of-high-tech-and-international-relations/

Gruber, Harald (2019), Proposals for a digital industrial policy for Europe, *Telecommunications Policy,* Volumen 43, N° 2, Marzo 2019, Págs. 116-127.

Howley, Daniel (2021), *These 169 Industries are being hit by the Global Chip Shortage*, Yahoo News, 25 abril.

Hufbauer, Gary Clyde y Megan Howan (2022), *Major Semiconductor Producing Countries Rely on Each other for Different Types of Chips*, Peterson Institute for International Economics, https://www.piie.com/research/piie-charts/major-semiconductor-producing-countries-rely-each-other-different-types-chips

La Casa Blanca (2023a), *Executive Order on Addressing United States Investments in Certain National Security Technologies and Products in Countries of Concern*, https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/08/09/executive-order-on-addressing-united-states-investments-in-certain-national-security-technologies-and-products-in-countries-of-concern/

La Casa Blanca (2023b), *FACT SHEET: CHIPS and Science Act*, https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/

La Casa Blanca (2023c), *Declaración Conjunta de Estados Unidos y la UE del Consejo de Comercio y Tecnología U.S.*, https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/05/31/u-s-eu-joint-statement-of-the-trade-and-technology-council-2/

Miller, Chris y David Talbot (2023), Mexico's Microchip Advantage; The Right Way to Shift the Semiconductor Supply Chain Away From China, *Foreign Affairs*, agosto 28

Miller, Chris (2022), *Chip War, The Fight for the most Critical Technology*, Scribner.

ONU (2023), Supply chains for microchips, *World Economic Situation and Prospects*, Briefing, N° 173, julio.

Oropeza, Arturo (2023), La Geopolítica y el *Nearshoring*. Vasos Comunicantes de un nuevo Desarrollo, en (Coord. A. Oropeza) *Nearshoring, una Oportunidad de un Nuevo Desarrollo Económico y Social para México,* INADI y UNAM, https://www.inadi.mx/_files/ugd/527291_a0c0eac980574eb0b137c76bcf9cedd1.pdf

Parlamento Europeo (2023), *Export restrictions on materials for microchip manufacturing imposed by China*, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2023-002160_EN.html

Real Instituto Elcano (2023), *Policy orientations on EU-China relations in semiconductors: an outlook on bilateral and multilateral agendas*, https://www.realinstitutoelcano.org/en/analyses/policy-orientations-on-eu-china-relations-in-semiconductors-an-outlook-on-bilateral-and-multilateral-agendas/#_ftn21

Semiconductor Industry Association (2023), *2023 Factbook*, https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook_1.pdf

Thomas, Christopher A, (2012), *Lagging but Motivated: The State of China's Semiconductor Industry*, Brookings, https://www.brookings.edu/articles/lagging-but-motivated-the-state-of-chinas-semiconductor-industry/

Timmers, Paul (2022), Digital Industrial Policy for Europe, *Report*, Centre for Regulation in Europe (CERRE), diciembre.

U.S.-China Economic and Security Review Commission, *2023 Report to Congress*, https://www.uscc.gov/sites/default/files/2023-11/2023_Executive_Summary.pdf

CAPÍTULO IV

HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL EN MÉXICO. TEMAS GENERALES

>[19] El impacto de la transformación digital en la Industria 4.0 y 5.0

SUMARIO

I. Introducción.
II. Industria 4.0
III. Retos y oportunidades del desarrollo digital de la industria.
IV. Política de telecomunicaciones para el desarrollo de Industria 4.0 y 5.0.
V. Conclusiones.
VI. Bibliografía.

Rebeca Escobar Briones

Titular del Centro de Estudios del IFT desde agosto de 2019.

La autora agradece a Carolina Cabello, Isabel Reza, Sayuri Koike, José Luis Cuevas y a Lorely Ochoa por su apoyo en la elaboración de este capítulo.

I. INTRODUCCIÓN

La revolución digital está transformando el mundo de una forma sin precedentes. Así, la creciente presencia de dispositivos, el desarrollo de software y de aplicaciones, todos ellos conectados a internet a través de las redes de telecomunicaciones, permite a las organizaciones cambiar comportamientos, sus relaciones con clientes y proveedores, crear nuevos modelos empresariales y participar de una manera diferente en los mercados. El surgimiento de computadores de mayor capacidad y el desarrollo de algoritmos ha incidido en esa transformación, ya que permiten almacenar y analizan la gran cantidad de datos que se generan a través de los dispositivos y de la conectividad, dando también pie al surgimiento de la inteligencia artificial.

La transformación digital implica el uso y aplicación de capacidades digitales a procesos, servicios y productos en las actividades productivas. También involucra la oportunidad de incorporar las tecnologías creando nuevas lógicas y procedimientos, así como la actualización de la cultura y la organización para impulsar una mayor eficiencia y sustentabilidad en los procesos productivos, de tal manera que contribuyan a mejorar el nivel de vida de la sociedad (OCDE, 2018).

Bockshecker et al. (2018) refieren a la transformación digital como el proceso de cambios organizativos o sociales impulsados por las innovaciones y los avances de las TIC. Adicionalmente, Vial (2019) señala a la transformación digital como un proceso que tiene como objetivo mejorar una entidad, desencadenando cambios significativos en sus propiedades a través de combinaciones de tecnologías de información, computación, comunicación y conectividad.

En el ámbito industrial la transformación digital se expresa como la Industria 4.0[1]. Esta se relaciona con la conectividad y el uso del internet, y una serie de tecnologías habilitantes que fortalecen los procesos productivos.

1 En el año 2013, la Academia Alemana de las Ciencias (National Academy of Science and Engineering formuló el modelo de progreso industrial basado en cuatro revoluciones industriales. Este modelo ha dado lugar al término Industria 4.0.

La Industria 5.0 surge cuando el desarrollo de la inteligencia artificial, asistida por el IoT y los mega datos que se generan, aporta a los procesos productivos y al análisis de la demanda, y además se agrega la colaboración humana.

La incorporación de nuevas tecnologías a los procesos industriales tiene la capacidad de transformar los modelos de negocios, mejorar y crear nuevos bienes y servicios. El impacto se presenta en todos los procesos industriales, y puede cubrir todas sus fases, desde el diseño, la fabricación, la estrategia logística y la distribución de los bienes productos. Los avances tecnológicos generan beneficios a los procesos industriales, pero su implementación y aprovechamiento por parte de la sociedad requiere de la creación de infraestructura de redes, el equipamiento y la generación de capacidades necesarias para su adecuada integración a la actividad industrial.

En México, las manufacturas aportan una parte importante a la actividad productiva nacional. Por su naturaleza y vocación exportadora la industria busca una posición competitiva favorable y se sujeta a la continua necesidad de mejorar sus procesos, de ahí que sea relevante avanzar en su modernización y llevarla a la transformación digital.

En ese proceso las telecomunicaciones han sido un elemento esencial en conectar y transformar a las sociedades, desde el surgimiento de las comunicaciones a través de cobre y con las diferentes generaciones de telecomunicación móvil (1G, 2G, 3G y 4G). Actualmente, la quinta generación de comunicaciones móviles, la 5G, proporciona características de red que proveen flexibilidad, mayor calidad en términos de velocidades de transmisión y latencia, resiliencia y seguridad, y son útiles para transformar los procesos industriales y muchas otras actividades de la sociedad. Las redes de telecomunicaciones constituyen así un elemento fundamental para habilitar la Industria 4.0 y 5.0.

Desde una perspectiva de política pública digital, promover la digitalización de los procesos manufactureros implica un reto para la industria, pero también para el sector de las telecomunicaciones. Su regulador, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), debe abordar y propiciar la adopción de 5G, la inversión en redes, la asignación de espectro, la regulación del servicio, la competencia en la prestación de los servicios, y la ciberseguridad.

El objetivo de este capítulo es abordar los aspectos más relevantes para una estrategia digital que promueva el despliegue de redes 5G en México, en virtud de la importancia que esta tienen para la modernización de la industria y en la transformación digital del país. Se plantean elementos para una política que favorezca el desarrollo de 5G como elemento fundamental para el desarrollo de la industria inteligente.

II. INDUSTRIA 4.0

El concepto Industria 4.0 hace referencia a la cuarta revolución industrial, que se caracteriza, entre otras cosas, por la incorporación masiva de la tecnología de la información a toda la cadena de valor (AENE), así como a la fusión de tecnologías como la inteligencia artificial y la robótica avanzada (HM Government, 2019), creando nuevas tecnologías, industrias, productos, servicios y modelos de negocios que no se ajustan a los sistemas regulatorios existentes. La Industria 4.0 surge por la conjunción de nuevas tecnologías en diferentes ámbitos como las telecomunicaciones, la computación y la electrónica. En el proceso de producción de la Industria 4.0 se logra la integración vertical del sistema productivo a través de la interconexión de dispositivos IoT[2], la computación en nube y el uso de los grandes datos, lo que permite que los elementos internos de la fábrica se conecten y cooperan entre sí, favoreciendo la producción personalizada, una mayor productividad, y un ahorro de recursos (Cheng et al, 2016). A esos elementos habilitadores, GSMA (2020) agrega la computación en el borde, la realidad aumentada, el desarrollo de robots complejos, la manufactura aditiva y el uso de inteligencia artificial.

Por su parte, el servicio 5G provee con sus características la conectividad necesaria para la interacción masiva y resiliente de dichas tecnologías, por lo que, junto con las tecnologías señaladas, habilita la Industria 4.0.

En un recuento histórico, la primera revolución industrial inicia a mediados del siglo XVIII con el surgimiento de la máquina de vapor y el telar mecánico

2 A su vez el IoT pudo desarrollarse por el desarrollo de microprocesadores con alta escala de integración y la mayor eficiencia de consumo de energía en los procesadores.

en el ámbito de la fabricación. A principios del siglo XX, la electricidad utilizada como fuerza motriz y la producción basada en la división del trabajo, junto con el desarrollo de las telecomunicaciones analógicas, dieron lugar a la segunda revolución industrial. Los sistemas de producción en masa no automatizados alcanzaron su máximo apogeo a finales de los años cincuenta e inicios de los sesenta.

Después, la introducción de la electrónica digital en los sistemas de control industrial dio lugar a la tercera revolución industrial o Industria 3.0. Esta ha evolucionado con la adopción de la informática y la llegada de Internet y la telefonía móvil. En esta etapa, se ha podido concretar un aumento significativo de la productividad de los procesos industriales a gran escala. Esto derivado de la introducción de la automatización y de la robótica, entre otros elementos, lo que además ha favorecido la personalización de los productos (Schwab, 2018). De acuerdo con Ofcom (2023), la Industria 3.0 estuvo marcada por la introducción de las computadoras en la fabricación y producción industrial. Sin embargo, lo que en última instancia impulsó estos procesos informáticos automatizados fue la aportación humana, no los datos.

El origen a la cuarta revolución industrial y la Industria 4.0 es resultado de la presión competitiva en los mercados globales, que requieren de bajos precios y que se orienta cada día más a atender a una demanda más personalizada. Así, la cuarta revolución industrial, se define como la transición hacia nuevos sistemas ciberfísicos que operan en forma de redes más complejas (Schwab, 2016). En esta nueva etapa en la que nos encontramos hoy, la existencia de datos a gran escala permite fortalecer las diferentes fases del proceso productivo y una producción individualizada para la satisfacción de la demanda.

En esta línea, 5G consolida esa revolución, ya que permite la conectividad como un estándar para personas y objetos; favorece la conectividad crítica y masiva para maquinaria con alta fiabilidad y en tiempo real, y, por tanto, facilita la movilidad y seguridad como parte de las funciones de la red y el desarrollo de desarrollo de aplicaciones verticales. (Escobar y Cuevas, 2023). Esta nueva fase también se orienta a la sustentabilidad de los procesos.

Para el futuro, Özdemir y Hekim, (2018, en. Ofcom 2023) señalan que la Industria 5.0 surge, asistida por tecnologías como IoT y los megadatos, para crear relaciones de trabajo colaborativas entre humanos y máquinas. Lo anterior,

ya que consideran que las máquinas inteligentes son mejores que los humanos para realizar trabajos extenuantes y de precisión, pero la inteligencia humana es superior que las capacidades de resolución de problemas de una máquina inteligente en lo que se refiere a evaluar y adaptarse a situaciones inesperadas (Ofcom, 2023). Para Carro y Sarmiento (2022) los robots autónomos de la Industria 4.0 se convierten en los robots colaborativos con el ser humano en la Industria 5.0. Agregan que en la Industria 5.0 se reconoce el poder de la industria para alcanzar objetivos es, para convertirse en un proveedor de prosperidad y para exigir en materia de sustentabilidad ecológica, ubicando como parte central del proceso de producción el bienestar del trabajador.

Otros autores como Knieps y Bauer (2022), destacan para la industria inteligente, la colaboración que la conectividad permite a lo largo de la cadena productiva. Para esos autores, uno de los aspectos más relevantes de las redes industriales es el papel de los datos y la ingeniería preventiva, así como la creciente importancia de la colaboración en redes (*networking*) y la compartición de recursos. Todo esto requiere de comunicaciones y de colaboración que va más allá de las plantas de manufactura, y que puede enlazar la cadena de suministros tradicional y las redes de distribución. La conectividad y las redes son por tanto indispensables para optimizar los procesos de producción interna y para conectar con clientes o con otros involucrados en la cadena de suministro. La manufactura inteligente tiene fuertes requerimientos de conectividad que pueden ser provisto por las redes de nueva generación.

Efectivamente, las redes de nueva generación tienen un impacto transversal sobre todas las actividades económicas, por lo que son consideradas como tecnologías de propósito general (OCDE, 2022), y de manera particular la tecnología 5G puede impulsar la productividad y la competitividad, promoviendo el crecimiento económico y el empleo, inclusive se espera que tenga un impacto favorable en el uso de los recursos naturales y reduzca la emisión de sustancias contaminantes generadas en los procesos industriales.

La UIT (2018) ha destacado las redes 5G y la inteligencia artificial como campos de innovación imprescindibles para la creación de sociedades más inteligentes. La 5G ofrece velocidades de varios gigabits, aumenta significativamente la calidad de funcionamiento y la fiabilidad de las

transmisiones. Provee también menor latencia, permite la conectividad masiva de dispositivos IoT y aplicaciones y favorece el uso de los servicios de nube para mejorar la productividad industrial a través del uso fortalecido de la robótica. Así también, incentiva la innovación industrial con la implementación de nuevas aplicaciones y servicios y la introducción de nuevos modelos productivos. A manera de ejemplo, el IoT permite monitorear desde la entrega y calidad de suministro de insumos, hasta la validación del producto final pasando por el monitoreo del proceso de ensamblaje. El uso de dispositivos conectados contribuye a reducir el error en las tareas repetitivas, el rastreo de componentes a través de la cadena de suministro y una mejor planeación del proceso, más aún que las redes móviles y el IoT se pueden vincular a normas de calidad (GSMA, 2020).

Adicionalmente, otra tendencia que se observa en el contexto internacional es que la industria está explorando cada vez más el avance hacia la digitalización de las pruebas; es decir, cómo reemplazar las pruebas físicas costosas y que consumen mucho tiempo con modelos y simulaciones. Lo anterior, también ha supuesto un reto para los organismos reguladores, pues estos han tenido que considerar cómo certificar productos y servicios que no han sido probados físicamente (DBEIS,2021).

A diferencia de la red 4G, 5G tiene un uso mucho más flexible y amplio, por lo que es útil para el procesamiento de tareas complejas de manera externa y sin utilizar los recursos de un celular, mejorando así el desempeño de este y generando un ahorro de batería.[3] De igual forma, tiene la capacidad de operar como redes independientes o separadas donde una partición virtual de la red (*network slicing*) es utilizada para un uso específico. Así, mientras las primeras generaciones de servicios móviles se orientaron a dar un servicio de comunicación al usuario, la tecnología 5G tiene una vocación de uso industrial. Cabe destacar que todas las tecnologías habilitantes se encuentran en continuo progreso.

El impacto de 5G es transversal, beneficiará a todos los sectores de actividad económica, y en específico en las manufacturas, en las cuales la tecnología es un elemento esencial ya que hay gran cantidad de procesos y

3 https://www.att.com.mx/blogs-de-ejecutivos/att-red-5g-mejorando-vida.html

tareas productivas que pueden implementarse de una manera más eficiente, confiable y precisa por medio de comunicaciones inalámbricas. Dado que 5G favorece la adopción de desarrollos tecnológicos como IoT o mega datos facilita el desarrollo de soluciones industriales más eficientes y con menor impacto ambiental a lo largo de las diferentes cadenas productivas.

Cuadro 1 Estudios sobre el beneficio de la tecnología en la industria.

Autor	Conclusión / comentario del estudio
Dingyun Duan et al	Encuentra que el uso de robots automatizados **1)** eleva la productividad de los factores productivos de las empresas; **2)** tienen un efecto sustitución sobre los empleados con una baja capacitación laboral, y promueve la demanda por una fuerza laboral mejor capacitada laboralmente.
ABI Research*	Estima para la industria manufacturera, que el uso de IoT en la planta resulta en ahorros en la operación de 8.5%.
McKinsey*	Reporta que las plantas manufactureras que han realizado la transformación reducen los tiempos de paro de máquinas de 30 a 50%; mejoran su productividad de 15 a 20%; y reducen sus costos entre el 10 y el 20%.
Sahin	Muestra con datos para el periodo 2006 a 2017 que el uso de robots industriales afecta en el largo plazo de forma positiva al empleo y a la productividad de 22 países de la OCDE analizados.
OCDE (2023)	Destaca que la transformación digital puede contribuir a mejorar la productividad y la competitividad, además de ser una vía para aprovechar el progreso tecnológico. La inversión en infraestructuras de telecomunicaciones y transporte puede constituir un catalizador para un mayor crecimiento y conectividad.

Nota * En GSMA (2020) / **Fuente** Elaboración propia.

III. RETOS Y OPORTUNIDADES DEL DESARROLLO DIGITAL DE LA INDUSTRIA

En México la industria manufacturera aporta 21% del PIB y cerca de 90% de las exportaciones[4], por lo que existe una necesidad apremiante de crear las condiciones para que la industria nacional transite hacia esta nueva fase digital, incorpore las nuevas tecnologías para mantener su competitividad global.

La modernización de las plantas productivas y su transformación digital, requieren desde luego de la incorporación de redes 5G y de los habilitadores tecnológicos que dan la base para que la industria 4.0 sea una realidad (robots autónomos, sensores a lo largo de toda la línea de producción, maquinaria inteligente, uso de la realidad aumentada y virtual, entre otros). Así también se hace necesaria una localización cercana a las fuentes de materias primas y los mercados de venta. Es indispensable un suministro confiable de energía eléctrica para alimentar la planta y cargar los robots, equipos y vehículos eléctricos, así como el establecimiento de una red de distribución carretera hasta los mercados. En el aspecto laboral, se requiere de ingenieros y técnicos con experiencia en la fabricación manufacturera.[5]

Destaca que la industria inteligente requiere de varias tecnologías digitales y, particularmente, de una infraestructura de telecomunicaciones sólida, confiable y de alta velocidad para la transferencia de datos y la comunicación en tiempo real entre los sistemas de producción. Además, son indispensables los sistemas de automatización avanzados para la producción en serie de los componentes y el ensamblaje robótico de los vehículos, así como los algoritmos y la inteligencia artificial por lo que se utiliza la simulación de procesos, útiles para optimizar el diseño y mejorar la eficiencia y la calidad de los productos. A manera de ejemplo, se presentan en el Cuadro 2 los elementos considerados para la construcción de una planta en Santa Catarina, Nuevo León, por parte de Tesla.

4 Véase: INEGI, https://www.inegi.org.mx/programas/exporta_ef/#tabulados, cifras 2023 y https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#tabulados

5 Bravo, J. (2023). La tecnología de la fábrica de Tesla. https://www.eleconomista.com.mx/opinion/La-tecnologia-de-la-fabrica-de-Tesla-20230331-0036.html.

Cuadro 2 Gigafactory Santa Catarina, Nuevo León, México.

La planta de Tesla está proyectada para ser la más grande de la compañía y la planta de autos eléctricos más grande del mundo. Se establecerá en Santa Catarina, Nuevo León, con una inversión para instalación de $5,000 millones de dólares. Se espera que genere entre 5,000 y 6,000 empleos en la producción de vehículos eléctricos, baterías, equipo aeroespacial, y desarrollo científico.[6]

Se prevé que la Gigafactory esté totalmente automatizada e interconectada; equipada con sensores IoT avanzados, que recopilarán datos en tiempo real en cada etapa de la producción, desde la entrada de materia prima hasta la línea de montaje.[7] Tesla ha implementado diversas tecnologías IA en sus procesos de fabricación, que incluyen: aprendizaje automático; mantenimiento predictivo; control de calidad. Se espera que inicie operaciones de producción en 2026

Apoyo estatal y federal

Tesla solicitó al gobierno de Nuevo León la implementación de infraestructura clave para iniciar la construcción de su Gigafactory, incluyendo obras en áreas energéticas, hídricas, viales y ferroviarias.

Entre las principales obras de infraestructura destaca la construcción de un Puente Superior Vehicular, rampas de acceso y la ampliación de un tercer carril en la carretera Monterrey-Saltillo.[8] También se han realizado inversiones de más de $400 millones de pesos para la modernización y ampliación del cruce fronterizo Puerto Colombia.[9]

En materia de estímulos a la inversión, se aprobó la solicitud de incentivos presentada por la Secretaría de Economía para Tesla, los cuales incluyen un subsidio del pago del impuesto sobre nóminas del 95% por 5 años a partir de la firma del Convenio de Incentivos; la gestión de trámites y permisos, exenciones, licencias, concesiones o cualquier acto administrativo; así como la implementación de rutas efectivas de transporte; vinculación con proveedores, empresas, universidades o cualquier institución, incluyendo reclutamiento y ferias de vinculación con potenciales trabajadores, capacitación y adiestramiento; gestión de descuentos en el pago de peaje en el Puente Internacional Colombia, y la urbanización y disponibilidad de infraestructura y servicios públicos en el área de influencia del proyecto, de acuerdo a los previamente señalado.

Fuente Elaboración propia.

6 Juárez, M. (2023). La fábrica de Tesla en México no solo fabricará una nueva generación de autos, también será la más grande del mundo. https://www.motorpasion.com.mx/industria/fabrica-tesla-mexico-productos-inversion-anuncios.

7 Dickson, R. (2023). Tesla's Visionary Leap: How Industry 4.0 could Revolutionizing Electric Vehicle Manufacturing! https://www.firgelliauto.com/blogs/news/teslas-visionary-leap-how-industry-4-0-is-revolutionizing-electric-vehicle-manufacturing

8 Vianney Carrera (2023). Samuel García anuncia ampliación de las Líneas 4 y 6 de Metrorrey. https://abcnoticias.mx/local/2023/12/5/samuel-garcia-anuncia-ampliacion-de-las-lineas-de-metrorrey-204560.html

9 Véase: Gobierno de Nuevo León. (2023). Puerto Colombia, listo para TESLA y el nearshoring. https://www.nl.gob.mx/boletines-comunicados-y-avisos/puerto-colombia-listo-para-tesla-y-el-nearshoring. Gobierno de Nuevo León. (2023), y Modernizará Texas Carretera 255, previendo boom de cruces por Puerto Colombia. https://www.nl.gob.mx/boletines-comunicados-y-avisos/modernizara-texas-carretera-255-previendo-boom-de-cruces-por-puerto

La digitalización de la industria y su evolución inteligente ofrece importantes beneficios en términos de ahorro de costos, eficiencia y competitividad. La transformación digital de la industria enfrenta también desafíos diversos que se describen a continuación:

Inversión en redes de nueva generación[10].

Los mayores retos para el despliegue de las redes 5G son la densificación y multiplicación del número de celdas y la ampliación y modernización de la infraestructura de red fija, esto es, las redes troncales que intercomunican y que, por medio del tendido de enlaces de fibra óptica, dan sustento a los servicios móviles. Estos procesos necesitan de importantes inversiones.

Otro problema en el despliegue de redes tiene que ver con la denegación de las licencias de obras por parte de las autoridades locales o su gestión sujeta a excesivos trámites, retrasos, y cargos excesivos, creando barreras de entrada para los concesionarios a la hora de construir o de solicitar permisos para uso de suelo o derechos de vía. La solicitud de derechos de paso que son indispensables para desplegar redes también resulta compleja, y. la falta de claridad en dichos derechos añade riesgos, tiempo y gastos al proceso. A esto agréguese la inseguridad pública en algunas demarcaciones.

Desde la perspectiva regulatoria, para reducir los costos de despliegue que enfrentan los operadores de redes, se tiene que aun niveles modestos de compartición de conductos y de reutilización pueden permitir ahorros significativos en el marco del desarrollo de las redes de fibra (Martínez Garza et al, 2018). La UIT (2018) agrega que las políticas reglamentarias que promueven la compartición y reutilización de infraestructuras pueden contribuir a una reducción notable de los costos de instalación de la 5G, aunque su aplicación pueda resultar en principio compleja. Dichos autores han señalado buenas prácticas para incentivar la compartición de infraestructura[11].

10 Algunos de los retos que se describen a continuación han sido señalados por la UIT (2018).

11 Entre las buenas prácticas para incentivar la compartición de infraestructura se encuentran las siguientes: establecer una regulación homogénea en todos los niveles de gobierno; que las autoridades locales inviertan en el despliegue de ductos para que puedan ser usados por cualquier operador en condiciones de acceso abierto y basadas en costos;

Es importante resaltar que la obra civil, como la excavación y despliegue de ductos y en postes, representa al menos la mitad del costo del despliegue y operación de una red, incluso hay estimaciones que lo llevan al 70%, lo cual puede imponer una barrera de entrada importante (Godlovitch et al., 2017). De ahí la relevancia de incentivar las medidas de simplificación y homologación de trámites, y la compartición de redes, que actualmente no es recurrente en México. Esta última generaría ahorro de costos en equipo, la reducción de pagos de licencias y riesgo compartido en zonas de baja población.

Inversión.

Como se señaló, modernizar y fortalecer las redes requiere fuertes inversiones tanto en redes de *backhaul* de fibra como en la densificación de las células propias del 5G. Esto se da en un momento en el que los ingresos de los operadores no presentan un fuerte crecimiento, ya que a pesar de ser este un periodo en el que ha aumentado mucho el número de usuarios de los servicios, este se ha compensado por una reducción significativa de los precios. En México la reducción de los precios de telefonía móvil fue de 49.5% entre 2013 y 2023, lo que lleva básicamente a una disminución de los retornos a la inversión.

En México, durante los últimos 5 años, los operadores han invertido 576 mil millones de pesos en telecomunicaciones, 206 mil millones (43% del total) en

promover la compartición pasiva voluntaria, a través de mecanismos como las exenciones reglamentarias, subvenciones financieras dirigidas a los operadores o empresas que compartan infraestructura; basar la compartición pasiva en acuerdos comerciales de beneficio mutuo entre las partes, en los que el regulador puede participar como facilitador; elaborar directrices reglamentarias para establecer las modalidades y los procedimientos comerciales, técnicos, legales y económicos básicos para la compartición de la infraestructura; aplicar un mecanismo adecuado y eficaz de resolución de las controversias; garantizar que los acuerdos de compartición no contengan cláusulas de exclusividad que prohíban a los operadores concertar acuerdos similares con terceros; crear una base de datos de todos los activos disponibles para compartir infraestructura y ponerla a disposición de todos los operadores de redes; cooperar con otras autoridades gubernamentales y proveedores de servicios públicos para poner en marcha iniciativas de compartición de infraestructura entre las redes de telecomunicaciones y otros servicios públicos, como las infraestructuras de gas, electricidad, agua y alcantarillado y revisar y facilitar los procedimientos de concesión de derechos de paso, para coordinar enfoques comunes y evitar disparidades en los trámites administrativos debido a las normas locales o regionales.

redes móviles, principalmente en el despliegue y la expansión de redes 4G[12]. Actualmente hay prioridad en invertir en las capacidades de MIMO masivo, la densificación de las celdas y las redes troncales de fibra; así también en tecnologías sostenibles que faciliten el ahorro de energía (energías renovables y equipos con mayor eficiencia energética), y en seguridad.

Espectro.

El espectro es un insumo esencial para las comunicaciones inalámbricas, y por ende lo es para 5G y para las redes que se sustentarán en dicha tecnología. En comparación con 4G, los sistemas 5G demandan nuevas capacidades, entre las que destaca la necesidad de una mayor disponibilidad y diversidad de espectro para atender a la demanda de mayor densidad de conexiones por unidad de área.

Los servicios 5G se desarrollan en distintos rangos de frecuencias: bajas (por debajo de 1 GHz), medias (entre 1 y 6 GHz) y altas (por encima de 6 GHz). Para que este recurso no sea un cuello de botella, es necesario, emprender acciones de política pública. En 2023 el IFT realizó una consulta pública para conocer las opiniones, consideraciones y propuestas de las partes interesadas en relación con el eventual concesionamiento de diversas bandas de frecuencias (ver cuadro 2).

El costo del espectro es también un aspecto a considerar. En México, el uso de este recurso se sujeta a cargos elevados que desincentivan el desarrollo de los servicios.[13] Específicamente, el pago de derechos fiscales anuales corresponde al menos al 80% del costo total de uso del insumo, mientras que en el contexto internacional los cobros anuales por uso del espectro representan solo 30% de su valor. Los montos promedio actuales de los derechos por el uso del espectro son superiores al 60% de la mediana internacional. El IFT ha manifestado que la aplicación de cobros tan elevados por derechos fiscales crea una barrera a la inversión y a la conectividad. De acuerdo con estimaciones del IFT (2021), el costo del espectro en México es uno de los más caros en

12 Cifras del BIT del IFT. bit.ift.org.mx/BitWebApp/

13 El uso del espectro se sujeta a dos tipos de cargos: uno al momento de la asignación y otro anual, que aplica por derechos de uso.

América Latina y de los más elevados del mundo; dicho costo equivale al 12% de los ingresos de los operadores. Lo anterior debido a que el uso de este insumo básico para el desarrollo de las telecomunicaciones y de la industria, es visto como un medio recaudatorio que provee ingresos públicos, sin que prevalezcan criterios como la cobertura y la inversión en la infraestructura de las redes de telecomunicaciones.[14]

La compartición del espectro es un mecanismo que permite el acceso a este recurso básico para la implementación de propuestas industriales. Favorece el aprovechamiento eficiente del espectro y reduce el impacto del elevado costo relacionado a su uso anual. Se hace necesario revisar y adecuar el marco normativo vigente, a efecto de otorgar a los agentes económicos autorizados, la certeza jurídica sobre los términos y condiciones de la constancia de autorización de uso, incluyendo plazos adecuados para el desarrollo de los proyectos industriales.

Otro reto relacionado con el espectro se refiere a la innovación y experimentación tecnológica en las redes 5G, ya que la experimentación es fundamental para que México participe en la generación de tecnologías y no se acote a su consumo.

Redes privadas.

La Industria 4.0 se concreta en muchos casos a través de redes privadas de telecomunicaciones. El Comité 5G (2023)[15] a través de un documento de trabajo elaborado en su Mesa1, destaca que entre 2023 y 2030 las redes privadas 5G pueden crecer a una tasa anual promedio de 51.2 % para cubrir las necesidades de las operaciones industriales, entre otras. En su documento de trabajo, el Comité 5G destaca que los interesados (la Industria 4.0, por ejemplo) en incorporar la tecnología a sus procesos podrían operar una red privada,

14 Los mecanismos y cobros empleados para asignarlo son comparables a los cargos reportados en otros países, y se determinan a través de procesos de subastas competitivas que el IFT diseña e implementa. El encarecimiento del espectro deriva solamente de la aplicación de los derechos fiscales anuales por el uso del recurso y que responden a objetivos recaudatorios.

15 Documento disponible a través de suscripción abierta,Comité 5G: Instituto Federal de Telecomunicaciones - IFT

obteniendo una concesión para uso privado del espectro. Estas concesiones se otorgan a través de un proceso de licitación. Alternativamente, el espectro para redes privadas puede adquirirse a través de un prestador del servicio de provisión de capacidad; el arrendamiento de espectro radioeléctrico; una autorización de uso secundario o a través de un comercializador de servicios de telecomunicaciones.

El Comité señala algunas limitaciones en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR), que establece que las concesiones para el espectro de uso privado, al igual que las comerciales, se otorgan únicamente a través de un procedimiento de licitación pública sujeta al cumplimiento de criterios previstos y al pago de una contraprestación. Cabe destacar que esos criterios incluyen aspectos como las obligaciones de cobertura geográfica, garantía de seriedad, valores mínimos de referencia, que pueden resultar en una barrera para las redes privadas. Por otra parte, destaca la falta de certeza en el uso secundario del espectro, en virtud de que los agentes autorizados no pueden reclamar interferencias, salvo que sean causadas por otro autorizado de uso secundario, lo que deriva en que este mecanismo no ofrece las condiciones para operar de forma segura infraestructura crítica en ambientes de redes privadas 5G.[16]

Agrega que en el marco de referencia internacional los reguladores están considerando la asignación de espectro para uso de redes 5G privadas o espectro 5G industrial, y que 16 países cuentan ya en sus marcos normativos con la posibilidad de que las industrias puedan acceder a espectro en bandas medias y milimétricas específicamente designado para el despliegue de este tipo de redes.

Al respecto, se hace urgente establecer los medios para que a la brevedad posible la industria cuente con todas las opciones para el desarrollo de redes privadas y tecnologías informáticas de vanguardia para aumentar la eficiencia logística y operativa y reducir los costos de las inspecciones de productos, la

16 El Comité destaca que el mecanismo de uso secundario es útil para implementar las redes privadas con cierta característica de aislamiento, como las mineras, pero presenta mayores retos en términos de interferencias en las industrias que operan redes terrestres en ambientes urbanos y suburbanos.

gestión y las operaciones generales de la planta. Lo anterior es particularmente relevante en el contexto de la reubicación de la industria (*nearshoring*).

Regulación.

Para 2025, solo una de cada 10 conexiones será entre humanos, el resto se realzarán entre máquinas y dispositivos (UIT, 2018). En este contexto, una primera tarea del regulador es asegurar el pleno desarrollo de los Operadores Móviles Virtuales (OMV), que serán importantes promotores de los servicios entre dispositivos. Además, el desarrollo de una nueva tecnología móvil y la fuerte inversión necesaria para permanecer en el mercado incidirán en la consolidación de los operadores móviles de redes, por lo que la competencia en el mercado podrá fortalecerse a través de OMV. El regulador deberá revisar el marco regulatorio para garantizar a los OMV un acceso adecuado y no discriminatorio a las redes.

En el contexto internacional los temas regulatorios que se revisan a la luz de la nueva tecnología se relacionan con las redes troncales y el acceso a las redes en general, que debe proveerse en términos no discriminatorios (Bauer y Bohlin, 2022). Cabe destacar que en México el marco regulatorio es muy completo en materia de acceso y que sobre una base bienal se realiza una revisión de la regulación asimétrica que aplica al agente preponderante de las telecomunicaciones que es el mayor proveedor de acceso. Otro tema de interés regulatorio se vincula con el *network slicing* y con los límites de emisiones electromagnéticas en una ubicación determinada[17].

De carácter general, se hace necesario revisar también las disposiciones de neutralidad de red, ya que el servicio 5G por definición es individualizado y ajustado a las necesidades específicas de cada usuario. Así mismo, será conveniente trabajar en temas como: el fortalecimiento de la regulación del bucle local; la estandarización de los dispositivos IoT (se aborda más ampliamente); la simplificación y flexibilización de las regulaciones para que puedan adaptarse a los constantes cambios que se suceden en el mercado del

17 Reza (2022) en su *Estudio sobre los métodos de prueba para la comprobación técnica/ experimental de las emisiones radioeléctricas no ionizantes*, presenta un análisis sobre la posibilidad de actualizar los métodos de prueba para la comprobación técnica/ experimental de las emisiones radioeléctricas no ionizantes.

ecosistema digital; exploración de nuevos mecanismos regulatorios como los *Sandboxes regulatorios*; y la promoción del desarrollo del nuevo mercado de servicios 5G. En todos los casos el enfoque debe priorizar la certeza jurídica, que es base para la inversión.

Estandarización técnica e innovación.

Conviene abordar a mayor detalle el tema de la estandarización. Las nuevas tecnologías de la Industria 4.0 se caracterizan por la fusión de tecnologías como la inteligencia artificial y la robótica avanzada, que no se ajustan a los sistemas regulatorios clásicos y que abarcan múltiples sectores y jurisdicciones.

Diversos organismos internacionales de normalización como ISO e IEC[18] han desarrollado estándares para las nuevas tecnologías de la Industria 4.0 que se utilizan en los modelos actuales de fabricación. Estos organismos también están desarrollando nuevos estándares con el objetivo de dar claridad a la implementación de las nuevas tecnologías. En relación con el IoT se cuenta actualmente con 11 estándares publicados y uno en desarrollo.

En México las NMX vigentes del IoT son seis: NMX-I-1362-NYCE-2021; NMX-I-4903-NYCE-2021; NMX-I-20000-3-NYCE-202; NMX-I-20000-7-NYCE-2021; NMX-I-22301-NYCE-2021, y NMX-I-22316-NYCE-2021.[19]

Al mismo tiempo que se avanza en la generación de las normas o estándares técnicos que son útiles para el buen desarrollo de la Industria 4.0[20], se hace necesario contar con un marco regulatorio que favorezca la innovación, desarrollo e implementación de dichas tecnologías. En este procedimiento se

18 Se hace referencia a la International Standars Organization (ISO) y a la International Electrotechnical Commission (IEC), que han desarrollado buena parte de las normas que se usan en los modelos actuales de fabricación. Estos organismos han formado sus respectivos grupos estratégicos, ISO Smart Manufacturing Coordinating Committee y IEC Systems Evaluation Group 7 Smart Manufacturing.

19 Secretaría de Economía. (2022). *Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana NMX-I-1362-NYCE-2021.* Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5642167&fecha=08/02/2022#gsc.tab=0

20 En México, la función de normalización y estandarización técnica recae en la Secretaría de Economía, que en este caso buscaría la colaboración del IFT como regulador especializado de las telecomunicaciones.

advierten desafíos como la interoperabilidad, es decir, a que las soluciones implementadas estén abiertas a todos los operadores, al nivel de seguridad requerido, ya que es vital no impedir la innovación y permitir que los usuarios elijan entre las opciones disponibles. Para permitir que los usuarios puedan tomar una decisión informada, puede ser aconsejable definir métricas comunes para comparar las diferentes soluciones de conectividad disponibles, con respecto a la cobertura, seguridad, consumo de energía y la interoperabilidad.

Innovación.

La innovación es compleja y la 5G necesita del mercado y de toda la actividad pública para desplegar sus capacidades. En México hay pocos laboratorios de experimentación 5G, aunque van surgiendo clústeres de innovación en algunas ciudades, con la participación y soporte de gobiernos estatales, municipales, universidades y socios de la iniciativa privada; muchos de estos tienen vocación relacionada a la manufactura, incluyendo la aeroespacial, dispositivos médicos, biotecnología, automóviles, equipo electrónico, entre otros.

En México, AT&T, en colaboración con empresas tecnológicas como Nokia, desarrolló un Laboratorio de Innovación 5G para el desarrollo del ecosistema de 5G, en el que se realiza experimentación y pruebas de aplicación de las redes 5G. “El objetivo del Laboratorio es promover y mostrar el ecosistema de empresas que están trabajando en tecnologías compatibles con 5G como inteligencia artificial, realidad aumentada, ciencia de datos Internet de las cosas (IoT).” (Cuevas, 2023)[21]

Otros retos incluyen: contar con un sistema regulatorio flexible y centrado en resultados; permitir una mayor experimentación y prueba de innovaciones bajo supervisión regulatoria; garantizar una conectividad múltiple, móvil, fiable

21 En Chile se ha desplegado una red de Campus 5G a la cual ya se han adscrito 24 Campus 5G en siete regiones de Chile. Esta red permite la realización de diversas pruebas piloto 5G en industrias como medicina, agroforestal, portuaria, transporte, minería, robótica, entre otros. El regulador chileno gestiona un observatorio de estos Campus 5G donde muestra la localización de los campos mencionados, así como algunos de los resultados de las pruebas piloto llevadas a cabo. Esta información posibilita al regulador a analizar y evaluar diferentes alternativas para la gestión dinámica del espectro, así como el desarrollo de aplicaciones verticales para la industria 4.0. Cuevas (2023)

y asequible; ayudar a generar confianza en torno a los datos y las aplicaciones, y apoyar a los actores del mercado y fomentar un ecosistema próspero.22

Cabe destacar que, la Arcep en Francia y el BSI en Reino Unido ya cuentan con planes que incluyen líneas de acción concretas para favorecer la creación de un sistema regulatorio flexible y centrado en resultados que permita que la innovación prospere y al mismo tiempo proteja a los ciudadanos y el medio ambiente.

Integración al ecosistema digital.

Para los operadores móviles, la industria, incluyendo la fabricación y la cadena de suministro, pueden ser áreas de negocio atractivas. De acuerdo con GSMA, las oportunidades de los operadores no deben limitarse a proveer la conectividad, sino también deben abarcar la provisión de soluciones integrales para la Industria 4.0 y las redes privadas, lo que requiere de alianzas con socios estratégicos con una gama de habilidades especializadas. Esta integración de los operadores hacia servicios verticalmente integrados requiere también de inversión en servidores, *data centers*, y ciberseguridad; y necesita contar con un suministro asegurado de insumos básicos como la electricidad y el agua, así como con proyecto para disposición de desechos.

Pymes.

En México, al igual que en otros países de América Latina, los niveles de productividad muestran un alto grado de heterogeneidad, tanto entre los distintos sectores como entre las empresas dentro de cada actividad. Así, coexisten sectores muy dinámicos y con una elevada productividad que generalmente se orientan a la exportación con otros menos dinámicos y con altas tasas de informalidad. Esta heterogeneidad se observa también a nivel de las unidades de producción. De acuerdo con OCDE (2023) más de un 70% de las empresas de América Latina tiene solo una presencia pasiva en Internet a través de sus sitios web, lo que pone de manifiesto las brechas

22 Para una referencia más detallada de los desafíos asociados a las necesidades de aplicaciones y conectividad creadas por el IoT y la regulación de la tecnología de la Industria 4.0, véase: HM Government, 2019 y Arcep 2016.

de adopción de las tecnologías que afectan particularmente a las Pymes. Para México, se detectó que actualmente la mayoría de los servicios o herramientas tecnológicas que usan las empresas son básicos, mientras que otras herramientas más complejas como el *blockchain*, inteligencia artificial, metaverso, sistemas autónomos, robótica, *big data*, IoT, realidad aumentada, impresión 3D, y el análisis de datos son aún de uso escaso.[23]

La relevancia de incorporar a todas las empresas a la transformación digital deriva de que en México cerca del 52% de la producción y 74% del empleo es generado por las Pymes[24]; además de que su digitalización puede tener un mayor impacto como lo sugiere el estudio de Duan *et al*. (2023). Estos autores muestran que el uso de robots industriales tiene un mayor efecto positivo sobre las empresas pequeñas.

Ciberseguridad.

Con el aumento de la conectividad en las líneas de producción se hace necesario proteger los sistemas y la información de las amenazas de ciberseguridad. Favorecen esta protección las redes y comunicaciones seguros y resilientes, y el uso de protocolos robustos de identidad y acceso de las máquinas conectadas. Estudios como los de Kaspersky[25] destacan que el número de ciberataques en Latinoamérica especialmente en el sector industrial se ha incrementado en número y en la complejidad de los incidentes. Identifica que esta tendencia seguirá creciendo y constituye uno de los riesgos más importantes. Agrega que el origen de este riesgo se encuentra en la obsolescencia de equipos y sistemas de producción, la incompatibilidad del equipamiento con otros sistemas, la falta de inversiones en ciberseguridad con enfoque preventivo, la falta de conciencia y conocimiento del tema entre el personal. Efectivamente,

23 Centro México Digital (2023) Índice de Desarrollo Digital Estatal 2023. https://centromexico.digital/idde/2023/

24 Véase IMCO. https://imco.org.mx/pymes_que_requiere_mexico_2009/#:~:text=PYMES%20Generan%20el%2072%25%20del,no%20s%C3%B3lo%20los%20de%20trabajo.

25 Informe de Riesgos Globales 2022. Disponible en: https://es.weforum.org/agenda/2022/02/informe-de-riesgos-globales-2022-lo-que-debes-saber/

la consultora GPQI[26] destaca que una de las causas por las que se presentan fallas de ciberseguridad deriva de la falta de una cultura de seguridad, lo que ha generado que 95% de los problemas en la materia sean originados por algún error de tipo humano, mientras que el 43% de todos los incidentes reportados se deben a amenazas internas, intencionales o accidentales. De igual forma, afecta la falta de profesionales en ciberseguridad que hay en el mercado.

Creación de nuevas habilidades.

Las Industrias 4.0 y 5.0 implican cambios en los procesos productivos y modifican la forma en que las empresas se organizan y reclutan a su fuerza laboral. A pesar de las ventajas de las nuevas tecnologías también hay retos que incluyen el costo de adopción de las tecnologías y la creación de habilidades necesarias para su incorporación. En los próximos años se requería de ingenieros, analistas de datos, expertos en diseño de software, entre otros, y en México hay una escasez de este tipo de profesionistas. Se hace necesario impulsar en las instituciones académicas la creación de nuevas carreras y el crecimiento de programas asociados al desarrollo digital como la inteligencia artificial, computo de punta, el desarrollo de software, algoritmos, conducción automática, y la ciberseguridad, entre otros.

Liderazgo y coordinación.

Un elemento adicional radica en la complejidad de la construcción de un liderazgo capaz de integrar todos los esfuerzos que se requieren para coordinar a los diferentes sectores que inciden en el desarrollo de las Industrias 4.0 y 5.0. Desde el Estado se requiere la participación de diversas secretarías (como la Secretaría de Economía, la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Telecomunicaciones (SICT) y la Secretaría del Trabajo), la Guardia Nacional, además de la labor conjunta con los gobiernos estatales y municipales, y la participación esencial del regulador de las telecomunicaciones: el IFT. Este trabajo coordinado deberá realizarse junto con los operadores de

26 GPQI. (2022) Importancia de la Ciberseguridad en la transformación digital de las empresas. Disponible en: GPQI_Cybersecurity Booklet Mexico_14.11.2023 (4).pdf

redes, las organizaciones públicas de las industrias manufacturera, de las telecomunicaciones y la industria electrónica, los titulares de infraestructura de otras industrias, y con la sociedad, a fin de abatir las barreras a la inversión en infraestructura digital. La construcción de puentes de comunicación, de una visión conjunta y un camino seguro para pavimentar el camino a la modernización de la industria puede complicarse cuando las atribuciones del regulador se encuentran acotadas; sin embargo, puede ser una realidad a través de la concertación de objetivos y la colaboración institucional bilateral.

IV. POLÍTICA DE TELECOMUNICACIONES PARA EL DESARROLLO DE INDUSTRIA 4.0 Y 5.0

La OCDE (2022) reconoce que la política industrial abarca todo tipo de instrumentos orientados a mejorar estructuralmente la industria. La digitalización tiene amplia cabida en la política industrial, debido al impacto que las redes e infraestructura de telecomunicaciones tienen sobre la productividad, competitividad, así como el desarrollo integral de la sociedad. Así, la digitalización de la planta productiva requiere del efecto complementario y positivo de una sólida estrategia de desarrollo de las telecomunicaciones que incluya la regulación para impulsar la inversión en redes, la adecuada gestión del espectro radioeléctrico, y la inclusión y adopción digitales.

En México ha habido programas y acciones estatales para impulsar la digitalización de la industria. Así por ejemplo, en 2016 surgió el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) y la Innovación que buscó contribuir al desarrollo de sectores estratégicos a través de la creación de Centros de Innovación Industrial, con recursos públicos y privados, para la generación de ecosistemas de la innovación, en los que se generaran sinergias y complementariedades entre empresas de un mismo sector o industria.[27] En 2019, se publicaron las últimas reglas de operación del PROSOFT y la Innovación para el ejercicio 2020. Su objetivo específico incluía el fomento a

27 Secretaria de Economía. (2018). Libro Blanco del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) 2012-2018. https://www.economia.gob.mx/files/gobmx/librosblancos/LIBRO%20BLANCO%20PROSOFT.pdf.

la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 para la innovación de procesos y productos; así como para la digitalización y sistematización de servicios.[28] También en 2016 la Secretaría de Economía puso en marcha un programa denominado *Industria 4.0 MX*, con el objetivo de crear la ruta para que la industria, con énfasis en las manufacturas, y para adoptar los procesos productivos necesarios para las nuevas tendencias tecnológicas (Sánchez, 2018). En 2020 la Secretaría de Economía publicó el Programa Sectorial de Economía 2020-2024. Tiene como objetivo prioritario fomentar la innovación y el desarrollo económico de los sectores productivos, incluyendo la acción puntual de promover la adopción de nuevas tecnologías para transitar hacia la Industria 4.0.[29] [30]

Vinculado a la Industria 4.0, la SICT consultó en 2020 sobre el diseño del observatorio nacional de tendencias tecnológicas en TIC. El objetivo principal del observatorio es apoyar las políticas públicas, la regulación y las acciones para la transformación digital del país en la transición a la cuarta revolución industrial.[31]

28 Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (PROSOFT) y la Innovación para el ejercicio fiscal 2020, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 2019. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5583190&fecha=31/12/2019#gsc.tab=0. Para más información sobre las convocatorias se puede consultar: http://www.prosoft.economia.gob.mx/convocatorias/.

29 Programa Sectorial de Economía 2020-2024, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de junio de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595481&fecha=24/06/2020#gsc.tab=0.

30 La Estrategia Digital Nacional no aborda el tema de Industria 4.0; se centra en dos objetivos generales: transformar la Administración Pública Federal mediante el uso y aprovechamiento de las TIC para mejorar y transparentar los servicios gubernamentales, e incrementar la cobertura de Internet a todo el país para combatir la marginación y comunicar las zonas más pobres y alejadas. Acuerdo por el que se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de septiembre de 2021. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/2021#gsc.tab=0

31 Esta dependencia también tiene el Programa de Cobertura Social: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5712153&fecha=21/12/2023#gsc.tab=0) y el Programa de Conectividad en Sitios Públicos: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/791995/PCSP_2023.pdf

El IFT cuenta con un instrumento de planificación, la Hoja de Ruta 21-25 del IFT[32], que propone en un horizonte temporal de cinco años, objetivos y estrategias, desde una visión integral y colaborativa, para impulsar el desarrollo de las telecomunicaciones, la radiodifusión y el ecosistema digital, y así al desarrollo socioeconómico del país. Sus objetivos cubren entre otros: la promoción del desarrollo sectorial, el despliegue y uso eficiente de redes e infraestructura de telecomunicaciones y radiodifusión, la competencia y libre concurrencia, el desarrollo del ecosistema digital y la adopción de nuevas tecnologías digitales.[33] Esos objetivos dictan acciones enfocadas al desarrollo sectorial que es necesario para impulsar la Industria 4.0.

La relocalización de empresas hacia México impone continuar con lo planteado en la Hoja de Ruta e incluso, requiere fortalecer las acciones de impulso a la digitalización y apoyo para la industria inteligente, cuyo progreso necesariamente requiere de las redes de nueva generación. De la Hoja de Ruta destaca:

Impulso de la infraestructura de red y la inversión.

La Hoja de Ruta incluye diversas estrategias y líneas de acción regulatoria que promueven y favorecen la inversión, el despliegue, la compartición y desarrollo de las nuevas redes, lo que resulta de relevancia para la Industria 4.0.

En México existe una multitud de normas y regulaciones divergentes relacionadas al despliegue de infraestructura y el uso de suelo dentro de las diferentes jurisdicciones. La estructura federal de México, caracterizada por el alto nivel de autonomía de las autoridades locales y regionales, ha propiciado esa complejidad normativa que hoy constituye un obstáculo a la inversión. Por ello, el IFT debe continuar fomentando un entorno de reducción de barreras a la inversión en la infraestructura de telecomunicaciones, dando particular atención a las redes 4G, 5G y fibra óptica. Se hace necesario facilitar y abaratar

32 IFT, 2020. "Estrategia IFT 2021-2025. Hoja de Ruta". https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/transparencia/estrategia20202025.pdf

33 La Hoja de Ruta destaca también la importancia de disminuir la brecha digital y asegurar la calidad, diversidad y pluralidad de los servicios, así como garantizar los derechos de los usuarios.

el otorgamiento de permisos para despliegue a través de la reducción y homologación de trámites y la eliminación de cargos excesivos; también es relevante la transparencia de las gestiones.

El IFT debe seguir promoviendo la colaboración con los distintos órdenes de gobierno que inciden en el despliegue de infraestructura a través de la celebración de convenios de coordinación entre autoridades federales, estatales y municipales. La LFTR, en su Artículo 5 prevé la coordinación entre el IFT y los diferentes órdenes de gobierno. A través de estos convenios se puede dar certeza jurídica a los operadores al dictar las especificaciones técnicas y administrativas, además de favorecer el equipamiento para la densificación de las nuevas redes móviles Así también, el IFT integra una Guía para facilitar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones que dará una referencia para que los estados y municipios incentiven y faciliten el despliegue de infraestructura.[34]

Otro punto relevante para la reducción de costos asociados al despliegue de redes se refiere a la compartición de infraestructura, incluyendo aquella de titularidad pública y la de otras industrias. El IFT busca fortalecer el marco regulatorio para fomentar planes de inversión conjunta entre los concesionarios y otras entidades relevantes para la instalación y despliegue de nuevas redes de telecomunicaciones. Esos planes permitirían a las partes interesadas planificar los despliegues de una manera coordinada, a partir de políticas de "*Dig Once*" (excavar una vez), lo que redunda en el incremento de obras civiles conjuntas entre concesionarios y otras industrias. Se busca también incentivar la puesta a disposición de infraestructura ya existente para el despliegue eficiente de redes e infraestructura, tanto la que tienen los concesionarios de telecomunicaciones (torres, ductos, cables, infraestructura de interior de edificios, entre otra.), de entidades titulares de infraestructura de otras industrias (electricidad, gas, agua), así como de instituciones públicas.

Continuando con la compartición de infraestructura, el IFT impulsará la adopción de acuerdos voluntarios, seguirá supervisando y verificando las

34 Véase Programa Anual de Actividades 2024 del Centro de Estudios; disponible en: https://centrodeestudios.ift.org.mx/admin/files/pas/1707492620.pdf; https://centrodeestudios.ift.org.mx/admin/files/pas/1707492661.pdf

obligaciones de compartición de infraestructura, y las relativas a la co-ubicación, impuestas al Agente Económico Preponderante de las telecomunicaciones.

Por último, destaca la relevancia de información sobre la infraestructura existente. En los últimos años el IFT viene integrando el Sistema Nacional de Información de Infraestructura que estará completo en 2024. Otra información que puede ser útil es la relativa a la infraestructura activa y pasiva disponible en otros sectores, los derechos de vía, así como los sitios públicos y privados aptos para el despliegue ordenado y eficiente de redes e infraestructura de telecomunicaciones.

Un punto a subrayar es la prioridad que debe darse a cubrir las carreteras con fibra óptica para integrar a la transformación digital la autonomización del transporte y así, toda la cadena productiva, incluyendo el abasto de insumos a la industria y la distribución de los productos terminados.

En relación con el espectro.[35]

La Hoja de Ruta considera que la puesta a disposición de espectro radioeléctrico contribuirá a mejorar significativamente tanto la capacidad de las redes inalámbricas como la cobertura de red. Así, se busca promover la disponibilidad de espectro para la provisión de diferentes servicios y aplicaciones y para usos innovadores, experimentales, para el desarrollo de redes privadas, y la promoción de *sandboxes* regulatorios.

Se hace indispensable revisar los esquemas actuales de cobros por el uso, aprovechamiento y explotación del espectro, en colaboración con las instituciones gubernamentales y legislativas. El pago de derechos debe ser razonables y ligado al valor real del insumo, evitando mecanismos que tengan como único objetivo maximizar la recaudación fiscal.

Para atender la creciente demanda por este recurso, el IFT debe continuar evaluando nuevos mecanismos de coexistencia, el desarrollo de mercados secundarios, la compartición y acceso dinámico de espectro radioeléctrico entre diversos servicios de radiocomunicaciones. Así también se debe favorecer

35 Sección elaborada con base en la Hoja de Ruta, Programas Anuales de Trabajo 2023 y 2024 (Programa Anual de Trabajo 2024 (ift.org.mx) y https://centrodeestudios.ift.org.mx/admin/files/pas/1707492661.pdf

esquemas alternativos para la asignación del espectro, para que esta se realice de una manera flexible, eficiente, competitiva y no discriminatoria, desde luego, sin afectar a los concesionarios y autorizados actuales. En este sentido, uno de los temas a considerar es el tamaño de los bloques a subastar.

En México se estudia actualmente la mejor manera de licitar frecuencias del espectro en bandas milimétricas, por arriba de la banda de los 24 GHz, las cuales resultan útiles para la densificación de las comunicaciones que podrá usar la Industria 4.0.

En relación con la regulación sectorial.

El marco regulatorio debe conducir a la competencia, la innovación y generar incentivos a la inversión en redes. Esto último puede promoverse incentivando proyectos de co-inversión, la eliminación de cargos excesivos, homologación y simplificación de la tramitación y concesión de permisos locales a los que se sujetan los despliegues y que ya fueron comentados. En materia de compartición de infraestructura se cuenta ya con los Lineamientos para el Despliegue, Acceso y Uso Compartido de Infraestructura de Telecomunicaciones y Radiodifusión.

La arquitectura de 5G deberá ser flexible para satisfacer demandas diversificadas de las diferentes industrias. En particular debe evaluarse la conveniencia de introducir flexibilidad en el uso de la tecnología a través de *network slicing*.

También se sugiere continuar con la estandarización de aplicaciones, dispositivos, y software, ya que esta es un habilitador clave, que facilita la interoperabilidad y el aprovechamiento de economías de escala que serán útiles para las manufacturas.

Innovación.

El IFT debe desarrollar permanentemente estrategias de fortalecimiento institucional, actuando en tres dimensiones clave: fortalecimiento de su capacidad por medio del desarrollo de nuevas habilidades y el impulso del uso de herramientas digitales; hacer uso de una aproximación *data-driven* para dar soporte a la actividad regulatoria y de supervisión, y fortalecer la colaboración con otras entidades. Se deberá impulsar la ciencia aplicada y el desarrollo

experimental, donde el principal impulsor es el sector privado. En esta materia el IFT debe emprender acciones de abogacía a favor de la I+D+i. (Cuevas 2023)

Reconociendo los rápidos cambios tecnológicos asociados con la cuarta revolución industrial que desafían la forma tradicional de desarrollar y revisar normas o estándares, toda vez que existe el riesgo de que se pierdan oportunidades para que las normas respalden el lanzamiento de nuevos productos y servicios al mercado (DBEIS, 2021), el IFT puede abogar por la adopción de programas de normalización como el denominado "BSI Flex 10" del *British Standards Institut*, que permiten crear estándares de una manera más ágil, sin descartar el mecanismo de consenso entre las partes interesadas y la consulta abierta. El programa funciona a través de una serie de iteraciones del estándar cuyo alcance está impulsado por el mercado; ofrece tiempos de desarrollo más rápidos y mecanismos de retroalimentación más ágiles para reflejar las opiniones de las partes interesadas de manera oportuna. En lo posible, el IFT deberá seguir participando en los esfuerzos de normalización y estandarización que promuevan la adopción de las nuevas tecnologías habilitanes de la Industria 4.0.

Educación vocacional.

El IFT continuará colaborando con los organismos nacionales relevantes en la promoción de la alfabetización digital y fomentar la confianza de los usuarios acerca de los servicios y dispositivos disponibles en el ecosistema digital, así como en el uso responsable y seguro de los mismos. Actualmente, el IFT realiza un diagnóstico sobre la oferta académica en México, para contribuir a determinar las capacidades que requiere el mercado laboral actual y del futuro ante el avance tecnológico global y plantear un punto de referencia con respecto a otros países desarrollados y con mayor apropiación tecnológica.

Desarrollo integral del ecosistema digital, liderazgo transversal y ciberseguridad.

El IFT deberá continuar impulsando esfuerzos conjuntos y responsables para asegurar la infraestructura, la cobertura, el acceso y la constante optimización de los servicios. En 2024 se propone una "Agenda Integral para el desarrollo

de las telecomunicaciones desde lo local"[36]. En el marco de esa Agenda se prevén acciones para fomentar la coordinación institucional y colaboración entre las entidades y órdenes de gobierno, con el objeto de impulsar el cierre de las brechas digitales y la apropiación e inclusión digital.

Cabe destacar que el desarrollo de la industria inteligente requiere además de un esfuerzo transversal e integral que involucre a diferentes organismos y empresas estatales del Estado. Se vuelve relevante la adecuada dotación de insumos como la electricidad, agua, proveeduría TIC (incluyendo *Data centers*), vías de comunicación y transporte; y de la definición de una adecuada política de tratamiento de los desechos para la sustentabilidad de la industria. De manera particular, destaca el trabajo que deberá realizarse para fortalecer la ciberseguridad y ciber resiliencia de las redes, ambos temas en los que el IFT, como órgano técnico de las telecomunicaciones podrá aportar su experiencia y conocimiento.

En materia de ciberseguridad se hace necesario seguir trabajando con otras instancias públicas competentes, a fin de que de manera integral se pueda fortalecer la seguridad digital. En ese sentido resulta favorable el trabajo colaborativo que realiza el Comité 5G del IFT, el cual cuenta con una mesa de trabajo en materia de ciberseguidad, y en el que participa también la industria y la academia.

Finalmente, destaca que la política industrial, dado su enfoque en el desempeño estructural, de la actividad productiva, debe incluir también, la política de competencia, política fiscal, política comercial, y la promoción de inversiones.

36 Véase Programa Anual de Trabajo 2024. Este apartado también contiene información proporcionada por la Coordinación Generade Vinculación Institucional del IFT.

Cuadro 3 Proyectos del IFT que impulsan la industria inteligente.

Acción[37]: El IFT e Index suscribieron un convenio para impulsar las telecomunicaciones, y al amparo del cual se realizarán las siguientes acciones conjuntas:

1. Elaboración de bases de información y diagnósticos para detectar las necesidades, riesgos y oportunidades de la industria en materia de telecomunicaciones, transformación y servicios digitales, ciberseguridad, tecnología 5G e infraestructura crítica en el contexto de la relocalización de empresas (*nearshoring*).
2. Manufactura de un plan de trabajo conjunto con actores, regiones y plazos establecidos para aprovechar las áreas de oportunidad identificadas.
3. Implementación y seguimiento de acciones a través de un grupo ejecutivo integrado por representantes de ambas partes.
4. Construcción de redes y alianzas estratégicas para establecer líneas de vinculación con actores estratégicos del sector público y privado en temas relacionados al Convenio, con los cuales se pueda tener mayor impacto, tanto en lo nacional, como en lo local.
5. Fortalecimiento del capital humano.
6. Difusión y promoción de contenidos.
7. Mapeo y publicación de regiones de expansión debido al *nearshoring*.
8. Representación y participación de ambas partes en comités y grupos de trabajo de alto impacto. El Index participará en el Comité 5G del IFT.

Beneficio: Concretar las oportunidades de relocalización industrial.

Acción: Determinación (clasificación) de uso de la banda de frecuencias 5925-7125 MHz y establecimiento de condiciones técnicas de su operación, para determinar su uso futuro y coadyuvar a la asignación eficiente del espectro.

Beneficios potenciales. Incentivar la innovación tecnológica. El segmento de 5925 – 6425 MHz es de relevancia para el despliegue y operación de WiFi-6E (y pronto WiFi7). En 2023 el IFT identificó este segmento como espectro libre. Este permite conexiones de acceso a internet de mucho mayor velocidad, canales de transmisión de mayor capacidad y menor latencia, lo que se traduce en mejoras en la experiencia de los usuarios industriales al conectarse a internet, ya que incrementa la seguridad y permite un mayor número de conexiones simultáneas a través de un mismo punto de acceso.[38] El resto de la banda fue asignada a servicios de IMT, lo que promoverá las aplicaciones de alta velocidad y baja latencia en 5G, impulsando el desarrollo de lo que se conoce como Banda Ancha Móvil mejorada (eMBB), una de las condiciones esenciales para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual y aplicaciones críticas en la industria.

37 Elaborado a partir del comunicado de prensa, disponible en: https://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-ift-e-index-acuerdan-impulsar-las-telecomunicaciones-que-permitiran-concretar-las-oportunidades

38 Véase comunicado IFT: (https://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/comunicado13ift_1.pdf)

Acción. Licitación IFT-12. Se incluyen las bandas 614-698 MHz, 3300-3450 MHz y 1427-1518 MHz, para el servicio de acceso inalámbrico de uso comercial para el despliegue de redes móviles. En 2023 se realizó un proceso consultivo para conocer las opiniones, consideraciones y propuestas de las partes. **Beneficios potenciales.** Hará disponible espectro adicional para el desarrollo de los servicios 5G. Un concesionario que puede contar con una mayor diversidad de bandas puede dar un uso más eficiente al espectro, identificando aplicaciones donde lo prioritario sea la cobertura (bandas bajas) o aplicaciones donde la velocidad y latencia sean críticas (bandas altas). De acuerdo con las recomendaciones de la UIT, México debe contar con 1720 MHz para servicios IMT. Esta licitación contribuye a ese objetivo.
Acción. *Modificación a los Lineamientos para el otorgamiento de la constancia de autorización, para el uso y aprovechamiento de bandas de frecuencias del espectro para uso secundario.* Se busca incluir mecanismos que coadyuven a dar continuidad al derecho para hacer uso de bandas de uso secundario. **Beneficios potenciales.** De relevancia para el desarrollo de redes privadas y de aplicaciones de 5G en la industria. Se busca adecuar el marco normativo vigente, a efecto de que las autorizaciones correspondientes se otorguen por un plazo mayor y con posibilidad de prórroga, contribuyendo así a dar certeza jurídica a quienes usan el espectro de uso secundario como el sector minero o el automotriz.
Acción. Actualización de las condiciones técnicas de operación para uso de la banda de 57-64 GHz, clasificada como espectro libre. Se analizarán las condiciones técnicas de operación evaluadas en 2017, para actualizar conforme a los avances tecnológicos de los sistemas de radiocomunicación que operan en esta banda. **Beneficios potenciales.** El uso de esta banda es primordial para aplicaciones de gran velocidad y muy corta distancia, estableciendo condiciones para evitar interferencia con otros sistemas. Favorece a diversos sectores, a través de la flexibilidad de operación mediante nuevos sistemas de comunicación inalámbrica que faciliten la comunicación entre dispositivos, los servicios de transmisión de datos, detección de movimiento e identificación de símbolos y señales.
Acción. Clasificación de la banda 64-71 GHz como espectro libre y regulación correspondiente. **Beneficios potenciales.** Se establecerán las condiciones técnicas para uso de las bandas, incrementando el acceso a redes inalámbricas de alta capacidad. Se establecen condiciones para dar acceso a nuevas tecnologías y servicios, se incentiva la innovación tecnológica al facilitar el uso de la banda para llevar a cabo pruebas y experimentación de nuevos equipos sin necesidad de concesiones o autorizaciones previas.
Acción. Se iniciará la integración de un laboratorio 5G al interior del IFT, para realizar experimentos y pruebas en escenarios controlados para la caracterización de dispositivos y equipos terminales móviles. El laboratorio permitirá validar métodos de prueba de normas y disposiciones técnicas aplicables para la homologación de productos destinados a telecomunicaciones; la identificación y la comprobación de casos de uso en tecnología 5G de extremo a extremo. **Beneficios potenciales.** El laboratorio fomenta el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos especializados en el sector de las telecomunicaciones y genera insumos para la elaboración de disposiciones administrativas de carácter general.

Fuente **Elaboración propia a partir de los Programas Anuales de Trabajo 2023 y 2024 del IFT.**

V. CONCLUSIONES

La modernización de las plantas productivas y su transformación digital, requieren de la disponibilidad de redes 5G y de los habilitadores tecnológicos que dan la base para que la industria 4.0 sea una realidad. En este capítulo se han señalado los robots autónomos, los sensores a lo largo de toda la línea de producción, maquinaria inteligente, uso de las realidad aumentada y virtual, entre otros. Para contar con las mejores redes de telecomunicaciones se han señalado también los retos y las acciones requeridas, las cuales deberán ser impulsadas por el IFT en su carácter de regulador sectorial.

Para fomentar la industria inteligente en México se hace necesario continuar con una estrecha colaboración entre el regulador y los entes de los diferentes órdenes de gobierno, así como con entidades y empresas del estado a nivel federal; crear incentivos y facilitar la compartición de infraestructura y la simplificación de trámites inherentes al despliegue de redes y la eliminación de cargos excesivos al espectro. Lo anterior además de generar apoyos para que la industria cuente con localizaciones cercanas a las fuentes de materias primas y los mercados de venta y cuente con un suministro confiable de energía eléctrica para alimentar las plantas, cargar los robots, equipos y vehículos eléctricos, así como el establecimiento de redes de distribución carreteras conectadas y seguras hasta los mercados.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Española de Normalización. Estandarización para la Industria 4.0: Informes de Normalización. Obtenido de https://www.une.org/normalizacion_documentos/Estandarizacion-para-la-industria-4_0.pdf

Bauer, J. y Bohlin, E. (2022). Regulation and innovation in 5G markets. *Telecommunications Policy*. 46 102260.

Bockshecker, A. *et al*. (2018) Systematization of the term digital transformation and its phenomena from a socio-technical perspective. A literature Review. *Research papers*, 43. Disponible en: https://web.archive.org/web/20200218002403id_/https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1042&context=ecis2018_rp

Carro, J. y Sarmiento, S. (2022) El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento.* Disponible en: https://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias/article/view/81727.

Cheng, G., Liu, L., Qiang, X. y Liu, Y. (2016). Industry 4.0 Development and Application of Intelligent Manufacturing. 2016 International Conference on Information System and Artificial Intelligence (ISAI), Hong Kong, China, pp. 407-410, DOI: 10.1109/ISAI.2016.0092.

Comité 5G. Propuestas de modificación al Marco regulatorio de las Concesiones de uso privado.

Duan Dingyun, Chen S., Feng Z., Li J. (2023). Industrial robots and firm productivity. *Structural Change and Economic Dynamics,* 67, 388–406

Godlovitch, I., Plueckebaum, T., Held, C. Kieserweter, W., Sabeva, D. y Strube Martins, S. (2017). Best practice for passive infrastructure access. Bad Honnef, Alemania: WIK-Consult. https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/best-practice-passive-infrastructure-access.pdf.

GSMA (2020). Product Build & Quality - 5G Era IoT Manufacturing Use Cases and Benefits

Instituto Federal de Telecomunicaciones (2021). Propuesta de reforma a la LeyFederal de Derechos en materia de espectro radioeléctrico.

Knieps G. y Bauer J. (2022) Internet of things and the economics of 5G-based local industrial networks *Telecommunications Policy* 46 (2022) 102261

OCDE (2018) Going Digital in a Multilateral World. OECD Directorate for Science, Technology and Innovation, Committee on Digital Economy Policy. Disponible en: https://one.oecd.org/document/DSTI/CDEP/GD(2018)2/en/pdf

OCDE (2023) Perspectivas Económicas de América Latina. Disponible en: Resumen-Perspectivas-Economicas-America-Latina-2023.pdf (oecd.org)

Ofcom (2023) Internet Futures. Spotlight on the technologies which may shape the Internet of the future. Disponible en: https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/222205/internet-futures.pdf

Şahin, Sa L. (2020). Impacts of industrial robot usage on international labor markets and productivity: Evidence from 22 OECD countries. *Journal of International Studies*, 13(3), 59-67. doi:10.14254/2071-8330.2020/13-3/4

Schwab, K, (2016). *La cuarta revolución industrial*.

Unión Europea (2021) Recomendacón 2021/1979 de la Comisión. Disponible en: https://app.vlex.com/#WW/vid/878023163

UIT (2018). "Sentando las bases para la 5G: oportunidades y desafíos.". Departamento de Infraestructura, Entorno Propicio y Ciber aplicaciones de la BDT

UIT publicaciones. (2021) Tendencias de tecnologías emergentes: inteligencia artificial y macrodatos para el desarrollo 4.0. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/tnd/D-TND-02-2021-PDF-S.pdf

Vial, G. (2019) Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*,28 (2) 118-144 Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963868717302196

CAPÍTULO IV

HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL EN MÉXICO. TEMAS GENERALES

>[20] Innovación para el desarrollo industrial digital

SUMARIO

I. Introducción.
II. Innovación
III. La innovación como Política de Estado.
IV. Fortalecimiento del ecosistema de innovación.
V. Un enfoque estratégico.
VI. Financiamiento.
VII. Generación de capacidades.
VIII. Estudio de Caso: Corea del Sur.
IX. Reflexión Final
X. Bibliografía

Mtro. Victor Manuel Guizar

Especialista Internacional en Propiedad Intelectual.
Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI).

I. INTRODUCCIÓN

Cuánta razón tenía Hegel, al afirmar que la historia tiende a repetirse. Hasta hace poco, se percibían lejanos los días en que la política industrial se encontraba en el centro del debate público en diversos países. Mientras que un conjunto de economías de Asia de Este, como Japón, Corea del Sur, Taiwán (China) y China centraban modelos de desarrollo en políticas industriales orientadas a la exportación, en otras economías occidentales como los Estados Unidos de América (EUA), la época del "desarrollismo industrial" parecía perder impulso, cediendo paso a la relocalización de industrias en otros países *(offshoring)* principalmente en China.

Ahora, posiblemente como resultado de un "corte de caja" o "recuento de daños" de las políticas económicas llamadas neoliberales implementadas en diversos grados desde finales de la década de los 80's y principio de los 90's, aunado a la crisis en la cadena de suministros en el comercio internacional generada por el COVID-19, así como las tensiones geopolíticas principalmente entre los EUA y China, varias naciones están revalorando nuevamente el apoyo a sus plantas industriales como algo estratégico en sus modelos de desarrollo, como bien lo ha señalado el doctor Arturo Oropeza. El interés por la política industrial ha regresado, apuntan Aiginger y Rodrik (2020).

De esta manera, mientras que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) reporta que "muchos países en desarrollo han mostrado un renovado interés en las políticas industriales (...) así como de mejorar su producción nacional" (OCDE, 2013:10), un conjunto de naciones europeas y los EUA, han lanzado ambiciosos programas de fomento a su industria. Notablemente, la administración del presidente norteamericano Joe Biden ha desplegado un programa de desarrollo industrial no visto en décadas, basado en 3 pilares fundamentales: el *Inflation Reduction Act*, el *CHIPS and Science Act*, and the *Infrastructure Investment and Jobs Act* (IIJA).

Si durante el clímax de la globalización, lo políticamente correcto era hablar de *offshoring* en los centros neurálgicos de toma de decisiones, hoy en los mismos centros ese término se encuentra proscrito. Ahora, lo políticamente correcto es hablar de *nearshoring* y *friendshoring*. En este contexto, muchas industrias norteamericanas están regresando a casa, o países vecinos o amigos,

lo que representa una oportunidad histórica para México en el contexto de su Acuerdo de Libre Comercio con los EUA y Canadá (T-MEC).

El desarrollo industrial no puede concebirse de manera aislada sin la innovación. Como bien señalan Aiginger y Rodrik, el interés por la política industrial ha sido estimulado aún más por el cambio tecnológico disruptivo, desde la automatización hasta la digitalización, la industria 4.0 y el internet de las cosas (2020).

Por su parte, los propios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) reconocen la estrecha vinculación que existe entre industrialización e innovación en su Objetivo No. 9 "Industria, Innovación e Infraestructura" (ONU, 2023).

La innovación es un poderoso potenciador de las capacidades industriales. Gracias a ella, las industrias pueden mejorar notablemente sus procesos de producción para ser más competitivas en los mercados locales y globales cada vez más complejos y competitivos. Gracias a la innovación, las industrias pueden ofrecer nuevas soluciones a necesidades concretas, incursionar en nuevos mercados y fortalecer su presencia, así como generar mayor valor agregado que las industrias tradicionales. Las industrias innovadoras se encuentran mejor preparadas para insertarse con éxito en las cadenas globales de valor, y mejor posicionadas para enfrentar los retos que plantea el siglo XXI.

Posiblemente, no existe país desarrollado en el mundo que no haya apostado por la innovación. Economías asiáticas como Corea del Sur, Taiwan (China), China o Singapur, cuyos Producto Interno Bruto (PIB) en la década de los 60's era inferior al de México, apostaron de manera decidida por la innovación. Hoy, son economías innovadoras con un alto valor agregado.

II. INNOVACIÓN

"No puedo entender por qué la gente está asustada con las nuevas ideas. Yo lo estoy de las viejas."

JOHN CAGE

El término innovación se encuentra asociado a las ideas de cambio, de creatividad. Se vincula intrínsecamente a lo novedoso. Innovar es cambiar algo establecido introduciendo nuevos métodos, ideas o productos (Oxford, 2006).

El Manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) y la Unión Europea (Eurostat), ampliamente utilizado para interpretar datos en materia de innovación alrededor del mundo, entiende a la innovación "como un producto o proceso (o combinación de ambos) nuevo o mejorado, que varía significativamente de la unidad previa del producto o proceso (...)" (OCDE/Eurostat, 2018: 20).

Mientras que hay quienes se refieren a la innovación desde una perspectiva amplia, holística, que abarca aspectos organizacionales y de negocios; hay quienes se refieren a ella como un fenómeno ligado a la invención de nuevas creaciones en el ámbito tecnológico.

Evolución de los ciclos de innovación

Existen diversas aproximaciones a las olas innovadores que han surgido a partir de la Revolución Industrial. De acuerdo con Klaus Schwab[1], autor del término Industria 4.0, podemos identificar una primera ola innovadora en la etapa en la que surge por primera vez la producción en serie basada en los motores de vapor y agua, la cual, vinieron a sustituir las producciones realizadas de forma artesanal.

Siguiendo a Schwab, podemos identificar una segunda ola innovadora con el advenimiento de la producción en masa basada en el uso de la electricidad, en tanto que una tercera ola innovadora la podemos ubicar con el surgimiento del Internet y el comienzo de la digitalización, y una cuarta ola, bautizada por

1 Fundador del Foro Económico Mundial de Davos (WEF por sus siglas en ingles).

Schwab como la Industria 4.0, que es aquella que incorpora nuevas tecnologías de frontera como lo son la Inteligencia Artificial (IA), la ingeniería genética, la realidad aumentada, la robótica y la impresión 3D (Schwab, 2016).

Tabla 1 Revoluciones industriales.

4.0	**4th revolution** Cyber physal systems	
3.0	**3rd revolution** Electronic and IT systems, automation	
2.0	**2nd revolution** Mass production and electricity	
1.0	**1st revolution** Mechanization, steam and water power	

Fuente Schwab, Klaus, 2016.

La innovación tecnológica se encuentra intrínsecamente ligada a la industrialización. Forma parte inherente de ella. Si queremos fortalecer las capacidades industriales de nuestro país e integrarnos de mejor manera a las cadenas de valor con nuestros socios comerciales, si deseamos apuntar a ser una economía innovadora que genere mayor valor agregado y ser jugadores relevantes en el nuevo contexto tecnológico, comercial y geopolítico, debemos apostar al fortalecimiento del sistema de innovación como parte central de nuestra estrategia nacional de desarrollo.

III. LA INNOVACIÓN COMO POLÍTICA DE ESTADO

"Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo."
ALBERT EINSTEIN

En primer término, es indispensable darle a la innovación la importancia que merece. Para ello, los tomadores de decisiones son los primeros que deben estar convencidos de su importancia para el desarrollo del país (Mazzucato 2018). Se requiere de un fuerte liderazgo político y capacidad de ejecución (OCDE, 2007).

Ello implica, dejar de ver a la innovación como "un gasto con el que se debe cumplir", como "una partida más del presupuesto", para comprender que la innovación es un instrumento estratégico para fortalecer las capacidades industriales del país, para generar economías con mayor valor agregado y contribuir a los objetivos nacionales de desarrollo.

Así lo han entendido los países del sudeste asiático a los que nos hemos referido al comienzo, que en gran medida han fincado sus modelos de desarrollo sobre la base de una sólida política industrial y una fuerte apuesta por la innovación con vocación exportadora.

Por su parte, el Departamento del Trabajo de los EUA ha estimado que la innovación ha contribuido con al menos el 50% del crecimiento económico de ese país en los últimos 50 años, en tanto que la OCDE ha señalado que el 50% del PIB de las principales economías de sus miembros se encuentran basadas en el conocimiento, donde la innovación y la productividad se encuentran estrechamente ligadas (Wilson Center, 2014). Hoy, podemos afirmar que no existe un país desarrollado que no haya apostado decididamente por la innovación.

Una forma de otorgarle a la innovación la dimensión que merece, es darle el carácter de *Política de Estado*, que sea sostenible a través del tiempo, con la flexibilidad necesaria para ajustarse al entorno cambiante y que trascienda la temporalidad de los gobiernos.

Una *Política de Estado* que se encuentre alineada a las prioridades nacionales de desarrollo, que sirva como pilar para contribuir a los objetivos de crecimiento económico y desarrollo social.

Para asegurar su adecuada implementación, debe contar con un nivel de consenso aceptable por parte de los distintos actores que integran el ecosistema de innovación, tanto del sector público, como del sector privado y el académico. También, debe presentar objetivos claros, concretos y medibles, incluir un plan de implementación, ligado a sus respectivas fuentes de financiamiento público y privado, plazos de ejecución bien establecidos, indicadores específicos y mecanismos de control y seguimiento adecuados.

IV. FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

"Algunas personas quieren que algo ocurra, otras sueñan con que pase, otras hacen que suceda."

MICHAEL JORDAN

La innovación no suele nacer en un gabinete aislado de un investigador, sino que, por el contrario, requiere de un entorno propicio que la haga florecer. Para que la creatividad pueda materializarse en procesos o productos innovadores, debe darse en un ecosistema que la haga posible; que le sirva de base, apoyo y acompañamiento durante todo el proceso creativo. Desde la concepción inicial de los proyectos innovadores, pasando por su financiamiento en las distintas etapas de desarrollo, hasta la estrategia de comercialización del producto final.

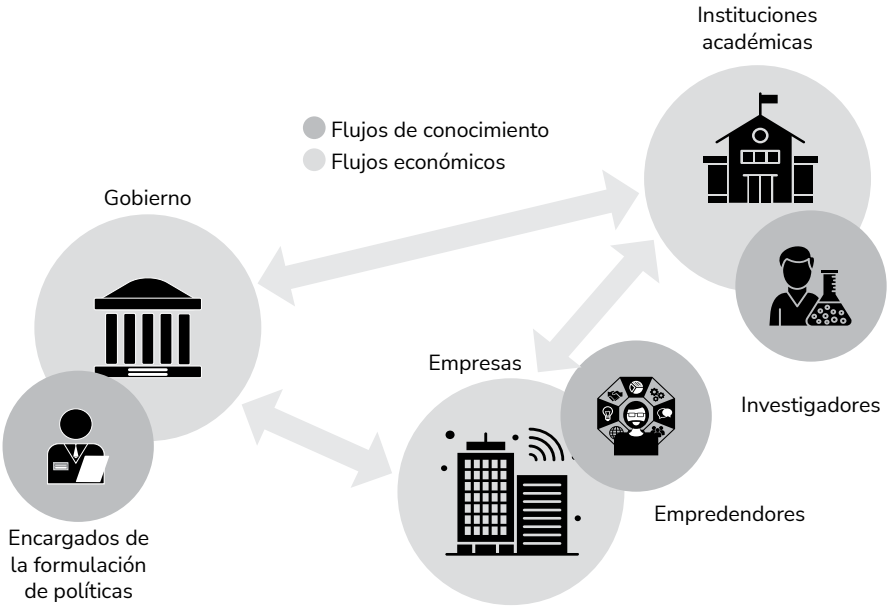
Un ecosistema en el que los actores públicos, privados y académicos que formen parte de este, tengan un sentido de pertenencia; e independientemente de los objetivos particulares legítimos que persigan, compartan valores comunes sobre a la importancia de la creatividad, el emprendimiento y la colaboración.

La innovación requiere de un ecosistema que integre armónicamente a los distintos actores, quienes lejos de "remar cada uno por su cuenta" interactúen y se complementen, potenciando así sus capacidades. Estos actores, incluyen el capital humano (investigadores), incentivos legislativos y gubernamentales (principalmente estímulos fiscales y leyes que fomenten la innovación), acceso a financiamiento público y privado, nacional e internacional, infraestructura física y acceso a internet suficiente y de calidad.

De esta manera, cada actor del ecosistema de innovación contribuye con su parte que le corresponde. Así, por ejemplo, podemos tener a los profesores universitarios transmitiendo sus conocimientos para formar a los científicos, gestores de tecnología y a los empresarios del futuro, mientras que los investigadores contribuyen al cuerpo de conocimientos con el resultado de sus investigaciones en ciencia básica y tecnología aplicada, el cual, podrá ser utilizado por ingenieros y especialistas en tecnología en empresas, universidades y el sector público; y finalmente, las industrias y empresas utilizaran este conocimiento para mejorar sus procesos y ofertar nuevos productos (OMPI, 2022).

Esto solo puede darse de manera óptima, en un ambiente donde puedan conectar e interactuar de manera fluida los proveedores de conocimiento, las fuentes de financiamiento y los compradores o consumidores de tecnología:

Gráfica 1 **Resumen conceptual de las interacciones entre las partes interesadas del ecosistema de innovación.**



Fuente **Reporte Mundial de Propiedad Intelectual, OMPI, 2022.**

V. UN ENFOQUE ESTRATÉGICO

"El principal objetivo de la innovación debe ser el encontrar soluciones a los problemas del mundo real."

WILSON CENTER, MEXICO INSTITUTE[2].

Los recursos son limitados por lo que es necesario ejercerlos de la manera más eficiente posible. Suele ocurrir que su ejercicio se dispersa en distintas canastas predeterminadas que no necesariamente se encuentran alineadas a las prioridades de la industria nacional, ni a los objetivos nacionales de desarrollo, lo que acaba dándole al ejercicio de recursos el carácter de gasto en lugar de inversión. Es necesario cambiar este enfoque.

La innovación no debe ser concebida de manera aislada ni desvinculada de las necesidades de la industria y del desarrollo nacional. Sino que, por el contrario, debe de formar parte integral de la política nacional de desarrollo.

En años recientes, existen voces que recuerdan la importancia del papel del Estado dentro de los ecosistemas de innovación. La propia OCDE ha referido que los gobiernos pueden desempeñar un papel relevante para impulsar la innovación, a través de la inversión pública en investigación en ciencia básica, el otorgamiento de estímulos para la innovación a través de los distintos instrumentos con que cuenta el Estado (notoriamente fiscales), mediante su rol para promover la integración de alianzas público-privadas, y su apoyo a la creación y fortalecimiento de clústeres de innovación (OCDE, 2007).

Por su parte, la economista Mariana Mazzucato ha venido resaltando a lo largo de su obra, el papel *activo* que debe desempeñar el Estado para impulsar la innovación, (Mazzucato, 2018, 2020), subrayando la importancia de esta para el desarrollo nacional, y revalorando el rol del Estado para resolver los grandes retos nacionales. Para ello, Mazzucato propone un enfoque de innovación orientado por misiones u objetivos estratégicos, partiendo de la pregunta: *¿Qué problema queremos resolver? ("problem solving approach")* (Mazzucato, 2022).

2 Foro de alto nivel: Impulsando la innovación en México, Wilson Center, 2014.

Este enfoque viene a cambiar la óptica tradicional que el Estado – y los demás actores del ecosistema – han venido dando a la innovación, para ahora enfocarla hacia la solución de problemas concretos que atiendan los grandes retos nacionales.

Adoptar este enfoque, requiere de un profundo cambio. Implica que el Estado asuma su papel y ejerza un liderazgo inspirador, que se involucre de manera proactiva con los actores privados y académicos para alcanzar objetivos comunes de gran calado, por ejemplo, resolver enfermedades como el cáncer, la diabetes, mejorar la seguridad pública, producir energías verdes, etc.

En su obra, la profesora Mazzucato refiere a experiencias exitosas como la *Misión Apollo* en los EUA, la cual contó con el esfuerzo coordinado y colaborativo de instancias públicas, privadas y académicas enfocadas a cumplir con la meta del proyecto *Misión Apollo:* llevar al hombre a la Luna, el cual, era una prioridad nacional para los EUA.

Por cierto, gracias a los *spillovers* o beneficios derivados de las innovaciones creadas para cumplir con el objetivo de llevar al hombre a la Luna, han sido posible infinidad de tecnologías actuales tales como la computadora portátil (laptop), los paneles solares, las prótesis o las fórmulas de alimentos para bebes, por mencionar solo algunas (Mazzucato 2022, pp. 86-87). Los beneficios de las invenciones creadas al amparo de la *Misión Apollo* no solo se sirvieron para alcanzar los objetivos de la misma, sino que, además, desencadenaron una serie de beneficios económicos y sociales de largo alcance no solo para el futuro de los EUA, sino del mundo entero.

Otras experiencias estructuradas bajo misiones estratégicas, incluyen el Programa de Innovación Horizonte Europa 2021-2027 estructurado bajo 5 proyectos o misiones estratégicas para la Unión Europa, las cuales, tras un proceso altamente participativo, fueron definidas como prioritarias para los europeos, según podemos apreciar a continuación (Mazzucato, 2020):

Gráfica 2 Objetivos programa de investigación e innovación 2021-2027.

Fuente Programa Investigación e Innovación 2021-2027, Comisión Europea, 2021.

El analizar experiencias innovadoras en “el mundo desarrollado”, puede llevar a asumir erróneamente que la innovación tecnológica “es un tema de los países desarrollados.” Esto no es así. Basta recordar al grupo de naciones de Asia del Este cuyo PIB era igual o inferior a México y otros piases de América Latina hace unas décadas.

Tampoco, no debe desdeñarse la importancia que pueden desempeñar en economías emergentes el desarrollo de tecnologías adaptativas, de nivel medio o “frugales”, como herramientas valiosas para la solución de problemas específicos de carácter local, muchas de las cuales pueden ser llevadas a cabo con inversiones modestas. Ejemplo de ello, son tecnologías agrícolas desarrolladas en Brasil que permiten a los tractores brasileños adaptarse particularmente bien a zonas de cultivo sumamente extensas, o incluso, las “matracas” para uso de los pequeños agricultores en zonas agrícolas pequeñas y aisladas (OMPI, 2022).

Otro ejemplo, son los teléfonos celulares chinos de bajo costo “Transsion”, los cuales, ya abarcan el 40% del mercado africano superando a marcas globales como Apple, Huawei o Samsung. Dichos teléfonos, han adaptado la tecnología celular existente (tecnología adaptativa) a las necesidades locales de servicio en zonas con debilidad de señal, escasa cobertura de red o suministro eléctrico deficiente, desarrollando teléfonos económicos con una recepción de señal eficaz, una batería de larga duración, y otras aplicaciones para satisfacer las necesidades del mercado local (OMPI, 2022).

El adoptar un nuevo enfoque que oriente a la innovación para satisfacer las necesidades de la industria y de la política nacional de desarrollo, es tener claro los beneficios sociales y de crecimiento económico que puede generar la innovación.

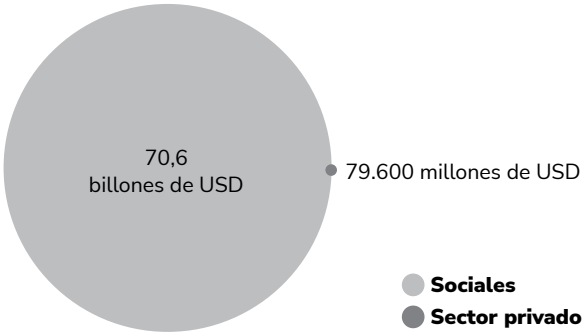
No se trata de un gasto, tampoco de innovar únicamente para satisfacer intereses privados; sino que, por el contrario, se trata de poner la innovación al servicio de las prioridades estratégicas del país, de ponerla al servicio de la sociedad, la industria y la economía nacional.

En la actualidad, un caso paradigmático de innovación enfocada a cumplir una misión estratégica con de impacto social a escala global, nos la proporcionó el desarrollo de las vacunas contra el virus del COVID-19.

Una estimación de Fink (OMPI, 2022) sobre los beneficios privados y sociales

obtenidos por el desarrollo de las vacunas contra el COVID-19, arrojó que el sector privado que participo en su producción obtuvo ingresos estimados en 130, 500 millones de dólares. No obstante es una cifra importante, palidece frente a los beneficios sociales derivados del desarrollo de las vacunas (vidas salvadas, freno del deterioro de la salud de la población y reducción de las pérdidas económicas por confinamiento, entre otros) los cuales, de acuerdo con una metodología desarrollada por Fink, alcanzaron beneficios estimados en 70,5 billones de dólares. Es decir, los beneficios sociales fueron 887 mayores a los beneficios privados (OMPI, 2022).

Gráfica 3 Desarrollo de las vacunas contra el COVID 19 – Estimación de los beneficios sociales y del sector privado (dólares de los Estados Unidos de América).



Fuente Estimaciones de Fink contenidas en el Informe Mundial sobre la Propiedad Intelectual, OMPI, 2022.

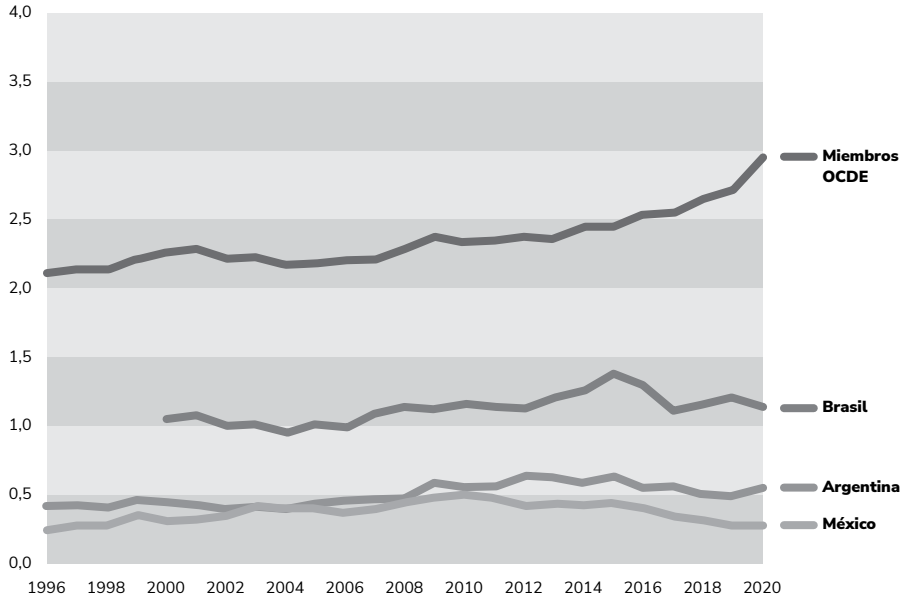
VI. FINANCIAMIENTO

Actualmente, mientras que el promedio de inversión en investigación y desarrollo como porcentaje del Productos Interno Bruto (PIB) es del 3.01 % entre las economías que integran la OCDE, un país como Brasil invierte el 1.15%, y Argentina[3] el 0.52%, en tanto que México invierte el 0.3% del PIB (Banco Mundial/UNESCO, 2023). Es imprescindible aumentar la inversión en investigación y desarrollo, cuando menos al 1.5% del PIB, si lo que queremos es

3 Argentina es el país de América Latina que mayor número de Premios Nobel ha obtenido (5), de los cuales, 2 han sido de la Paz, 2 en Medicina y 1 en Química.

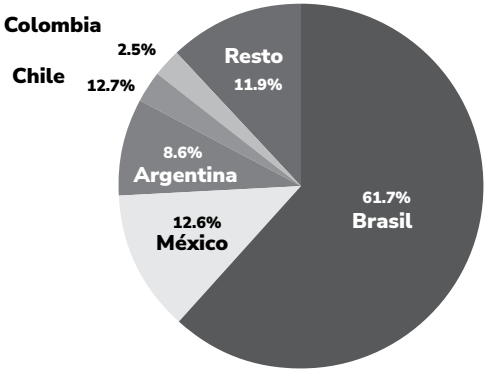
transformar el rumbo de la innovación en México y posicionarnos como líderes en la región.

Gráfica 4 Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) en países seleccionados.



Fuente Banco Mundial con datos de la UNESCO (cifras de 2021, y Brasil 2020).

Gráfica 5 Distribución de la inversión en investigación y desarrollo en América Latina en países seleccionados (2020).



Fuente Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS), y la UNESCO, Buenos Aires, 2023: 18.

En un entorno complejo, la asignación estratégica de recursos es fundamental. En primer término, si decidimos elevar la innovación al rango de *Política de Estado*, que trascienda gobiernos; si queremos pasar de un esquema tradicional de apoyos a la innovación, hacia un enfoque guiado por misiones estratégicas orientadas a resolver los grandes retos nacionales, debemos evitar la dispersión de recursos que suelen diluirse en programas de escaso o nulo impacto. Es necesario priorizar los recursos financieros para el cumplimiento de misiones estratégicas definidas.

En sintonía con las tendencias internacionales, se deben promover las sinergias público-privadas que se complementen y trabajen coordinadamente; fomentar la colaboración y el trabajo conjunto entre los sectores público, privado y académico. Esto, no solo permite hacer un uso más eficiente de recursos limitados; sino que también, debido a que la vocación de la inversión pública no necesariamente es la misma que la privada, deben ambas trabajar de la mano para complementarse en las distintas fases de avance de los desarrollos tecnológicos.

Se requiere que la inversión pública continúe financiando la investigación en ciencia básica a largo plazo y de mayor riesgo; y que el Estado, reciba una participación equitativa de los beneficios que puedan generarse a futuro; en tanto que la inversión privada debe aumentar y complementar la pública en proyectos de investigación en etapas más avanzadas. El sector privado nacional debe transitar de ser consumidor a productor de innovación local[4].

Los distintos instrumentos con que dispone el Estado Mexicano deben alinearse en torno a las misiones estratégicas definidas, a efecto de contar con un marco regulatorio moderno que incentive y facilite la inversión nacional y extranjera, acompañado de estímulos fiscales que premien la calidad e impacto de los proyectos innovadores.

Así mismo, se debe promover y fortalecer el acceso a los distintos esquemas de financiamiento nacional e internacional –público y privado– para los proyectos destinados a contribuir a las misiones estratégicas, así como otorgar

4 De acuerdo con la UNESCO (2021) el sector público representa en Mexico aproximadamente el 78.2% del gasto en investigación y desarrollo, en tanto que el sector privado el 17.5%, y otras fuentes el 2.6%.

mayores incentivos para *"crowdfunding"* y financiamiento de incubamientos desde su concepción hasta la comercialización.

Existen cada vez más voces que señalan la conveniencia de focalizar los recursos en *startups* de alto impacto con potencial para "brincar" (que pueden llegar a tener mayores posibilidades de éxito) en contraste con emprendimientos incrementales de crecimiento lento (Mazzucato 2018).

Esto supone desincentivar el enfoque tradicional de asignación de recursos que privilegian la cantidad, por un enfoque que privilegie la calidad, impacto y resultados medibles. Al respecto, "existe una diferencia enorme entre pequeños emprendimientos y *startups* de alto (y rápido) crecimiento" (Wilson Center, 2014: 34).

David L. Birch en 1994 acuñó el término *gazelas* para referirse a aquellos emprendimientos pequeños que crecen muy rápidamente y presentan un enorme potencial para generar empleo, que se diferencian de *startups* tradicionales de crecimiento lento, y "de las grandes compañías, elefantes, lentas y no muy innovadoras" (Wilson Center, 2014: 33).

VII. GENERACIÓN DE CAPACIDADES

"El fracaso más grande es nunca haberlo intentado."
PROVERBIO CHINO

En primer término, es fundamental promover la cultura del emprendimiento y la innovación. Esto no es algo menor. La innovación, dice Thomas Zurbuchen, es cultural. Es un estado mental (*mindset*) que debe ser conscientemente bienvenido y promovido activamente (Zurbuchen, 2023)5. Es indispensable promover una cultura de la innovación y el emprendimiento desde temprana edad dentro del sistema educativo y hasta la educación terciaria, que permeé en la sociedad. La innovación va de la mano del emprendimiento. No se guía por presupuestos ideológicos, sino por los problemas que se plantea resolver (*problem-solving approach*), por su contribución para mejorar la calidad de vida de las personas y para alcanzar los objetivos estratégicos del país.

Promover la cultura de la innovación y el emprendimiento desde temprana edad, privilegiando la creatividad en lugar de la memorización, y fortaleciendo el estudio de las ciencias, particularmente las matemáticas. El aprendizaje del idioma inglés no debe ser un privilegio de unos pocos o una asignatura menor; sino que, por el contrario, debe formar parte central en los programas de estudio en todos los niveles escolares.

Al ser este idioma la lengua internacional *de facto*, su dominio es clave la llave para acceder a fuentes de información e investigaciones (muchas no son publicadas en idioma español), intercambio de conocimientos, participación en *peer-reviews*, sinergias académicas y de negocio con comunidades científicas y de emprendedores con nuestros socios comerciales de América del Norte aprovechando plataformas de colaboración existentes, las ventajas que ofrece el T-MEC, y desde luego, para potenciar nuestra interacción con centros de conocimiento y emprendimiento a nivel global.

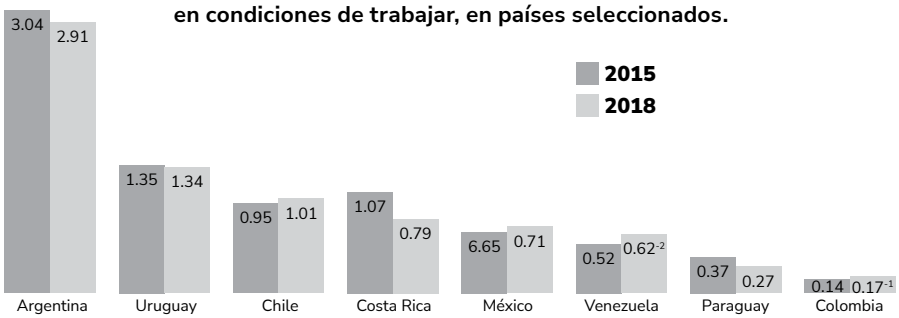
La innovación la llevan a cabo *personas*, por lo que fortalecer las habilidades de los investigadores y los gestores tecnológicos, darles el mayor

5 Palabras del reconocido astrofísico suizo-americano, Thomas Zurbuchen, durante una conferencia magistral impartida en la Universidad de Berna el 28 de febrero de 2023.

acceso posible a publicaciones científicas, otorgar estímulos y becas alineadas a misiones o proyectos estratégicos orientados por resultados, promover intercambios académicos con centros de conocimiento en EUA, Asia y Europa, entre otras acciones, es fundamental. Cada vez más, la innovación tiende a ser abierta y colaborativa, por lo que promover esquemas de colaboración internacionales salvaguardando debidamente los derechos de propiedad intelectual es no solo deseable, sino indispensable.

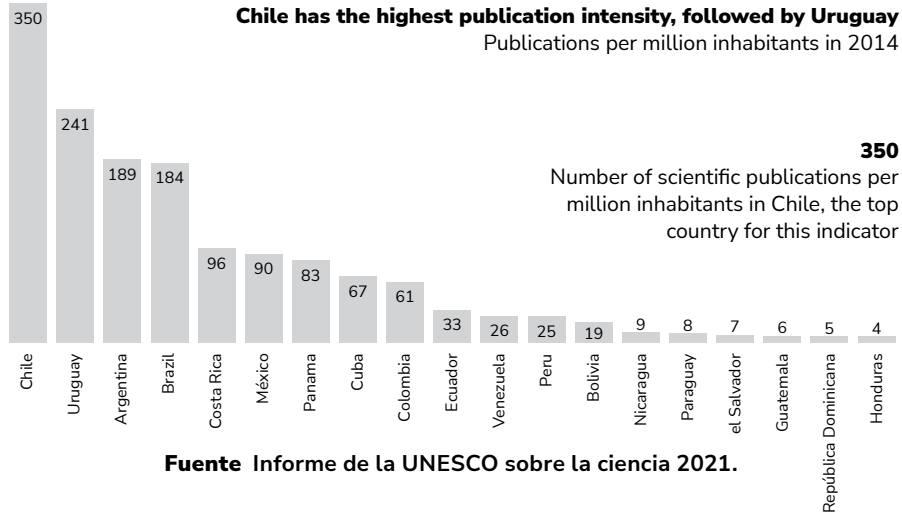
Considerando el amplio potencial con que cuenta México, se debe apuntar por incrementar el número de investigadores, así como la producción e impacto de las investigaciones científicas nacionales.

Gráfica 6 **Investigadores por cada mil habitantes en condiciones de trabajar, en países seleccionados.**



Fuente **Informe de la UNESCO sobre la ciencia 2021: 212.**

Gráfica 7 **Publicaciones por millón de habitantes en países seleccionados.**



Fuente **Informe de la UNESCO sobre la ciencia 2021.**

Lograr que un ecosistema de innovación se encuentre bien integrado, equilibrado, en el que los actores públicos, privados y académicos interactúen y trabajen conjuntamente no es tarea fácil. Desgraciadamente suelen existir inercias donde los actores trabajan individualmente o con escasa coordinación.

Es indispensable alinear los esfuerzos de los distintos actores del ecosistema de innovación, particularmente, conectar a los productores de conocimiento como lo son las universidades, con los potenciales clientes de la futura tecnología, tanto del sector público como del privado.

Al respecto, es importante contar con políticas de administración de propiedad intelectual en universidades y centros de investigación, en las que se especifique con claridad la titularidad de los activos intangibles, sus mecanismos de transferencia, derechos de explotación comercial y asignación de regalías.

Otros aspectos particularmente importantes son fortalecer los apoyos destinados a los parques tecnológicos o clústers de innovación, incluyendo el establecer políticas de innovación, transferencia de tecnología y comercialización; fortalecer las capacidades de la red de oficinas de transferencia del conocimiento, y fortalecer los programas de incubamiento y mentorías a proyectos seleccionados, desde las fases tempranas de desarrollo hasta la comercialización final de los productos o procesos innovadores.

VIII. ESTUDIO DE CASO: COREA DEL SUR

"El milagro económico de Corea del Sur
es una de las grandes historias de éxito del último siglo"
BBC.[6]

En la década de los cincuenta, Corea del Sur era un país más pobre que México y que varias otras naciones latinoamericanas. Al concluir la Guerra de Corea en 1953, se encontraba devastado, con una economía basada en el comercio de bienes primarios, con un PIB *per cápita* de $158 dólares en 1960, mientras que en México el PIB *per capita* rondaba los $360 dólares. Hoy, a poco más de 70 años de distancia, Corea del Sur tiene un PIB *per cápita* que alcanza los $32, 422 dólares (2022), mientras que en México se ubica en los $11,469 dólares (2022) (Banco Mundial, 2023).

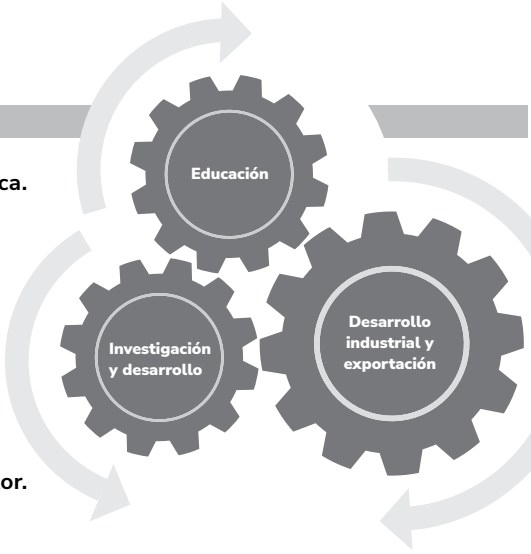
Corea transformó su economía rudimentaria en una de las economías más sofisticadas del mundo, la cual, ocupa la décima posición en el Índice Mundial de Innovación (2023) de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), por arriba de naciones como Francia (lugar 11), Japón (lugar 13) o Canadá (lugar 15).

El "milagro coreano" comenzó por una decisión política, al más alto nivel, por transformar progresivamente su modelo básico de desarrollo en una potencia industrial altamente innovadora orientada a la exportación. Dicha decisión política, ha venido adaptándose con el paso de los años, y de manera destacable, ha sido mantenida por distintos gobiernos sucesivos, lo que ha permitido garantizar una continuidad.

Corea del Sur ha basado su modelo de desarrollo en una sólida política industrial, contenida en sus planes quinquenales de desarrollo, a la que ha acompañado con una fuerte inversión en educación, investigación y desarrollo. La relación educación-innovación-desarrollo industrial se encuentran en el corazón del modelo coreano.

6 BBC Mundo, 2015.

Gráfica 8 **Innovación estratégica.**



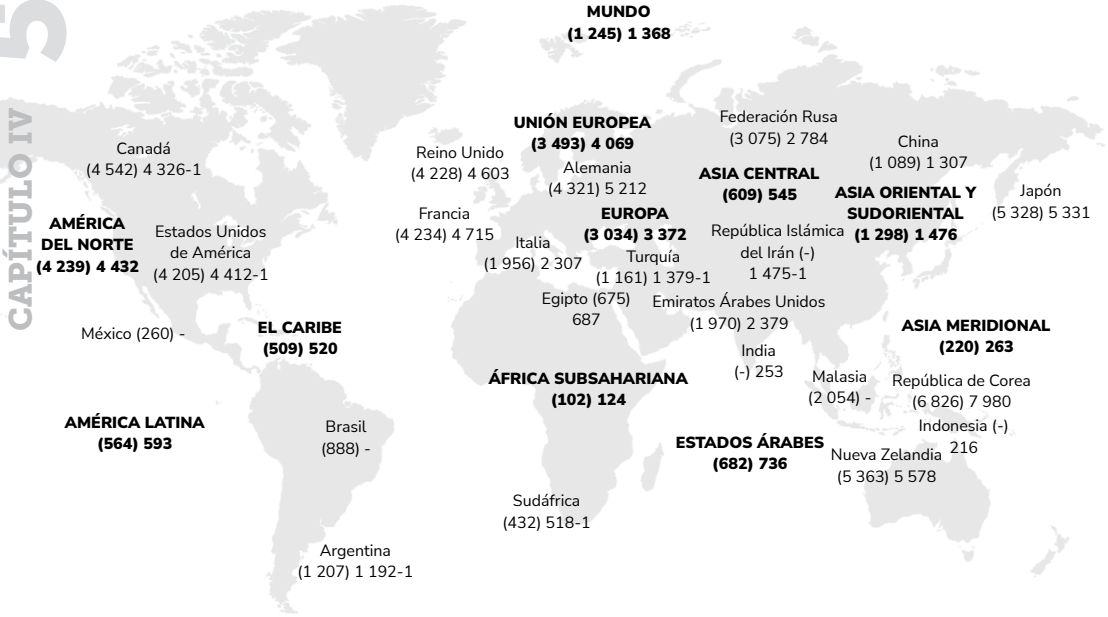
Fuente **elaboración propia del autor.**

Como un país que tomó la decisión de convertirse en una de las economías más innovadoras del mundo, la inversión en capital humano ha sido fundamental. Con una inversión del 4.8% del PIB en educación (Banco Mundial, 2023), Corea tienen uno de los sistemas educativos más sólidos del mundo, lo que ha sido el terreno fértil sobre el cual, la investigación y el desarrollo han florecido para alimentar un aparato industrial orientado a la exportación, integrado por conglomerados conocidos como *chaebols* (que significa negocio de familia en coreano), los cuales han gozado de un régimen de protección especial por parte del gobierno, y que han evolucionado en conglomerados empresariales productores de alta tecnología.

Ejemplos de estos conglomerados empresariales productores de alta tecnología son, entre otros, LG, el fabricante de autos HYUNDAI o SAMSUNG, la empresa líder coreana fundada en 1938 –arquetipo de chaebol– que inicio como comercializadora de productos perecederos, y que después de fuertes inversiones desarrollo tecnológico, se convertiría décadas más tarde, en la mayor compañía surcoreana al incursionar en electrónica y telecomunicaciones, biotecnología, relojería inteligente, además de fabricación de barcos y servicios financieros, entre otras actividades industriales de alto valor agregado.

Estas compañías no podrían haber florecido sin la materia prima básica: su gente. Hoy, Corea ocupa la primera posición a nivel mundial en capital humano e investigación de acuerdo con el Índice Mundial de Innovación (OMPI, 2023), se ubica entre los primeros lugares a nivel mundial en las pruebas PISA en lectura, matemáticas y ciencias (2023), y cuenta con el mayor número de investigadores por millón de habitantes en el mundo, por arriba de los EUA, Europa y China:

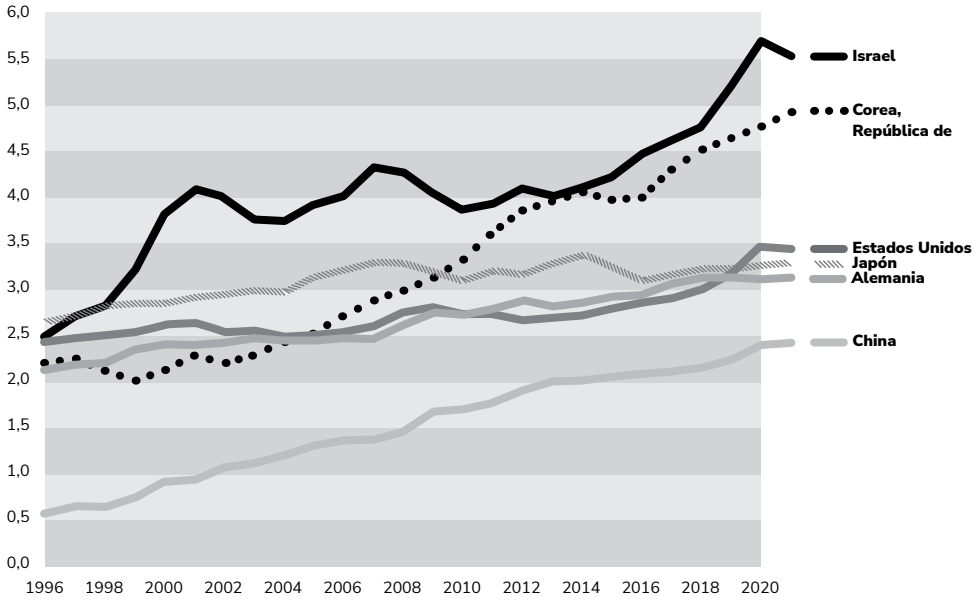
Gráfica 9 **Número de investigadores (ETC) por millón de habitantes, por región y por país entre 2014 y 2018 (números de 2014 figuran entre paréntesis).**



Fuente **Informe de la UNESCO sobre la Ciencia (2021).**

Además de la inversión en capital humano, los recursos financieros –tanto públicos como privados– para hacer viable el proceso de conversión tecnológica han sido indispensables. Corea del Sur es el segundo país el mundo que destina mayores recursos a la investigación y desarrollo como porcentaje del PIB (4.95%), superado únicamente por Israel (5.56%), y por arriba de países como los EUA (3.43%), Japón (3·%), Alemania (3.14%) o China (2.43%) (Banco Mundial/UNESCO 2021).

Gráfica 10 Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) en países seleccionados.



Fuente Banco Mundial (2021) con datos de UNESCO.

También, de manera muy importante ha operado un cambio de mentalidad, en el que las nuevas generaciones de coreanos han abrazado el emprendimiento y la innovación, los cuales son promovidos, reconocidos y premiados desde el gobierno, el sector privado, la academia y la sociedad en general.

En el ámbito institucional, Corea del Sur emprendió cambios estructurales para guiar su proceso de conversión en una potencia industrial altamente innovadora. Consciente de la importancia del desarrollo tecnológico, comenzó por elevar a rango de Ministerio la agenda en materia de innovación, creando en 1967 el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST), el cual, de acuerdo con la OCDE, desempeño un rol decisivo en la transformación de Corea del Sur, para dejar de ser un país subdesarrollado y arribar a la antesala del desarrollo para la década de los 80's (OCDE, 2021).

En el marco de la Ley de Desarrollo Industrial, en 1987, Corea del Sur lanzó el Programa General de Desarrollo Tecnológico, con lo que se proveyó de asistencia financiera y tecnológica a empresas privadas para el desarrollo

de proyectos tecnológicos de alto riesgo (OCDE, 2021). Ello, fue clave para reducir la dependencia tecnológica de Corea del Sur y fomentar la producción de innovación local, en línea con los objetivos de desarrollo industrial del país.

Posteriormente, en 1973 el gobierno de Corea definió 6 sectores industriales estratégicos que serían clave para el desarrollo industrial innovador orientado a la exportación en las siguientes décadas. Estos sectores, concentraron una parte muy importante de los esfuerzos y recursos destinados a la investigación y el desarrollo tecnológico, tanto públicos como privados. Los 6 sectores industriales seleccionados fueron: *i)* hierro y acero, *ii)* metales no férricos, *iii)* construcción de barcos, *iv)* maquinaria, *v)* electrónicos y *VI)* químicos (Hosono, 2022).

En consonancia con los esfuerzos liderados por el Estado coreano emprendidos en las décadas pasadas, para mediados de la década de los 80`s y los 90`s, el gobierno fortaleció los apoyos a los sectores industriales estratégicos de alta tecnología, con lo que nuevos proyectos seleccionados fueron impulsados. El Plan de Ciencia y Tecnología de cinco años (1997-2001) y la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en 1999, contribuyeron a estructurar y coordinar de mejor manera los esfuerzos evitando así su dispersión.

Estos esfuerzos, fueron acompañados del incremento progresivo en la inversión pública y privada en investigación y desarrollo, incentivos fiscales, mayor disponibilidad de crédito, y un alto grado de colaboración entre los sectores público, privado y académico alrededor de proyectos innovadores con potencial comercial, sin descuidar la investigación en ciencia básica.

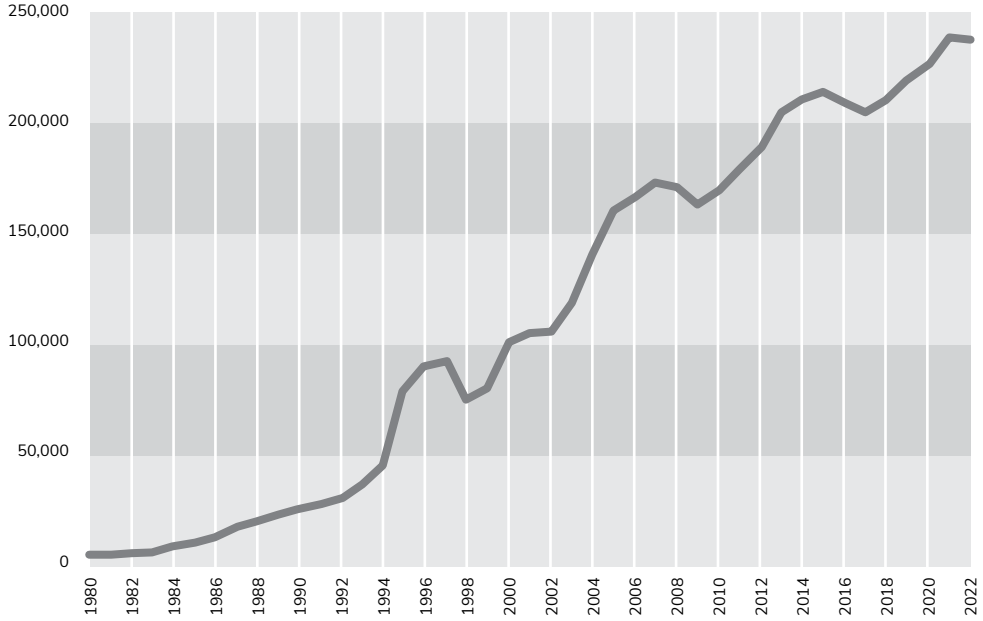
Como parte de los esfuerzos para convertirse en una economía altamente innovadora, Corea ha venido construyendo una sólida infraestructura mediante la conformación de *clusters* o parques industriales, los cuales, son espacios indispensables para hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles, generar sinergias, compartir conocimientos y potenciar resultados entre los distintos actores del sector público, privado y académico que integran el ecosistema de innovación.

Una parte muy importante en la construcción de la infraestructura necesaria que soporte el crecimiento tecnológico y el desarrollo industrial es la conectividad. Al respecto, Corea ha venido expandiendo la conectividad de

banda ancha de Internet y se ha comprometido en un proceso de transformación digital total. De acuerdo con el Índice Mundial de Innovación, Corea ocupa el lugar 11 a nivel mundial en infraestructura en general, y el 1° lugar en tecnologías de la información (OMPI, 2023).

Los resultados del modelo coreano por impulsar la innovación como elemento clave en la política nacional de desarrollo industrial se reflejan en el incremento espectacular de solicitudes de patente de manera sostenida en las últimas décadas:

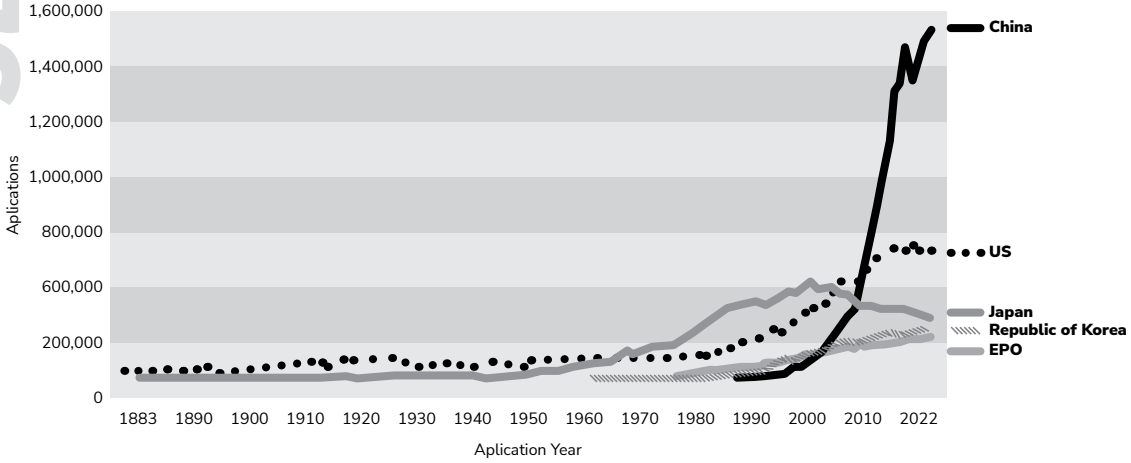
Gráfica 11 **Evolución en las solicitudes de patentes (nacionales e internacionales) en Corea (1980-2022).**



Fuente **Base de datos de la OMPI (2024).**

Actualmente, la oficina coreana de propiedad intelectual ocupa la cuarta posición a nivel mundial en términos de solicitudes de patentes únicamente detrás de China, Estados Unidos y Japón, y por arriba de la Oficina Europea de Propiedad Intelectual (EPO), a pesar de que un número significativo de países europeos cuentan con ecosistemas de innovación maduros y bien establecidos desde décadas atrás.

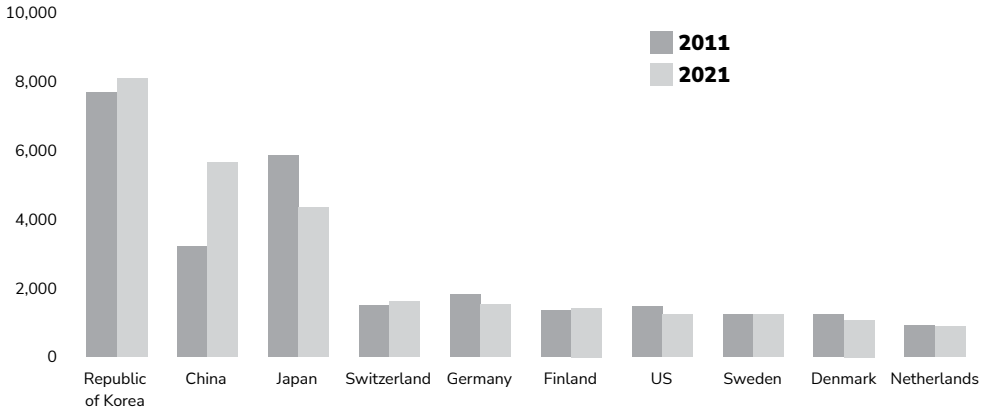
Gráfica 12 Evolución de las solicitudes de patentes en las 5 principales Oficinas de Propiedad Intelectual (1883-2022).



Fuente World Intellectual Property Indicators (OMPI, 2023).

Otros aspecto importante a destacar es el liderazgo que ocupa Corea en innovación efectuada por residentes:

Gráfica 13 Solicitudes de patentes por residentes en relación con el producto interno bruto (PIB).



Fuente World Intellectual Property Indicators (OMPI, 2023).

Entre los factores de éxito del modelo coreano, se pueden identificar, entre otros, los siguientes aspectos:

- ✓ Decisión de al más alto nivel: La innovación como Política de Estado.
- ✓ Cambio de mentalidad: creación de un ambiente favorable a los negocios y el emprendimiento.
- ✓ La innovación como palanca estratégica para apoyar de industrialización del país enfocada a la exportación de bienes de alta tecnología con alto valor agregado.
- ✓ Identificación de sectores y/o proyectos estratégicos a ser apoyados con programas específicos y asignación de recursos financieros (*mission approach*).
- ✓ Alta inversión en capital humano (educación) con énfasis en ciencias e ingenierías.
- ✓ Alta inversión en investigación y desarrollo.
- ✓ Alto nivel de innovación local y alto contenido local en las exportaciones.
- ✓ Sistema que promueve activamente la colaboración entre el sector público, privado y la academia para el desarrollo de tecnologías con potencial de comercialización.
- ✓ Infraestructura en telecomunicaciones: amplia cobertura de Internet de banda ancha.
- ✓ Creación de parques industriales o *clusters* altamente innovadores.

IX. REFLEXIÓN FINAL

México es un país con un gran potencial. Cuenta con instituciones académicas de gran prestigio como lo es la propia Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con investigadores y académicos de reconocida calidad.

Apostar por la transformación del sistema de innovación, elevarlo a nivel de *Política de Estado*, otórgale la importancia que merece, posicionarlo como herramienta estratégica de la política industrial y ponerlo al servicio de la solución de los grandes retos nacionales es una oportunidad histórica, particularmente, en la coyuntura actual que representa el fenómeno del *nearshoring*.

Nuestro país, como potencia exportadora integrada al bloque comercial con los EUA y Canadá que representa 1.8 trillones de dólares de comercio al año (UNCTAD, 2022), con una importante red de parques industriales y una pujante industria automotriz[7], con *unicornios*[8] emergentes que asoman el potencial de emprendimientos de base tecnológica, son algunas de las razones que llaman a fortalecer el sistema de innovación en México no solo como algo que se antoja deseable, sino impostergable.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Ainginger, Karl and Rodrik Dani, *Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century*, Journal of Industry, Competition and Trade, 2020.

Budden Phil y Murray Fiona, *An MIT Approach to Innovation*, MIT Innovation Initiative, Massachusetts, 2019.

"¿Cómo logró Corea del Sur su milagro económico?", BBC Mundo, Londres, enero de 2015, Londres, disponible en:
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150116_economia_corea_del_sur_razones_desarrollo_lf

Hosono, Akio, *Industrial Policies for Learning, Innovation, and Transformation: Insights from Outstanding Experoiences*, JICA Ogata Sadako Research Institute for Peace and Development, Tokio, 2022.

Johnson, Stevenson, *Where good ideas come from*, Nueva York, Riverhead Books, 2010.

Idris, Kamil, *Intellectual Property. A Power Tool for Economic Growth*, Ginebra, OMPI, 2005.

7 No obstante, Mexico es una potencia exportadora, es imprescindible que eleve el contenido local y valor agregado de sus exportaciones.

8 Actualmente Mexico cuenta con 9 *unicornios* (empresas que en menos de 10 años cuentan con una valuación mínima de 1,000 millones de dólares). Los 9 unicornios mexicanos son: Bitso, Clara, Clip, Incode, Kavak, Konfio, Merama, Nowports y Stori. Se estima que en America Latina hay 23 empresas unicornio (2022); Mexico ocupa la seguna posicion despues de Brasil.

Mazzucato, Mariana, *Mission Economy*, Penguin Random House, Inglaterra, 2020.

—, *The Entrepreneurial State*, Penguin Random House, Inglaterra, 2018.

O'Neil, Shannon, *The Globalization Myth*, Yale University Press, Estados Unidos de America, 2022.

Oropeza, Arturo (coord..), "Corea. Una Visión Jurídica y Geopolítica en el Siglo XXI". México, IIJ-UNAM, IDIC, 2021.

Oropeza, Arturo (coord.), "Desarrollo Industrial 2050. Hacia la Industria del Futuro", México, IIJ-UNAM, IDIC, 2019.

Rios Viridiana, *Innovation Happens in Mexico*, Wilson Center Mexico Institute, Washington, DC, 2018.

Schwab, Klaus, *The Fourth Industrial Revolution*, Foro Económico Mundial, Ginebra, 2016.

Stiglitz, Joseph, *Creating a Learning Society*, Columbia University Press, Nueva York, 2014.

Comisión Europea, *Programa de Investigación e Innovación 2021-2027*, Horizonte Europa, Bruselas, 2021.

Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y UNESCO, *El Estado de la Ciencia*, *Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*, Buenos Aires, 2023.

OECD/EUROSTAT, *Oslo Manual. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, Paris, 2018.

OECD *Innovation Strategy for Policy Action*, Paris, 2015.

—. *Perspectives on Global Development 2013 – Shifting Up a Gear: Industrial Policies in a Changing Economic Landscape*, Paris, 2013.

—. *Innovation and Growth. Rationale for an Innovation Strategy*, Paris, 2007.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), Índice Mundial de Innovación, Ginebra 2023.

—. *World Intellectual Property Indicators*, Ginebra, 2022.

—. *World Intellectual Property Report. The Direction of Innovation,* Ginebra, 2022.

UNESCO, *Science Report*, Paris, 2021.

World Economic Forum (WEF), *Global Network of Advance Manufacturing Hubs*, *Annual Report 2021*, Geneva, 2022.

Wilson Center, Mexico Instituto, *Fostering Innovation in Mexico. Ideas from the High-Level Innovation Forum for Policymakers*, elaborado por Wood Duncan, *et al*., Wilson, México, 2014.

Sitios de Internet:

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD); https://www.oecd.org/about/

World Intellectual property Organization (WIPO); https://www.wipo.int/portal/en/index.html

National Center for Science and Engineering Statistics; www.ncses.gov

UNESCO; https://www.unesco.org/en

CAPÍTULO IV

HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL DIGITAL EN MÉXICO. TEMAS GENERALES

>[21] Las mipymes como actores relevantes del nuevo desarrollo industrial digital. Los retos de su incorporación

SUMARIO

I. Introducción.
II. Estado actual de las mipymes en México.
III. Desafíos de la digitalización para las mipymes.
IV. Políticas públicas y apoyo institucional.
V. Tecnologías emergentes y su impacto.
VI. Estrategias de capacitación e implementación.
VII. Visión a futuro y recomendaciones.
VIII. Bibliografía.

José Luis Peralta Higuera

Ingeniero con más de 38 años de experiencia en áreas relacionadas con las Telecomunicaciones y las Tecnologías de Información en el sector público y privado, actualmente encabeza la Coordinación de Transformación Digital en el IFT.

I. INTRODUCCIÓN

Contextualización de las mipymes en el desarrollo económico de México.

Al abordar el tema del desarrollo industrial digital en México, es esencial centrar nuestra atención en las micro, pequeñas y medianas empresas, colectivamente conocidas como mipymes. Estas entidades no solo constituyen la vasta mayoría del tejido empresarial mexicano, sino que también representan un espectro completo de desafíos y oportunidades en el proceso de digitalización. Incluir a las microempresas en nuestra discusión, además de las pequeñas y medianas empresas, nos permite capturar una imagen más holística y representativa de la economía mexicana.

Las mipymes son cruciales para el crecimiento económico, la innovación y la creación de empleo en México. Su adaptabilidad y cercanía con las comunidades locales les otorgan un papel único en el desarrollo económico y social del país. Sin embargo, estas mismas características también las hacen particularmente susceptibles a los desafíos de la digitalización. Por lo tanto, al hablar de mipymes, reconocemos y abordamos la diversidad de experiencias, necesidades y estrategias que engloban desde la microempresa hasta la mediana empresa en el camino hacia la transformación digital.

Este enfoque no solo refleja la realidad económica de México, sino que también subraya nuestro compromiso con la inclusión y la comprensión profunda de todos los actores dentro del espectro de las mipymes. Al hacerlo, buscamos proporcionar *insights* que sean aplicables y beneficiosos para el amplio rango de empresas que componen este segmento crucial de la economía, facilitando así un diálogo más rico y estrategias más efectivas para enfrentar los retos del desarrollo industrial digital.

En el tejido económico de México, las mipymes desempeñan un papel fundamental, no solo como motores de crecimiento y empleo, sino también como espejos del espíritu emprendedor y la resiliencia. Su contribución trasciende los números; es una narrativa de aspiraciones, desafíos y triunfos cotidianos que configuran el paisaje empresarial del país.

La era actual, marcada por avances tecnológicos sin precedentes, plantea tanto retos como oportunidades para estas empresas. La digitalización, lejos

de ser una mera tendencia, se ha convertido en un imperativo estratégico para asegurar su viabilidad y competitividad en el mercado global. Este capítulo pretende explorar, desde una perspectiva crítica y reflexiva, cómo las mipymes mexicanas están navegando por este panorama digital, adaptándose a los cambios, enfrentando obstáculos y, sobre todo, transformando los desafíos en escalones hacia el éxito.

Se busca no solo destacar la importancia de la digitalización como herramienta de empoderamiento empresarial, sino también reflexionar sobre las políticas, estrategias y prácticas que pueden apoyar de manera efectiva esta transición hacia un futuro digital más inclusivo y próspero para las mipymes en México.

La digitalización emerge como un catalizador crítico para estas empresas, no solo para mejorar su competitividad en el mercado global sino también como una herramienta esencial para su supervivencia en la era digital. La adaptabilidad y la innovación tecnológica se presentan como los pilares sobre los cuales las mipymes pueden construir su camino hacia un crecimiento sostenible y un alcance de mercado ampliado.

Este capítulo se sumerge en la exploración de cómo las mipymes mexicanas están enfrentando la transición digital, adaptándose a una economía cada vez más tecnificada. A través de una reflexión sobre las políticas, estrategias y prácticas actuales, se busca comprender y destacar los enfoques que pueden facilitar esta transición hacia un ecosistema digital más inclusivo, que no solo beneficie a las mipymes sino que también impulse el desarrollo económico de México en su conjunto.

La narrativa de este análisis se fundamenta en la comprensión de que la digitalización no es un fin en sí mismo, sino un medio para potenciar las capacidades, el alcance y la eficiencia de las mipymes mexicanas, preparándolas para enfrentar los desafíos del mañana y aprovechar las oportunidades que la tecnología moderna ofrece.

Importancia de la digitalización en el contexto actual.

La era digital ha transformado profundamente el modo en que las mipymes operan y compiten en el mercado global. Esta transformación no es meramente

tecnológica, sino también estratégica, abriendo nuevas avenidas para la innovación, el crecimiento y la internacionalización.

La adopción y uso efectivo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), como el internet fijo, han demostrado ser catalizadores clave para la competitividad de las mipymes tanto en el ámbito nacional como internacional. Permiten a estas empresas ser más ágiles, mejorar su productividad y acceder a mercados anteriormente fuera de su alcance, facilitando su inserción en las cadenas globales de valor. Este acceso democratizado a la información y a canales de comercialización más amplios reduce las barreras tradicionales a la entrada en los mercados, permitiendo a las mipymes competir en igualdad de condiciones con entidades mucho mayores.

Un estudio realizado por el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT 2023) resalta la percepción de las mipymes sobre la importancia de los servicios de telecomunicaciones para sus operaciones de importación y/o exportación. Los servicios digitales y de telecomunicaciones no solo mejoran la gestión y eficiencia de los procesos comerciales, sino que también impulsan la innovación y el aprendizaje organizacional. La digitalización ha permitido a las mipymes mejorar sus procesos de importación y exportación, incrementar su productividad, eliminar intermediarios, utilizar mejores canales de distribución y ofrecer precios más competitivos.

Además, la pandemia de COVID-19 ha acelerado la necesidad de digitalización, impulsando a las mipymes a adoptar soluciones digitales y servicios de telecomunicaciones para mantener y expandir sus operaciones en un entorno cada vez más digitalizado. Este cambio no solo ha permitido a las mipymes sobrevivir en tiempos de crisis, sino también explorar nuevas oportunidades de negocio y mercados, evidenciando que la digitalización es fundamental para su adaptabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

En este contexto, se hace evidente que la digitalización no es opcional, sino esencial para el futuro de las mipymes. La capacidad de adaptarse y aprovechar las herramientas digitales será determinante para su éxito y supervivencia en la economía del siglo XXI. La transición hacia un futuro digital más inclusivo y próspero para las mipymes en México requiere de políticas, estrategias y prácticas que reconozcan y potencien este imperativo digital.

II. ESTADO ACTUAL DE LAS MIPYMES EN MÉXICO

Las mipymes constituyen el pilar de la economía mexicana, no solo por su número sino también por su impacto en la generación de empleo y su contribución al Producto Interno Bruto (PIB). Los Censos Económicos 2019 realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2020) ofrecen una visión detallada de la estructura y la dinámica de estas empresas en México.

A nivel nacional, las mipymes representan más del 99% de las unidades económicas, subrayando su predominancia en el tejido empresarial del país. Estas empresas son responsables de generar una proporción significativa del empleo, destacando por su capacidad para ofrecer oportunidades laborales en una amplia gama de sectores.

El Estado de México y la Ciudad de México se destacan por tener la mayor concentración de unidades económicas, lo que refleja la importancia de estos centros urbanos como motores de actividad económica y emprendimiento. Sin embargo, la distribución geográfica de las mipymes muestra una presencia extendida a lo largo de todo el territorio nacional, evidenciando la diversidad y la capilaridad de estas empresas en diferentes regiones y sectores económicos.

La estratificación de las empresas según su tamaño revela que la gran mayoría son microempresas, seguidas por las pequeñas empresas, lo cual resalta la importancia de políticas públicas y programas de apoyo enfocados en atender las necesidades específicas de estos segmentos. Estas micro y pequeñas empresas son cruciales para la economía local, contribuyendo no solo al empleo sino también a la generación de ingresos y al fomento de la innovación.

Impacto de las mipymes en el empleo y el PIB.

Como indica el INEGI (2020), las mipymes son un motor clave de la economía mexicana. Estas empresas aportan aproximadamente el 52% del PIB y crean alrededor del 72% del empleo en México, lo que muestra su relevancia en la generación de riqueza y en el desarrollo económico nacional. La habilidad de estas empresas para ajustarse, innovar y afrontar los retos del mercado es fundamental para su viabilidad y crecimiento a largo plazo.

La distribución sectorial de las mipymes muestra una concentración significativa en los sectores de servicios y comercio, que juntos emplean a una gran parte de la fuerza laboral y contribuyen de manera importante al PIB. Este patrón refleja la estructura económica de México, donde los servicios y el comercio son pilares fundamentales de la actividad económica.

Sin embargo, las mipymes enfrentan desafíos estructurales, incluyendo el acceso limitado a financiamiento, tecnología y mercados, que pueden obstaculizar su crecimiento y reducir su contribución potencial al PIB. La digitalización surge como una oportunidad estratégica para superar algunos de estos obstáculos, permitiendo a las mipymes mejorar su eficiencia, expandir su alcance de mercado y competir en un entorno global cada vez más digitalizado.

La promoción de un ecosistema favorable para el desarrollo y crecimiento de las mipymes es fundamental para aprovechar plenamente su potencial como motores de innovación, empleo y crecimiento económico. Esto requiere un enfoque integrado que incluya apoyo financiero, asesoramiento empresarial, acceso a nuevas tecnologías y mercados, y políticas que fomenten el emprendimiento y la innovación.

Desafíos y oportunidades.

Las mipymes en México enfrentan importantes desafíos, tales como limitaciones financieras, acceso a tecnología, mercados y la necesidad crucial de capacitación y desarrollo de habilidades digitales. La digitalización se presenta como una vía crucial para superar estos obstáculos, mejorando la eficiencia, ampliando el alcance de mercado y permitiendo competir en el ámbito global digital.

Un estudio de la CONCANACO (2024) resalta que, aunque solo el 15% de las empresas considera tener una estrategia digital efectiva, la adopción de tecnologías digitales ofrece oportunidades significativas para incrementar ingresos y productividad. Sin embargo, la mayoría aún no utiliza herramientas digitales esenciales para la gestión empresarial y la satisfacción del cliente. Promover un ecosistema favorable que integre apoyo financiero, asesoramiento empresarial, acceso a tecnologías y mercados, junto con políticas que impulsen el emprendimiento y la innovación, es clave para explotar el potencial de las mipymes como motores de innovación, empleo y crecimiento económico.

Además, el estudio detalla cómo la adopción de tecnologías digitales es fundamental para mejorar la gestión empresarial, aumentar la eficiencia y fomentar la competitividad de las mipymes. Destaca el uso limitado de herramientas digitales para la administración de clientes y la medición de su satisfacción, subrayando la importancia de la presencia digital y los métodos de pago en línea para atraer nuevos clientes y aumentar las ventas. La gestión digital del inventario y la optimización de las operaciones a través del uso de ERP se presentan como aspectos clave para el crecimiento empresarial. La necesidad de una mayor conectividad a internet y el uso de plataformas digitales para mejorar la comunicación interna y la efectividad operativa también se enfatizan como elementos cruciales para el éxito en el entorno digital actual.

Por otro lado, en la última encuesta de usuarios y servicios de telecomunicaciones enfocada en las mipymes que realizó el IFT (IFT 2022), se observa un incremento notable en la adopción de servicios digitales y de telecomunicaciones por parte de estas empresas, lo cual representa un avance significativo hacia su transformación digital.

La encuesta revela que de 2021 a 2022, el porcentaje de mipymes que contrataron el servicio de Internet fijo aumentó de 73.6% a 79.9%, subrayando la creciente importancia de la conectividad en el entorno empresarial actual. Este incremento destaca cómo las mipymes están reconociendo cada vez más que estar conectados digitalmente no solo les permite estar más cerca de sus clientes sino que también impulsa un aumento en las ventas y la visibilidad de la empresa.

Además, se evidencia un aumento en el uso de páginas de Internet con dominio empresarial y/o redes sociales, pasando de 57% a 76.8%. Este dato es particularmente relevante ya que indica una mayor preocupación por parte de las mipymes por establecer una presencia en línea robusta, utilizando plataformas como Facebook y WhatsApp, las más populares entre las empresas encuestadas, para potenciar su alcance y mejorar las comunicaciones con sus clientes.

Otro hallazgo importante de la encuesta es el incremento en la adopción de la banca en línea, de 34.5% a 44.4%. Esto no solo refleja una mayor digitalización de las operaciones financieras sino también una búsqueda por

parte de las mipymes de mayor eficiencia y seguridad en sus transacciones financieras, lo que a su vez facilita la gestión de pagos a proveedores y de servicios diversos.

Finalmente, el estudio también señala un crecimiento en el porcentaje de mipymes que venden servicios o productos en línea, de 66.2% a 74.3%, resaltando la importancia del comercio electrónico como canal de ventas en el contexto actual. Esto demuestra una evolución en la forma en que las mipymes se acercan al mercado, aprovechando las oportunidades que brinda el entorno digital para expandir sus operaciones y acceder a nuevos mercados.

Estos hallazgos subrayan la relevancia de las tecnologías digitales y de telecomunicaciones en el fortalecimiento y crecimiento de las mipymes en México, resaltando los beneficios que estas herramientas ofrecen para mejorar la visibilidad, eficiencia y competitividad de las empresas en la economía digital.

Impacto de la pandemia en la digitalización y operación de las mipymes.

La transformación digital de las mipymes en México ha tomado un impulso sin precedentes como resultado de la pandemia, marcando un antes y un después en su operación y estrategias de mercado. Según Gallegos (2020), este periodo crítico destacó la digitalización no solo como un medio para mantener la continuidad de los negocios ante restricciones físicas, sino también como una estrategia esencial para alcanzar resiliencia y competitividad en un mercado globalizado.

La adaptación rápida a soluciones digitales se convirtió en un factor determinante para que muchas empresas pudieran no solo sobrevivir sino encontrar nuevas oportunidades de crecimiento. La transición hacia el comercio electrónico, la implementación de sistemas de gestión en línea y el uso de redes sociales para el *engagement con clientes, se perfilan como los pilares sobre los cuales las mipymes han comenzado a reconstruir y expandir su presencia en el mercado.*

Sin embargo, este proceso de transformación digital no ha estado libre de desafíos. Las barreras tecnológicas, la falta de competencias digitales y las dificultades financieras para invertir en nuevas soluciones digitales emergen como los principales obstáculos. La necesidad de políticas de apoyo que

ofrezcan acceso a financiamiento, incentivos fiscales para la adquisición de tecnologías, y programas de capacitación en habilidades digitales se hace evidente para asegurar una adopción efectiva de la digitalización en el sector.

En este sentido, se propone un enfoque integral que no solo aborde la necesidad de infraestructura tecnológica y capacitación, sino que también promueva un ecosistema digital que facilite la integración de las mipymes en cadenas de valor más amplias y mercados globales. La creación de plataformas de comercio electrónico accesibles y el fomento de la colaboración entre el sector público y privado serán clave para potenciar el crecimiento y la innovación en este segmento empresarial.

La era post-COVID-19 presenta una oportunidad única para que las mipymes mexicanas se reinventen y aprovechen las herramientas digitales para expandir sus operaciones, mejorar su oferta de valor y consolidarse en el mercado. La digitalización no es solo una respuesta a una crisis, sino una estrategia a largo plazo para el desarrollo y fortalecimiento del tejido empresarial en México.

De igual forma, la transformación digital en América Latina y el Caribe, según el análisis desarrollado por la OECD et al. (2020), se destaca como un eje central para la recuperación y el progreso sostenible postpandemia. Este periodo de reconstrucción ofrece una ventana de oportunidad única para reimaginar y fortalecer las bases económicas, sociales y políticas de la región a través de la digitalización.

La digitalización no solo promete mejorar la productividad y competitividad de las mipymes, sino que también juega un papel crucial en la inclusión social y económica, permitiendo a más personas y empresas acceder a mercados, financiamiento y servicios públicos de manera eficiente y equitativa. La adopción de tecnologías digitales puede ser un catalizador para abordar desafíos persistentes como la desigualdad, el acceso limitado a servicios de calidad y los obstáculos para el emprendimiento.

Para capitalizar estas oportunidades, es imperativo que los países de la región desarrollen e implementen políticas públicas que faciliten la transición digital de las mipymes. Esto incluye la mejora de la infraestructura digital, el fomento de habilidades digitales entre la fuerza laboral y el emprendimiento, y la creación de un entorno regulatorio que promueva la innovación y la

competencia justa. Asimismo, es esencial garantizar que la transformación digital no deje a nadie atrás, asegurando el acceso universal a Internet y a tecnologías asequibles.

La cooperación internacional y el intercambio de buenas prácticas pueden acelerar este proceso, proporcionando a los países de la región los recursos, conocimientos y redes necesarios para superar los desafíos comunes. Al trabajar juntos, los países pueden aprovechar el potencial de la digitalización para construir economías más resilientes, sociedades más inclusivas y gobiernos más eficientes y transparentes.

III. DESAFÍOS DE LA DIGITALIZACIÓN PARA LAS MIPYMES

Falta de conocimientos tecnológicos y habilidades digitales.

Para abordar el desafío de la falta de conocimientos tecnológicos y habilidades digitales entre las mipymes en México, es crucial reconocer la brecha digital existente que limita su capacidad para integrarse plenamente en la economía digital. Según IFT (2022), aunque hay una adopción creciente de servicios digitales y de telecomunicaciones, la falta de competencias digitales sigue siendo un obstáculo significativo para la explotación efectiva de estas herramientas.

Gallegos (2020) enfatiza la importancia de la capacitación en habilidades digitales como un medio para superar la resistencia al cambio y aprovechar al máximo las tecnologías disponibles. Esto incluye no solo la familiarización con herramientas digitales básicas sino también la comprensión de estrategias de marketing digital, seguridad en línea y análisis de datos para la toma de decisiones.

Por otro lado, el informe de la OECD et al. (2020), sugiere que el desarrollo de una estrategia de inclusión digital que abarque desde la infraestructura hasta la educación y el fomento de un ecosistema digital saludable es vital para asegurar que las mipymes no solo adopten tecnología, sino que también la utilicen de manera efectiva para impulsar el crecimiento y la innovación.

En este contexto, Dini, Gligo y Patiño (2021) proponen un enfoque integral para el diseño de políticas que incluya incentivos para la adopción de tecnología, programas de capacitación adaptados a las necesidades específicas de las mipymes, y apoyo para la implementación de soluciones tecnológicas que sean tanto accesibles como relevantes para las necesidades del negocio.

La sinergia entre estas recomendaciones destaca la necesidad de una acción coordinada que involucre a actores gubernamentales, el sector privado, instituciones educativas y organizaciones internacionales para desarrollar programas de capacitación y apoyo que estén alineados con las necesidades y realidades de las mipymes en México. Esto incluye la adaptación de los contenidos de capacitación a los diferentes niveles de habilidad digital, la promoción de la cultura digital y la innovación, y la facilitación del acceso a financiamiento y recursos tecnológicos.

Además, es fundamental integrar estas estrategias dentro de un marco más amplio de políticas públicas que promuevan la transformación digital del país, considerando las particularidades regionales y sectoriales, para garantizar que las mipymes mexicanas puedan navegar con éxito la transición hacia la economía digital, superando así uno de sus desafíos más importantes.

Limitaciones financieras y acceso a créditos para la inversión en tecnología.

La digitalización de las mipymes en México presenta un panorama lleno de oportunidades pero también de desafíos significativos, entre los cuales las limitaciones financieras destacan como una barrera crítica para la adopción de tecnología. Este obstáculo se ve amplificado por la necesidad de realizar inversiones iniciales significativas en infraestructura tecnológica, *software, y capacitación, recursos que a menudo son escasos en las mipymes debido a su limitado acceso a créditos y financiamiento asequible.*

Desde la perspectiva de IFT (2022), se observa que, pese a la creciente adopción de servicios digitales y de telecomunicaciones, muchas mipymes todavía enfrentan dificultades para financiar la actualización o adquisición de nuevas tecnologías. Este escenario se complica aún más con la necesidad de adaptación rápida impuesta por cambios en el mercado y la economía global, particularmente evidenciados durante la pandemia.

En este contexto, se sugiere que el desarrollo de esquemas de financiamiento más flexibles y accesibles, junto con programas de subvención y apoyo gubernamental, podrían aliviar significativamente las presiones financieras sobre las mipymes. Estas medidas permitirían no solo la adquisición de tecnología necesaria sino también la implementación de programas de capacitación que son esenciales para una digitalización efectiva.

Además, la cooperación internacional y el intercambio de buenas prácticas pueden ofrecer modelos innovadores de financiamiento y apoyo que se ajusten a las necesidades específicas de las mipymes en México. Esto incluye el fomento de alianzas entre el sector público y privado para desarrollar fondos de inversión tecnológica y programas de mentoría que acompañen a las mipymes en su proceso de transformación digital.

Por último, es importante considerar la digitalización no solo como una inversión en tecnología sino como una estrategia integral que abarque el desarrollo de nuevos modelos de negocio, la optimización de procesos y la exploración de nuevos mercados. En este sentido, la creación de ecosistemas digitales que promuevan la innovación abierta y la colaboración puede multiplicar las oportunidades de crecimiento y desarrollo para las mipymes, convirtiendo las limitaciones financieras en un desafío superable a través de la cooperación, la innovación y el apoyo estratégico.

Así, abordar las limitaciones financieras requiere de un enfoque multidimensional que no solo busque facilitar el acceso a recursos económicos, sino que también promueva un cambio cultural hacia la innovación y la adopción de tecnología como pilares fundamentales para el crecimiento sostenible de las mipymes en México.

Seguridad cibernética y resistencia al cambio.

La seguridad cibernética y la resistencia al cambio representan desafíos notables para las mipymes en el proceso de digitalización. La adopción de nuevas tecnologías implica no solo enfrentarse a la brecha de habilidades digitales y las limitaciones financieras, sino también a la necesidad de proteger la información y los sistemas contra amenazas cibernéticas crecientes. Esta preocupación es especialmente relevante en un contexto donde las operaciones comerciales dependen cada vez más de la infraestructura digital.

La resistencia al cambio, por otro lado, se arraiga en la cultura organizacional y puede ser un obstáculo significativo para la transformación digital. Este fenómeno no solo se refleja en la resistencia a adoptar nuevas tecnologías, sino también en la adaptación a nuevos modelos de negocio que exigen una mentalidad abierta hacia la innovación y el aprendizaje continuo.

Para superar estos desafíos, es crucial que las mipymes desarrollen estrategias proactivas centradas en la educación y la sensibilización sobre la importancia de la seguridad cibernética. Esto incluye la implementación de prácticas de seguridad básicas, como la autenticación de dos factores, la encriptación de datos y la realización de auditorías de seguridad regulares. Además, fomentar una cultura de seguridad dentro de la organización puede ayudar a mitigar los riesgos asociados con el factor humano, uno de los eslabones más débiles en la cadena de seguridad.

En cuanto a la resistencia al cambio, las mipymes pueden beneficiarse de estrategias de gestión del cambio enfocadas en comunicar claramente los beneficios de la digitalización, no solo en términos de eficiencia y competitividad, sino también en la creación de valor para el cliente y la empresa. Involucrar a los empleados en el proceso de transformación digital, ofreciendo capacitación en materia de habilidades digitales y oportunidades de desarrollo, puede aumentar su compromiso y reducir la resistencia al cambio.

La colaboración con otras empresas, instituciones educativas y organizaciones gubernamentales también puede proporcionar recursos valiosos y apoyo en el camino hacia la digitalización. Estas alianzas pueden ofrecer acceso a conocimientos especializados, tecnología y financiamiento, facilitando así la transición digital de las mipymes.

Abordar la seguridad cibernética y la resistencia al cambio requiere un enfoque integral que combine medidas de protección tecnológica con estrategias de gestión del cambio organizacional. Promover una cultura digital segura y adaptable no solo protegerá a las mipymes de riesgos cibernéticos, sino que también les permitirá navegar con éxito en el dinámico entorno digital.

IV. POLÍTICAS PÚBLICAS Y APOYO INSTITUCIONAL

Rol del Instituto Federal de Telecomunicaciones y otras entidades en el fomento de la digitalización de las mipymes.

El IFT desempeña un papel crucial en la regulación y promoción de un ecosistema de telecomunicaciones y radiodifusión competitivo y eficiente en México, según lo establecido en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR). El IFT se encarga de la administración del espectro radioeléctrico, recursos orbitales, y la supervisión de las redes públicas y servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, asegurando el acceso a infraestructura clave y promoviendo la competencia justa en estos sectores.

Este organismo también tiene la tarea de implementar políticas regulatorias que faciliten el desarrollo tecnológico y la digitalización del país, lo cual es esencial para la transformación digital de las mipymes. La LFTR destaca la importancia de garantizar una cobertura universal de servicios de telecomunicaciones, incluyendo el acceso a Internet de banda ancha, lo que es fundamental para que las mipymes puedan participar plenamente en la economía digital. La colaboración entre el IFT, el sector privado, y otras entidades gubernamentales es vital para superar los retos de conectividad y promover una inclusión digital que beneficie a todas las mipymes en el territorio nacional.

De igual forma, la Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE), juega un papel crucial en la promoción de un ambiente competitivo que beneficie tanto a consumidores como a empresas de todos los tamaños. COFECE vela por evitar prácticas anticompetitivas que podrían obstaculizar la entrada de nuevas empresas al mercado digital y asegura que las fusiones o adquisiciones no comprometan la competencia efectiva.

La labor de COFECE es complementaria a la del IFT, que regula los medios de telecomunicaciones y radiodifusión, asegurando el acceso equitativo a estas plataformas esenciales para la digitalización. Ambas instituciones, aunque con distintos enfoques, convergen en el objetivo de crear un ecosistema que promueva la innovación, la competencia justa y la inclusión digital.

Además, entidades como la Secretaría de Economía (SE) y organismos internacionales ofrecen programas de financiamiento, capacitación y asesoramiento

para las mipymes. Estos programas están diseñados para abordar desde la infraestructura tecnológica básica hasta estrategias de *marketing digital avanzadas, pasando por la ciberseguridad y la protección de datos.*

En el sector privado, las alianzas con grandes empresas tecnológicas y plataformas de comercio electrónico pueden proporcionar a las mipymes acceso a nuevas tecnologías y mercados. Estas colaboraciones suelen incluir capacitaciones en herramientas digitales, estrategias de venta en línea y optimización de la presencia digital.

La transformación digital de las mipymes requiere un enfoque holístico que integre el apoyo gubernamental, la orientación regulatoria, el fomento de la competencia y la colaboración público-privada. Solo mediante la suma de estos esfuerzos será posible superar los desafíos inherentes a la digitalización y aprovechar plenamente sus oportunidades para el crecimiento económico y la innovación en México.

Por ello, para lograr una transformación digital efectiva de las mipymes en México, es imperativo adoptar una política integral que involucre a todos los actores relevantes: entidades gubernamentales, reguladores como el IFT y COFECE, el sector privado, instituciones educativas y la sociedad civil. Esta política debe enfocarse en crear un entorno que no solo promueva la adopción de tecnologías digitales, sino que también asegure el acceso equitativo a estas herramientas, fomente una competencia justa y estimule la innovación. La colaboración entre estos actores es fundamental para superar los obstáculos de la digitalización y para garantizar que las mipymes puedan contribuir de manera significativa al crecimiento económico y al desarrollo sostenible del país. Solo mediante un enfoque colaborativo y multisectorial se podrán maximizar los beneficios de la digitalización para todas las mipymes en México, asegurando su competitividad en el mercado global.

V. TECNOLOGÍAS EMERGENTES Y SU IMPACTO

Oportunidades que ofrecen la IA, IoT, Big Data, entre otras, para las mipymes.

Es fundamental destacar la importancia de la implementación de la tecnología 5G en las redes de servicios móviles en México. La implementación de 5G es piedra angular para la transformación digital de las mipymes, ofreciendo velocidades de conexión superiores, menor latencia y la capacidad de conectar un número masivo de dispositivos simultáneamente, lo que abre un abanico de oportunidades para la innovación en servicios y productos.

El IFT ha tomado pasos significativos hacia su implementación, como lo es la conformación del Comité Técnico en materia de Despliegue de 5G en México, que busca generar un foro de interacción entre el IFT, la industria, la academia y otros sectores interesados para discutir y planificar el futuro de 5G en el país. Este Comité se encarga de elaborar contribuciones, discutir técnicas y estrategias, e intercambiar opiniones que faciliten una implementación eficaz de la tecnología 5G, lo cual es crucial para el desarrollo y despliegue efectivo de esta tecnología en México.

Además, el IFT ha lanzado el micrositio web interactivo denominado Sensor 5G (*https://sensor5g.ift.org.mx),* que ofrece información detallada sobre estudios, desarrollos, estándares tecnológicos, dispositivos y propuestas asociadas al despliegue y uso de las redes de quinta generación. Este recurso subraya el impacto potencial de la tecnología 5G en México y a nivel mundial.

La llegada de la tecnología 5G promete revolucionar el panorama tecnológico para las mipymes en México, permitiéndoles explotar nuevas posibilidades en el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), *Big Data* y la inteligencia artificial (IA), y así, impulsar su competitividad en el mercado global. La implementación de 5G se alinea con la necesidad de fortalecer la infraestructura digital del país, asegurando que las mipymes puedan beneficiarse plenamente de la digitalización y la innovación tecnológica.

La inteligencia artificial en el ámbito de las mipymes se perfila como una herramienta transformadora, capaz de optimizar procesos, personalizar la experiencia del cliente y ofrecer análisis predictivos para la toma de decisiones estratégicas. Su implementación permite a las mipymes competir en igualdad

de condiciones con grandes corporaciones, gracias a la automatización de tareas y al análisis de datos complejos que facilitan la identificación de patrones y tendencias de mercado.

Dentro de este espectro, la IA generativa, incluidos modelos como GPT (Generative Pre-trained Transformer) para textos, DALL-E para imágenes, y Codex para la generación de códigos, por mencionar algunos, está revolucionando el acceso y la aplicación de la IA. Estos modelos, capaces de crear contenido original a partir de instrucciones simples, han democratizado el acceso a la tecnología de IA, generando tanto entusiasmo como preocupación por su potencial disruptivo. Ahora, casi cualquier persona con un equipo de cómputo o teléfono inteligente y conectividad adecuada puede aprovechar estas herramientas avanzadas para innovar en sus negocios, mejorando la eficiencia, la creatividad y la toma de decisiones basada en datos, al alcance de las mipymes en México y el mundo.

El Internet de las Cosas revoluciona la forma en que las mipymes gestionan sus operaciones y servicios. Al conectar dispositivos y sensores a la red, las empresas pueden monitorear en tiempo real el desempeño de sus procesos productivos, la cadena de suministro y el comportamiento del consumidor. Esta interconectividad posibilita una gestión más eficiente de los recursos, reduce costos operativos y mejora la calidad del servicio al cliente.

En el sector agrícola, el IoT permite a las mipymes implementar sistemas de agricultura de precisión, donde sensores de humedad y temperatura del suelo pueden optimizar el riego y el uso de fertilizantes, aumentando la producción y reduciendo el impacto ambiental. Estos sistemas pueden alertar a los agricultores sobre condiciones adversas, ayudándolos a tomar decisiones proactivas para proteger sus cultivos.

Dentro del sector servicios, las mipymes pueden aprovechar el IoT para mejorar la experiencia del cliente. Por ejemplo, restaurantes y hoteles utilizan dispositivos IoT para gestionar eficientemente sus inventarios y el consumo energético, o para ofrecer experiencias personalizadas a sus clientes mediante el análisis de sus preferencias y comportamientos previos.

En el ámbito del transporte, las mipymes se benefician del IoT para el seguimiento y gestión de flotas en tiempo real, optimizando rutas y reduciendo

tiempos de entrega. Esto no solo mejora la satisfacción del cliente sino que también contribuye a la reducción de costos operativos y emisiones de carbono.

En el sector manufacturero, el IoT facilita la implementación de la manufactura inteligente, donde máquinas conectadas permiten una producción más flexible y eficiente. Los sensores pueden predecir fallos en el equipo, minimizando tiempos muertos y manteniendo la producción en marcha de manera constante.

Para las mipymes dedicadas a la artesanía, el IoT abre oportunidades para el monitoreo y control de las condiciones de almacenamiento de materiales y productos terminados, asegurando su calidad. Además, la integración de plataformas de venta en línea con sistemas IoT permite gestionar el inventario y los pedidos de manera más eficaz, ampliando su alcance de mercado.

Estos ejemplos demuestran cómo el IoT se está convirtiendo en un aliado estratégico para las mipymes de diversos sectores, permitiéndoles innovar en sus procesos, ofrecer mejores productos y servicios, y competir en un mercado globalizado. La adopción de esta tecnología es clave para que las empresas no solo sobrevivan sino prosperen en la era digital.

El *Big Data*, por su parte, se convierte en el aliado perfecto de la IA y el IoT, al proporcionar el volumen masivo de datos necesario para el análisis profundo y la generación de *insights*. La capacidad de procesar y analizar grandes conjuntos de datos permite a las mipymes entender mejor a sus clientes, optimizar sus estrategias de *marketing*, mejorar productos y servicios, e incluso predecir tendencias futuras, tomando decisiones basadas en evidencia sólida.

En cuanto a robots y automatización industrial, estos representan un avance significativo en la eficiencia y productividad de las mipymes manufactureras. La robotización de procesos no solo mejora la precisión y velocidad de producción sino que también minimiza los errores humanos y los costos asociados a la mano de obra. La integración de sistemas automatizados en la producción permite a las empresas adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y a las demandas personalizadas de los clientes, manteniendo al mismo tiempo altos estándares de calidad.

Estas tecnologías emergentes, en conjunto, ofrecen a las mipymes la oportunidad de transformar sus operaciones, incrementar su competitividad y abrir nuevas vías para el crecimiento y la innovación. La clave para su aprovecha-

miento efectivo radica en la capacidad de las empresas para adaptarse a estos cambios tecnológicos, invirtiendo en capacitación y desarrollo de habilidades digitales, así como en la actualización de su infraestructura tecnológica.

VI. ESTRATEGIAS DE CAPACITACIÓN E IMPLEMENTACIÓN

Importancia de la capacitación en marketing digital y manejo de herramientas tecnológicas.

La capacitación en marketing digital y el manejo de herramientas tecnológicas constituyen ejes fundamentales para potenciar el crecimiento y la competitividad de las mipymes en el entorno digital actual. La adopción de estas habilidades permite a las empresas no solo mejorar su presencia en línea sino también optimizar sus estrategias para alcanzar de manera eficaz a su público objetivo, incrementar sus ventas y, en consecuencia, su rentabilidad.

El IFT (2022) subraya la importancia de cerrar las brechas digitales y mejorar el acceso a servicios digitales para todos los ciudadanos, incluyendo a las mipymes, lo que resalta la necesidad de programas educativos que mejoren las habilidades digitales de la población. Esto incluye el dominio de herramientas tecnológicas y estrategias de *marketing* digital, que son cruciales para participar plenamente en la economía digital.

Por otro lado, Gallegos (2020) aborda cómo la pandemia de COVID-19 actuó como catalizador para la transformación digital, destacando la rápida adopción de tecnologías digitales por parte de las mipymes para mantener la continuidad de sus operaciones. Este escenario acelerado demuestra la urgente necesidad de capacitación en áreas específicas como marketing digital y manejo de herramientas tecnológicas para adaptarse rápidamente a los cambios y aprovechar las oportunidades en línea.

Dini, Gligo y Patiño (2021) proponen un enfoque integral para el diseño de políticas que incluya la capacitación en competencias digitales como elemento clave para la transformación digital de las mipymes. Esto implica desarrollar programas de capacitación adaptados a las necesidades específicas de las empresas, facilitando así su acceso a la información tecnológica y mejorando sus capacidades para competir en la economía digital.

La importancia de la capacitación en *marketing* digital y el manejo de herramientas tecnológicas para las mipymes no puede ser subestimada en el contexto actual, donde el entorno digital se ha convertido en un campo de batalla crucial para la captación de clientes y la expansión del mercado. La habilidad para navegar eficientemente este entorno, utilizando estrategias de *marketing* digital efectivas y herramientas tecnológicas avanzadas, es esencial para el éxito y la sostenibilidad de las empresas en la economía moderna.

El *marketing* digital ofrece una variedad de canales y técnicas, como el SEO *(Search Engine Optimization)* para mejorar la visibilidad en los motores de búsqueda, el *marketing* de contenido para atraer y retener una audiencia claramente definida, y el *marketing* en redes sociales para interactuar con los clientes y construir comunidades alrededor de la marca. Herramientas como Google Analytics y SEMrush son fundamentales para entender el comportamiento del usuario en línea y optimizar las campañas de *marketing,* mientras que plataformas como Hootsuite permiten gestionar y programar contenido en múltiples redes sociales, maximizando la eficiencia y el alcance de las acciones de *marketing*.

Además, el manejo de herramientas tecnológicas abarca desde sistemas de gestión de relaciones con clientes (CRM) como Salesforce y HubSpot, que ayudan a personalizar la comunicación y mejorar el servicio al cliente, hasta soluciones de comercio electrónico como Shopify y WooCommerce, que facilitan la venta en línea y la gestión de inventarios. Estas herramientas no solo simplifican operaciones complejas sino que también proporcionan datos valiosos para la toma de decisiones estratégicas.

La capacitación efectiva en estas áreas debe ser continua y adaptarse a las tendencias emergentes y a las necesidades cambiantes de las mipymes. Programas de formación, talleres y cursos en línea pueden ofrecer a los empresarios y sus equipos el conocimiento y las habilidades necesarias para implementar estrategias de *marketing* digital exitosas y manejar herramientas tecnológicas de forma eficiente. La inversión en capacitación no solo mejora la competitividad sino que también empodera a las mipymes para innovar, adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y aprovechar nuevas oportunidades de negocio.

Es así como la capacitación en *marketing* digital y manejo de herramientas tecnológicas es un pilar fundamental para el crecimiento y la adaptabilidad de las mipymes en la era digital. Dominar estas competencias permite a las empresas mejorar su visibilidad, *engagement* y conversión en línea, lo que se traduce en un crecimiento sostenible y una mayor participación en el mercado global.

La capacitación en tecnologías emergentes: una gran oportunidad.

La capacitación en tecnologías emergentes representa una gran oportunidad para las mipymes, permitiéndoles no solo competir en un mercado globalizado sino también innovar en sus procesos y ofertas de servicios. Como ya se ha mencionado, la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas (IoT), el *Big Data*, la robótica y la automatización industrial son algunas de las tecnologías que están remodelando el panorama empresarial, ofreciendo nuevas vías para optimizar la eficiencia, mejorar la toma de decisiones y personalizar la experiencia del cliente.

La capacitación en estas tecnologías es esencial para que las mipymes puedan adoptarlas eficazmente. Esto implica no solo comprender los aspectos técnicos, sino también cómo estas tecnologías pueden aplicarse estratégicamente para lograr objetivos comerciales específicos. Programas de formación adaptados a las necesidades de las mipymes, que combinen teoría y práctica, pueden ser particularmente efectivos. Estos programas deben ser accesibles y flexibles, aprovechando formatos en línea y presenciales para maximizar su alcance.

Además, es crucial fomentar una cultura de innovación dentro de las mipymes, donde la experimentación y la adopción de nuevas tecnologías sean incentivadas. Esto puede incluir la creación de espacios de trabajo colaborativos, el fomento de la participación en hackathons y eventos de innovación, y la colaboración con universidades y centros de investigación.

La capacitación contínua en tecnologías emergentes abre un mundo de posibilidades para las mipymes, permitiéndoles no solo mejorar sus operaciones actuales sino también explorar nuevos modelos de negocio y mercados. El éxito en este empeño requiere un enfoque coordinado que involucre al gobierno, la academia, la industria y las propias mipymes en la

creación de oportunidades de formación que sean relevantes, accesibles y alineadas con las tendencias tecnológicas globales.

Estrategias para mejorar la capacitación y el acceso a la información tecnológica.

La era actual, caracterizada por rápidos avances tecnológicos y cambios constantes en las preferencias de los consumidores, exige que las empresas, especialmente las de menor tamaño, se mantengan actualizadas y competentes en el uso de nuevas tecnologías.

Una estrategia efectiva para mejorar la capacitación en tecnología implica el desarrollo de programas de formación específicos que se ajusten a las necesidades y capacidades de las mipymes. Esto puede lograrse mediante la colaboración entre instituciones educativas, organismos gubernamentales y el sector privado, para ofrecer cursos, talleres y seminarios tanto en línea como presenciales, cubriendo temas desde fundamentos de informática hasta el uso avanzado de software específico de la industria.

Otro aspecto crucial es el acceso a la información tecnológica. Las mipymes deben tener fuentes confiables de información y orientación sobre las últimas tendencias y herramientas tecnológicas. La creación de portales web, blogs especializados, y comunidades en línea donde los empresarios pueden compartir experiencias, resolver dudas y obtener consejos prácticos, puede ser de gran ayuda para mantenerse al día con los desarrollos tecnológicos.

Además, la implementación de programas de mentoría y asesoramiento tecnológico personalizado puede proporcionar a las mipymes la orientación necesaria para seleccionar e implementar las soluciones tecnológicas más adecuadas para sus negocios. Estos programas pueden ser liderados por expertos en tecnología y negocios digitales, ofreciendo una asistencia más directa y enfocada a las necesidades específicas de cada empresa.

La adopción de modelos de aprendizaje mixto, que combinan la educación en línea con sesiones presenciales, puede ofrecer una solución flexible y accesible para las mipymes que buscan mejorar sus habilidades tecnológicas. Estos modelos permiten a los empresarios y a sus equipos aprender a su propio ritmo y según sus propios horarios, reduciendo así las barreras para acceder a la capacitación.

Es así que la mejora de la capacitación y el acceso a la información tecnológica requiere un enfoque multidisciplinario que considere tanto la diversidad de necesidades de las mipymes como la velocidad del cambio tecnológico. Al implementar estrategias que promuevan la educación continua, el apoyo personalizado y el intercambio de conocimientos dentro de la comunidad empresarial, las mipymes pueden superar los desafíos de la digitalización y aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la tecnología.

El gobierno de los datos.

"El gobierno de los datos" es un concepto clave que refiere al conjunto de procesos, políticas, estándares y métricas que aseguran el uso eficaz y eficiente de la información en una organización, permitiéndole alcanzar sus objetivos. Este marco de trabajo abarca desde la calidad y la integridad de los datos hasta la privacidad, seguridad y cumplimiento de las regulaciones. Su implementación es esencial para garantizar que los datos sean accesibles, precisos, seguros y utilizados de manera responsable dentro de la empresa.

La implementación del gobierno de datos dentro de una organización comienza con el establecimiento de una estructura de liderazgo, normalmente a través de un comité de gobierno de datos o un rol específico como el de un Oficial de Datos. Este liderazgo debe trabajar para definir claramente las políticas y los procedimientos que regirán la gestión de datos, incluyendo quién puede acceder a los datos, cómo se pueden utilizar y compartir, y cómo se asegurará su calidad y seguridad. Este proceso también implica la creación de un catálogo de datos que clasifique y describa los activos de datos disponibles, facilitando su búsqueda y utilización.

La importancia del gobierno de datos para el éxito de una implementación de tecnologías digitales radica en su capacidad para asegurar que los datos, que son el corazón de muchas de estas tecnologías, sean manejados de manera que maximice su valor para la organización. Una gestión eficaz de los datos puede llevar a una mejor toma de decisiones, optimización de procesos, innovación y competitividad. Por ejemplo, en proyectos de Big Data o IA, la calidad y la integridad de los datos son fundamentales para obtener resultados precisos y confiables. Sin un gobierno de datos sólido, las organizaciones

corren el riesgo de basar decisiones en información incorrecta o incompleta, lo que puede llevar a errores costosos.

El involucramiento de los más altos niveles de la organización es crucial en este proceso. El compromiso y el apoyo del liderazgo no solo facilitan la asignación de recursos necesarios para implementar el gobierno de datos sino que también promueven una cultura organizacional que valora la información como un activo estratégico. Esto incluye fomentar la formación continua y el desarrollo de habilidades en gestión de datos para los empleados, asegurando así que toda la organización comprenda y contribuya a los objetivos del gobierno de datos.

El gobierno de los datos es un componente esencial para el éxito de la transformación digital de las mipymes. Proporciona un marco necesario para gestionar los datos de manera que se potencie su valor, se asegure su seguridad y se cumpla con las normativas, lo cual es indispensable para aprovechar al máximo las oportunidades que las tecnologías digitales ofrecen.

Estrategias de implementación.

Para el desarrollo efectivo de estrategias de implementación tecnológica en las mipymes, es esencial considerar un enfoque que abarque desde la comprensión profunda de las necesidades específicas de cada empresa hasta la adopción práctica y sostenible de soluciones tecnológicas. Este enfoque debe iniciar con un diagnóstico detallado que identifique tanto las áreas de oportunidad como los posibles retos que la implementación de nuevas tecnologías pueda presentar.

Una vez identificadas las necesidades y retos, la elaboración de un plan de implementación personalizado se convierte en el siguiente paso crítico. Este plan debe establecer objetivos claros, tiempos de ejecución realistas y métricas de éxito que permitan evaluar el impacto de la tecnología en la operación y crecimiento de la empresa. La participación activa de todos los niveles de la organización es fundamental durante este proceso, asegurando que el equipo entienda y se comprometa con la transformación digital propuesta.

La selección de las tecnologías adecuadas es otro aspecto clave. Las mipymes deben enfocarse en soluciones que no solo se alineen con sus objetivos de negocio sino que también sean escalables y flexibles, permitiendo

adaptaciones futuras conforme a la evolución de la empresa, del mercado y, por supuesto, de las tecnologías digitales. La colaboración con proveedores de tecnología y consultores especializados puede ser de gran ayuda para tomar decisiones informadas en este aspecto.

La capacitación y el desarrollo de habilidades digitales dentro de la empresa son indispensables para asegurar una adopción efectiva de las tecnologías seleccionadas. Programas de formación diseñados a medida pueden facilitar el aprendizaje y la actualización continua del equipo, maximizando así el potencial de las herramientas tecnológicas implementadas.

Finalmente, la monitorización y evaluación continuas son cruciales para garantizar que la implementación tecnológica alcance los resultados esperados. Establecer un sistema de retroalimentación que permita ajustar y optimizar las estrategias de implementación en función de los datos recabados y las experiencias obtenidas, asegurará que las mipymes no solo adopten tecnología de manera efectiva sino que también mantengan su competitividad en un entorno empresarial cada vez más digitalizado.

Este enfoque integral hacia la implementación tecnológica subraya la importancia de una planificación cuidadosa, la elección adecuada de tecnologías, el compromiso organizacional, la capacitación continua y la evaluación constante, elementos todos ellos que juntos facilitan una transformación digital exitosa y sostenible para las mipymes.

La adopción de tecnologías digitales y el gobierno de datos requieren de un liderazgo fuerte que promueva una cultura de innovación y transformación digital, asegurando que todos los miembros de la empresa comprendan su valor y contribuyan a la estrategia digital general. Este compromiso desde la dirección garantiza la alineación de los objetivos tecnológicos con los estratégicos de la empresa, maximizando así el retorno de inversión en tecnología y fomentando un ambiente propicio para la adaptación al cambio y la innovación continua.

Cuidado, no todo debe digitalizarse.

La transformación digital, si bien presenta un panorama lleno de oportunidades para las mipymes, también requiere de un enfoque meditado y estratégico. No todos los procesos dentro de una empresa necesitan ser digitalizados, y la

decisión de hacerlo debe basarse en un análisis cuidadoso de las necesidades reales, los beneficios esperados y, sobre todo, la viabilidad financiera. Las mipymes deben ser especialmente cautelosas al elegir qué aspectos de su negocio llevar al ámbito digital, ya que los recursos económicos son limitados y deben ser administrados de manera que promuevan el crecimiento sostenible y la estabilidad de la empresa.

La adopción de tecnología no debe ser impulsiva ni motivada únicamente por la tendencia hacia la digitalización. Es crucial evaluar cómo cada herramienta o solución tecnológica se alinea con los objetivos específicos del negocio y qué impacto tendrá en la operatividad y rentabilidad de la empresa. En muchos casos, puede ser más beneficioso enfocarse en mejorar y optimizar los procesos existentes antes de considerar su digitalización.

Implementar cambios tecnológicos por fases es una estrategia prudente que permite a las mipymes gestionar mejor sus recursos y evaluar el impacto de cada innovación. Este enfoque gradual no solo facilita la adaptación del personal y la infraestructura existente sino que también permite realizar ajustes basados en el *feedback* y los resultados obtenidos en cada etapa.

Es imperativo que las mipymes mantengan una visión crítica y selectiva sobre la digitalización, reconociendo que el verdadero valor de la tecnología radica en su capacidad para servir efectivamente a los objetivos del negocio. La colaboración con asesores tecnológicos y financieros puede ser invaluable para navegar el complejo panorama digital, asegurando que las decisiones tomadas fortalezcan la empresa y contribuyan a su éxito a largo plazo.

VII. VISIÓN A FUTURO Y RECOMENDACIONES

Propuestas para mejorar el entorno digital de las mipymes.

Para mejorar el entorno digital de las mipymes en México, es esencial adoptar una serie de propuestas orientadas a crear un ecosistema más inclusivo y dinámico. Estas iniciativas deben enfocarse en tres ejes principales: acceso a la tecnología, capacitación y fomento de la innovación, y desarrollo de políticas públicas adaptativas.

El primer paso hacia un entorno digital más favorable para las mipymes implica asegurar un acceso equitativo a tecnologías digitales avanzadas. Esto significa no solo facilitar la adquisición de *hardware* y *software* sino también garantizar la conectividad a internet de alta velocidad a precios accesibles. Las alianzas entre el gobierno y el sector privado pueden ser cruciales para implementar programas de subsidios o financiamiento que permitan a las mipymes adquirir la infraestructura tecnológica necesaria sin comprometer su estabilidad financiera.

La capacitación en habilidades digitales y tecnológicas es otro pilar fundamental para la transformación digital de las mipymes. Los programas de formación deben ser diseñados para cubrir desde los aspectos más básicos de la alfabetización digital hasta habilidades más avanzadas como el análisis de datos, la ciberseguridad y el marketing digital. Estas iniciativas de capacitación deben ser flexibles y accesibles, ofreciendo opciones en línea y presenciales que se adapten a las necesidades y horarios de los empresarios y sus empleados.

Por último, el desarrollo e implementación de políticas públicas que promuevan la digitalización de las mipymes son cruciales. Estas políticas deben abordar no solo el aspecto tecnológico sino también crear un marco legal y regulatorio que facilite la innovación, proteja los datos personales y fomente la competencia efectiva. La colaboración entre diferentes niveles de gobierno, la academia, la sociedad civil y el sector privado es esencial para identificar y superar los obstáculos a la digitalización y para garantizar que las políticas implementadas respondan efectivamente a las necesidades del sector mipyme.

A través de estas propuestas, se busca no solo aumentar la adopción de tecnologías digitales entre las mipymes sino también maximizar los beneficios que la digitalización puede ofrecer en términos de eficiencia operativa, acceso a nuevos mercados y capacidad de innovación. La implementación exitosa de estas estrategias requiere un compromiso continuo y coordinado de todos los actores involucrados, asegurando así que las mipymes mexicanas puedan navegar con éxito la transformación digital y fortalecer su contribución al desarrollo económico del país.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

CONCANACO. 2024. "*Estudio: digitalización de la pymes en México". México: Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo de los Estados Unidos Mexicanos.*

Gallegos, Rodrigo. 2020."La digitalización de las pymes: propuestas de solución para la recuperación económica post-COVID". México: Wilson Center, Mexico Institute.

IFT. 2022. "Cuarta Encuesta 2022. Usuarios de Servicios de Telecomunicaciones micro, pequeñas y medianas empresas". México: Instituto Federal de Telecomunicaciones.

IFT. 2023. "Contratación, percepción y uso del Internet fijo y telefonía fija en las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) para realizar actividades de importación y/o exportación". México: Instituto Federal de Telecomunicaciones.

INEGI. 2020. "Censos Económicos (2019). Micro, pequeña, mediana y gran empresa: estratificación de los establecimientos". México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

M. Dini, N. Gligo y A. Patiño. 2021. "Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/99), Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

OECD et al. 2020. "Perspectivas económicas de América Latina 2020: Transformación digital para una mejor reconstrucción". París: Organization for Economic Co-operation and Development.

AUTORES

Araujo Loredo, Oscar Daniel

PROFESOR DE LA FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM

Maestro en economía por la UNAM. Actualmente es docente para la materia "Desarrollo económico" y "Estructura económica mundial" que se imparte en la Facultad de Economía. Sus líneas de investigación son: cambio tecnológico, instituciones y ciclo económico. Es autor del capítulo "López Obrador y el Gobierno de la cuarta transformación: raíces formativas y pensamiento estratégico", del libro La economía de la 4a Transformación (2021). Coautor del libro "El capitalismo del Quinto Kondratiev" publicado por el Fondo de Cultura Económica en 2023.

Balderrama Santander, Renato

PROFESOR, DIVISIÓN DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO CIDE, COORDINADOR NACIONAL, ALADDA MÉXICO

Director de la Korea Foundation Global e-School program para América Latina, ambos desde 2013 a la fecha. Ha sido director ejecutivo del Instituto Asia Pacífco del sistema Tecnológico de Monterrey. Es Doctor en Ciencias Sociales por el Tecnológico de Monterrey. Ha sido profesor invitado en diversas universidades de México, así como del extranjero; entre otros: China, Corea, Japón, Hong Kong, Macau, Tailandia, España, Alemania, Estados Unidos, Canadá, Chile y Colombia. Es asesor de varias empresas y cámaras de comercio de México y América Latina para temas de Asia. Es editorialista invitado en varios diarios y revistas nacionales sobre temas de Asia. Ha publicado diversos libros, capítulos de libro, trabajos en revistas científcas sobre cultura corporativa en el Este de Asia, clúste industriales y zonas económicas especiales en China y Corea, relaciones comerciales Asia-América Latina, así como sobre política industrial, innovación y emprendimiento en Asia.

Bárbara Bavoleo

INVESTIGADORA DEL CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS (CONICET)

Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Buenos Aires; maestra en Estudios de Asia y *África con especialidad en Corea por El Colegio de México, y licenciada en Ciencia Política por la* Universidad de Buenos Aires. Ha realizado estudios de idioma coreano en Ewha Womans University en Seúl, Corea del Sur y de perfeccionamiento en el Geneva Graduate Institute en Ginebra, Suiza. Es profesora

permanente de los programas de Maestría y Doctorado del Instituto de Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional de La Plata, de la Maestría en Relaciones Internacionales de la Universidad Austral y de la Maestría en Estudios Coreanos de la Universidad Central de Chile. Es investigadora adjunta de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas con sede de trabajo en el Instituto de Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional de La Plata, donde coordina el Centro de Estudios Coreanos, del Departamento de Asia y el Pacífico desde 2013. Es miembro del comité académico del Doctorado en Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional de La Plata.

Basave Kunhardt, Jorge

INVESTIGADOR TITULAR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS (IIE) DE LA UNAM, TUTOR DEL PROGRAMA DE POSGRADO Y PROFESOR DE POSGRADO EN ECONOMÍA, UNAM, FUNDADOR DE LA REVISA ECONOMÍA, UNAM Y MIEMBRO DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES (SNI).

Doctor en economía por la Universidad Nacional Autónoma de México, investigador titular del Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc) de la UNAM del que fue director en los períodos 2002 a 2006 y 2006 a 2010. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores; coordinador de los proyectos: Grupos empresariales en México, variables financieras y análisis de tendencias y Comportamiento de los grupos empresariales mexicanos en su etapa de internacionalización. Coordinador del Acervo de Variables Financieras en el IIEc. Coordinador del Seminario de Economía Mexicana del IIEc desde 2018. Fundador de la Revista Economía UNAM. Profesor en el Posgrado de Economía de la UNAM. Tutor en los posgrados de Economía y de Comercio y Administración de la UNAM. Miembro del Programa de Globalización, Conocimiento y Desarrollo en la UNAM.

Berasaluce Iza, Julen

PROFESOR-INVESTIGADOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS DE EL COLEGIO DE MÉXICO (COLMEX)

Licenciado en Economía por la Universidad del País Vasco. Erasmus Mundus Master en Economía Cuantitativa por la Université Paris-1 Panthéon-Sorbonne y la Universitat Autónoma de Barcelona y Doctor en Economía por la Universitat Autónoma de Barcelona. Actualmente es profesor Investigador del Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores. Está especializado en temas de política industrial y experiencias de desarrollo en países asiáticos. Autor y coordinador de diversas obras entre las que destacan: *Hacia una nación digital*. La importancia de la sostenibilidad y la tecnología 5G en el desarrollo industrial; De la revolución industrial a la revolución digital. Hacia una agenda digital para México; Estado desarrollador. Casos exitosos y lecciones para México; Corea y México. Dos estrategias de crecimiento con resultados dispares. Es Consejero del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C. (INADI).

Bonilla Bermúdez, German

EXPERTO A LARGO PLAZO DEL PROYECTO DE COOPERACIÓN “ASOCIACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL SOSTENIBLE ALEMANIA - ALIANZA DEL PACÍFICO” (PAGSID) DE LA CONFEDERACIÓN DE LA INDUSTRIA ALEMANA (BDI)

Maestro en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción por la Universidad Técnica de Aquisgrán (RWTH Aachen University, Alemania) e Ingeniero Mecánico Administrador por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Monterrey. Ha sido profesor del ITESM y consultor para empresas extranjeras en proyectos de inversión en México y para PyMEs locales en temas de planeación estratégica, innovación, gestión de la tecnología e industria 4.0. Del 2013 al 2019 se desempeñó como Coordinador del Programa Clústeres Tecnológicos del proyecto “Asociación para la Innovación Alemania–México/Alianza del Pacífico” de la Federación de la Industria de Baden-Württemberg (LVI) y de la Confederación de la Industria Alemana (BDI) para la implementación de elementos de una política de innovación sustentable en cooperación con Clústeres de los sectores automotriz, aeroespacial, médico, TIC y tecnologías medioambientales. Actualmente es Experto a Largo Plazo del proyecto de cooperación “Asociación para el Desarrollo Industrial Sostenible Alemania - Alianza del Pacífico” (PAGSID) de la Confederación de la Industria Alemana (BDI). Además es socio-fundador de la Oficina de Transferencia de Tecnología KIT HUB S.C. especializada en Industria 4.0 y en programas de desarrollo industrial sostenible.

Cabrera Espinosa, Carlos

INVESTIGADOR ECONÓMICO Y COORDINADOR DE DIÁLOGO ECONÓMICO E INTERNACIONAL DE LA FUNDACIÓN FRIEDRICH- EBERT-STIFTUNG MÉXICO

Maestro en economía por la Universidad Humboldt de Berlín, y actualmente se desempeña Coordinador del Diálogo Económico en la Fundación Friedrich Ebert. Su experiencia incluye la publicación y coordinación de diversas obras centradas en el desarrollo productivo sostenible. A lo largo de los últimos siete años, ha coordinado variados espacios de diálogo sobre este tema, involucrando a actores del sector público y privado, la academia y la sociedad civil. Próximamente, lanzará una publicación que recopila las discusiones y conclusiones surgidas de una serie de mesas sobre este tema, llevadas a cabo en colaboración con la CEPAL a lo largo del 2023.

Castañón Ibarra, Rosario

INVESTIGADORA NACIONAL Y EX DIRECTORA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LA UNAM

Investigadora Nacional. Ingeniera Química, Maestra en Ingeniería (Planeación) y Doctora en Administración de Organizaciones; todos sus grados fueron obtenidos en la Universidad Nacional Autónoma de México. Es académica del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la UNAM; ha impartido cursos relacionados con la gestión de la innovación tecnológica, a nivel maestría y doctorado en la UNAM, así como en otras Universidades. También ha sido profesora en diplomados y cursos cortos organizados por diferentes instituciones a nivel nacional. Su trabajo de investigación se ha enfocado en temas tales como inteligencia tecnológica competitiva, vinculación universidad-industria, transferencia de tecnología, gestión del conocimiento y gestión de la propiedad intelectual. En esta última área fue, de 2007 a 2010, la coordinadora de la RED Iberoamericana para el Fortalecimiento de la Cultura de la Propiedad Intelectual. De agosto de 2008 a febrero de 2012 fue Directora de Transferencia de Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escobar Briones, Rebeca

TITULAR DEL CENTRO DE ESTUDIOS, IFT

Titular del Centro de Estudios del IFT desde agosto de 2019. Se incorporó al Instituto Federal de Telecomunicaciones en 2015 como Investigadora en Competencia Económica. En 2013 y 2016 fue candidata a Comisionada del IFT y COFECE. Su trayectoria laboral incluye diversos cargos en la Comisión Federal de Competencia, donde se desempeñó como Directora General de Regulación y Privatización, Directora General de Asuntos Internacionales y Directora General Adjunta de Estudios Económicos, entre otros. Es socia fundadora de Conectadas. Es experta en temas sobre la competencia, telecomunicaciones y los mercados digitales y ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales. Ha impartido cursos en materias como competencia económica y organización industrial en la Universidad Panamericana, UNAM e ITAM. Es Maestra en Política Pública (ITAM), cuenta con un posgrado en Administración de empresas por la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica), es licenciada en economía por el ITAM.

García Veiga, Josué

PROFESOR EN LA FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM Y MIEMBRO INVESTIGADOR DEL LABORATORIO DE ESTUDIOS SOBRE EMPRESAS TRANSNACIONALES (LET) DEL OBSERVATORIO LATINOAMERICANO DE GEOPOLÍTICA (OLAG) EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS (IIE) DE LA UNAM

Maestro en estudios latinoamericanos y especialista en economía ambiental y ecológica por la UNAM. Actualmente es miembro del Observatorio Latinoamericano

de Geopolítica y del Laboratorio de Estudios sobre Empresas Transnacionales en el Instituto de Investigaciones Económicas. Sus líneas de investigación son: corporaciones transnacionales, economía mundial, bifurcación sistémica, ecología política y tecnologías digitales. Coautor del libro "El capitalismo del Quinto Kondratiev" publicado por el Fondo de Cultura Económica en 2023.

Guizar, Víctor Manuel

ESPECIALISTA INTERNACIONAL EN PROPIEDAD INTELECTUAL. CONSEJERO DEL INSTITUTO PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL Y LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL (INADI).

Experto en propiedad intelectual con más de 20 años de experiencia en la materia, tanto a nivel nacional e internacional. Actualmente, funge como Consejero de la Oficina para América Latina y el Caribe de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), organismo especializado del Sistema de Naciones Unidas (ONU) con sede en Ginebra, Suiza (2007 a la fecha). Es Académico de la Facultad de Derecho de la UNAM y miembro del Consejo Directivo del INADI (Instituto Nacional para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital A.C). Previamente, se ha desempeñado como Director Protección contra la Violación del Derecho de Autor, INDAUTOR, México (2001-2007). A lo largo de su trayectoria académica y profesional, ha representado al Gobierno de México, y a la OMPI, en reuniones multilaterales, foros y negociaciones comerciales en materia de propiedad intelectual en Asia, África, Europa, Estados Unidos y América Latina. Ha sido Delegado de México en el Grupo de Expertos de Propiedad Intelectual del Mecanismo de Cooperación Asia-Pacifico (APEC). Ha sido electo Vice-Presidente del Comité Intergubernamental de la Convención de Roma sobre la Protección de los Artistas Intérpretes o Ejecutantes, los Productores de Fonogramas y los Organismos de Radiodifusión (UNESCO, Paris, 2005); Vice-Presidente de las Asambleas del Tratado de la OMPI sobre Interpretación o Ejecución y Fonogramas (Ginebra 2003) y del Tratado de la OMPI sobre Derecho de Autor (Ginebra, 2002).

Gutiérrez Cruz, Francisco

EXDIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE EVALUACIÓN Y CONTROL DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL (IMSS)

Doctor en política pública por la escuela de gobierno del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel "1". posee la maestría en gobierno y asuntos públicos por la facultad latinoamericana de ciencias sociales (FLASCO-México). cuenta con un diplomado en econometría y es licenciado en economía, ambos por la facultad de economía de la unam. tiene más de 14 años de experiencia en el sector público y gubernamental, en el cual ha trabajado desde 2004. fungió como enlace de alta responsabilidad en el instituto federal electoral (ahora ine); en la subsecretaría de educación básica de la secretaría de educación pública (SEP) fue responsable del enlace con la comisión nacional de libros de texto gratuitos (CONALITEG).

Jaramillo, Artemisa

DOCTORA EN COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR DIGITAL
POR LA UNIVERSIDAD DE DUBLÍN.

Doctora en Comportamiento del Consumidor Digital por la Universidad de Dublín(DCU). La revista Wired la reconoció como influencial por su contribución al ecosistema de innovación tecnológica y educativa del Medio Oriente en 2020. En 2019 recibió la distinción “Por la Construcción de una Nación Digital” del Gobierno de Arabia Saudita por el desarrollo de la estrategia nacional de alfabetización digital. En 2017 y 2016, el “Premio por Excelencia en Enseñanza” por la Universidad de Dublín. En 2015 recibió el prestigioso reconocimiento “QS Reimaginando la Educación” de la Universidad de Wharton, conocidos como los óscares de la educación.

Juárez, Beatriz

PROFESORA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DE LA FACULTAD DE DERECHO, UNAM

Doctora en Derecho (UNAM) con Maestría sobre China (El Colegio de México) y un Fellowship en la Universidad de Renmin (China). Ha sido docente en la Universidad de Shanxi (Shanxi, China) y en el Posgrado de Derecho de la UNAM. Tiene más de 15 años de experiencia en investigación multidisciplinaria sobre China como centro normativo y familiarizada con el sistema jurídico-político y académico chino. Ha publicado artículos, capítulos de libros y presentado ponencias a nivel nacional e internacional; prepara el libro Introducción al derecho en China. Cuenta con un nivel de chino intermedio-avanzado (HSK4), permitiéndole analizar fuentes en chino.

López Aymes, Juan Felipe

INVESTIGADOR EN EL CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES
MULTIDISCIPLINARIAS (CRIM), UNAM E INVESTIGADOR DEL SISTEMA NACIONAL
DE INVESTIGADORES (SNI)

Doctor en Relaciones Internacionales por la Universidad de Sussex, Reino Unido; maestro en Estudios Internacionales por la Universidad Yonsei, Corea, y licenciado en Relaciones Internacionales por la FCPyS de la UNAM. Investigador en el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM, donde participa en el programa “Cambio Mundial, Globalización y Desarrollo”. Investigador nivel II del SNI del CONAHCYT. Autor del libro “Corea del Sur: economía política del cambio institucional”, CDMX: El Colegio de México (2015) y coordinador de dos libros: “Contención y mitigación de la Covid-19 en Asia del Pacífico: programas y acciones clave durante 2020”, Cuernavaca: CRIM-FCPyS (2022) y “Setenta años de la guerra de Corea: el armisticio y las complejidades geopolíticas de un conflicto inconcluso”, Cuernavaca: CRIM (2024).

Lujano López, José Benjamín

PROFESOR EN LA FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM
E INVESTIGADOR EN TEMAS SOCIOECONÓMICOS

Egresado del doctorado en economía por la UNAM. Actualmente es profesor en la licenciatura y posgrado de la Facultad de Economía en la misma universidad. Ha realizado estancias de investigación en la Universidad de Manitoba, Canadá, y en la Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina. Sus líneas de investigación son: globalización, cambio tecnológico e institucional, acumulación de capital y consecuencias socioambientales, desarrollo económico y mundo laboral. Es coautor del libro "El capitalismo del Quinto Kondratiev" publicado por el Fondo de Cultura Económica en 2023 y del libro "El sismo del 19 de septiembre de 2017 y sus repercusiones en la vivienda en la Ciudad de México" publicado por la UNAM y reimpreso en 2022.

Montiel Martínez, Paty A.

ESPECIALISTA EN TEMAS ECONÓMICOS. CANDIDATA NACIONAL
DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES DEL CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES, CIENCIAS, Y TECNOLOGÍAS (CONACYT).

Doctora en Ciencias Políticas y Sociales por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México. Maestra y Licenciada en Economía por parte de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como especialista en Historia del Pensamiento Económico por parte de la misma institución. Ha participado en proyectos de investigación relacionados a la industria electrónica e informática en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, y ha sido Profesora de Asignatura desde 2009 en la Facultad de Economía. Miembro del Programa de Globalización Conocimiento y Desarrollo (PROGLOCODE). Dentro de sus líneas de investigación y estudio están: Estado y Desarrollo. Estado y Asociación Compleja en los "sistemas de innovación". Globalización y Redes de Producción Global. Economía Solidaria. Es distinguida como Candidata Nacional del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias, y Tecnologías (CONACYT).

Moreno Brid, Juan Carlos

PROFESOR DE LA FACULTAD DE ECONOMÍA Y TUTOR DE MAESTRÍA
Y DOCTORADOEN EL PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA, UNAM
Y CONSEJERO DEL INSTITUTO PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL Y LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL (INADI)

Profesor Titular C de la Facultad de Economía (UNAM), Tutor de doctorado y maestría en campos de conocimiento de Desarrollo Económico e Historia Económica. Investigador Nacional (SNI-III, 2024-29). De 2000 a abril de 2015 fue Director

Adjunto y Coordinador de Investigación de la Sede en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL-ONU), donde se incorporó después de cinco años como Investigador Asociado del David Rockefeller Center for Latin American Studies de la Universidad de Harvard. Conferencista en numerosos foros de académicos, de funcionarios de alto nivel, legisladores y representantes de la sociedad civil en diversos países. Miembro del Grupo Nuevo Curso de Desarrollo (UNAM), International Development Economics Associates (IDEAS), Trinity College Cambridge University, y Cofundador de la World Economics Association la segunda mayor organización de economistas a nivel mundial y que hoy cuenta con más de 14,000 afiliados.

Narváez, Patricia

ESPECIALISTA EN COOPERACIÓN INTERNACIONAL
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE CON EXPERIENCIA
EN CAMBIO CLIMÁTICO Y FINANZAS SOSTENIBLES

Especialista en cooperación internacional para el desarrollo sostenible, con una trayectoria de 10 años en el sector público y privado. Su experiencia abarca áreas como financiamiento climático y desarrollo urbano sostenible. Actualmente, cursa la Maestría en Cooperación Internacional para el Desarrollo en el Instituto de Investigaciones José María Luis Mora.

Negrete, Jorge Fernando

PRESIDENTE DE DIGITAL POLICY & LAW GROUP

Es uno de los analistas del sector de las telecomunicaciones más destacados en América Latina; es abogado por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Fue presidente de la Asociación Mexicana de Derecho a la Información A.C. (AMEDI). Es socio presidente de Digital Policy & Law Group, uno de los grupos consultores y medios más influyentes en América Latina en el área de políticas públicas, regulación de las Telecomunicaciones y Tecnologías de la información. Ha sido profesor de Teoría del Estado, Derecho Administrativo, Instituciones de Derecho Público y Derecho de la Comunicación en la UNAM, ITAM, de la Universidad La Salle y la Universidad Anáhuac del Sur. Su actividad académica y práctica profesional se desarrolla en el Derecho de la Comunicación, la regulación y la política pública de la tecnología digital, la propiedad intelectual, propiedad industrial y transferencia de tecnología. Ha presentado conferencias en Brasil, España, Alemania, Costa Rica, Colombia, China, Suecia y Argentina entre otros países. Es curador de los foros sobre tecnología digital: México 5G, Colombia 5G, Brasil 5G, Chila 5G y la frontera de la regulación digital.

Oropeza García, Arturo

PRESIDENTE DEL INADI E INVESTIGADOR DEL INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS DE LA UNAM

Doctor en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Investigador permanente del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Actual Presidente del Instituto para el Desarrollo Industrial y la Transformación Digital (INADI). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de México. Miembro fundador del Centro de Estudios China-México (CECHIMEX), del Consejo Nacional de Universitarios por una Nueva Estrategia de Desarrollo (CNU) y del Programa de Estudios sobre Asia y África de la Universidad Nacional Autónoma de México (PUEAA). Miembro del Comité Editorial de China Global Review. Árbitro del Sistema de Controversias del MERCOSUR designado por Brasil según el Protocolo de Olivos. Especialista en China y Asia del Este y en temas de integración y comercio internacional. Ha sido conferencista y profesor invitado en diversas universidades e instituciones académicas alrededor del mundo, entre ellas: la Academia China de Ciencias Sociales de Beijing, China; la Universidad Nacional de Derecho de Bangalore, India; la Universidad de Chuo, Japón; Universidad Soongsil, Corea del Sur; Universidad Autónoma de Lisboa, Portugal; Universidad de Montreal, Canadá; Universidad de Johannesburgo, Sudáfrica; la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB) en España; la Organización de Estados Americanos (OEA); Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), Uruguay; la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Chile; entre otros. Es autor y coordinador de más de 43 libros sobre globalización, integración y comercio internacional, especializándose en los temas de China, Asia Oriental y Sudeste Asiático, entre sus últimas publicaciones se encuentran: "*Nearshoring. La oportunidad de un nuevo desarrollo económico y social para México", "El T-Mec en el marco de la confrontación China-Estados Unidos" y "The Role of the Southeast Asian Nations".*

Páez, Efrén

ECONOMISTA, MAESTRO EN GESTIÓN TECNOLOGÍA
Y ANALISTA SENIOR DE DPL GROUP

Es Economista por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), Maestro en Gestión tecnológica y analista Senior de DPL Group. Ha colaborado en estudios de mercado y proyectos académicos en temas relacionados con tecnología y telecomunicaciones. Su experiencia incluye investigación sobre el mercado de aplicaciones móviles, perfiles de empresas de tecnología y telecomunicaciones, análisis comparativo de ofertas de espectro, análisis regulatorio y de políticas, entre otros.

Peñaloza, Christian

DIRECTOR EJECUTIVO DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS EMERGENTES MIRAI INNOVATION EN OSAKA Y CIENTÍFICO INVESTIGADOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE TELECOMUNICACIONES AVANZADAS EN KIOTO, JAPÓN

Doctor en neurociencia cognitiva aplicada a la robótica por la Universidad de Osaka y especialista en robótica, inteligencia artificial y neurotecnología. Actualmente, es director ejecutivo del Instituto de Investigaciones en Tecnologías Emergentes Mirai Innovation en Osaka y científico investigador del Instituto de Investigaciones de Telecomunicaciones Avanzadas en Kioto, Japón. En el 2016 la revista MIT Technology Review reconoció al Dr. Peñaloza como "Innovador del Año". En el 2018 y 2019, recibió el premio de "Excelencia a la Investigación" del mismo instituto de Kioto. En el 2018, el gobierno mexicano le dio el reconocimiento de "Mexicano Distinguido" y en el 2021, la academia de ciencias de Nueva York reconoció al Dr. Peñaloza como uno de los 60 jóvenes investigadores alrededor del mundo con las carreras más prometedoras.

Peralta Higuera, José Luis

DIRECTOR GENERAL DE LA OFICINA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL IFT

Ingeniero con más de 38 años de experiencia en áreas relacionadas con las Telecomunicaciones y las Tecnologías de Información en el Gobierno Federal y la iniciativa privada. Actualmente encabeza la Coordinación de Transformación Digital del Instituto Federal de Telecomunicaciones. Fue nombrado Comisionado de la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones por el Presidente Vicente Fox Quezada en mayo de 2006, cargo que ocupó hasta septiembre de 2013. En 2014, fundó Entuizer, una firma de consultoría especializada en regulación en telecomunicaciones, donde asesoró a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en la implementación de reformas constitucionales de 2013. También dirigió proyectos de asesoría para el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), incluyendo auditorías externas y la elaboración de especificaciones técnicas para la Portabilidad Numérica. En 2018, como socio fundador de Plan A, participó en la licitación pública de la Red Troncal para expandir la cobertura de servicios de alta capacidad de transferencia de datos en México utilizando la fibra óptica oscura de la CFE. En junio de 2019, fundó Cierte Consulting, una firma especializada en consultoría estratégica y desarrollo de negocios en telecomunicaciones y transformación digital.

Pérez Benítez Noel

COORDINADOR DE LA UNIDAD DE ASUNTOS FISCALES
EN LA DIVISIÓN DE DESARROLLO ECONÓMICO DE LA COMISIÓN ECONÓMICA
PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL)

Es Maestro en Políticas Públicas por la Universidad de Chicago y Licenciado en Economía por la Universidad de Pennsylvania. Previamente asumió funciones técnicas en el sector público mexicano, en el Instituto Belisario Domínguez del Senado, en el Instituto Mexicano del Seguro Social, en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y en la Secretaría de Desarrollo Social. Así como en el Departamento de Finanzas Públicas del Fondo Monetario Internacional.

Rivera Ríos, Miguel Ángel

PROFESOR TITULAR EN LA FACULTAD DE ECONOMÍA Y TUTOR DEL
PROGRAMA DE POSGRADO, UNAM, MIEMBRO DEL SISTEMA NACIONAL DE
INVESTIGADORES (SNI) Y MIEMBRO DE NÚMERO DE LA ACADEMIA MEXICANA
DE ECONOMÍA POLÍTICA

Doctor en economía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y posdoctor en historia por la Universidad de California, Estados Unidos. Actualmente es profesor de la Facultad de Economía y tutor del programa de Posgrado en Economía de la UNAM. Sus líneas de investigación son: globalización, cambio tecnológico e institucional, desarrollo económico, determinantes internacionales, ciclo global y crisis, así como perspectivas del capitalismo ante el estancamiento secular. Es coautor del libro “El capitalismo del Quinto Kondratiev” publicado por el Fondo de Cultura Económica en 2023, así como co-coordinador del libro “El capitalismo a inicios del siglo XXI” publicado en 2019 por la UNAM.

Ruíz Durán, Clemente

EXCOORDINADOR DEL POSGRADO EN ECONOMÍA, UNAM,
CONSEJERO DEL INSTITUTO PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL
Y LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL (INADI)

Doctor en Economía por la Universidad de Pittsburgh, Pensilvania en Estados Unidos (1975) con especialidad sobre instituciones del bienestar por la Universidad Autónoma de Baja California (2004); profesor titular C en la Facultad de Economíay catedrático A nivel de maestría y doctorado en el Posgrado de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (1982 – a la fecha); Coordinador del Campo de Desarrollo Urbano y Regional del Posgrado de Economía; Investigador Nivel III del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (CONAHCYT). Dentro de sus actividades como docente a nivel licenciatura, maestría y doctorado, ha impartido cátedra de las materias Economía Méxicana I y II, Investigación y Análisis Económico III y IV

(1993), Economía Urbana y Regional (2012 – a la fecha), Seminario de Doctorado en Economía Urbana y Regional (2004 – a la fecha), Seminario de Política Industrial (1998-2003), entre otros diversos cursos y seminarios impartidos desde 1987. Además, ha sido asesor y sinodal de más de 200 tesistas a lo largo de su carrera, desde nivel licenciatura hasta nivel de doctorado.

Salazar Medina, Richard

PROFESOR DE ESTUDIOS DE ASIA ORIENTAL EN FLACSO, ECUADOR

Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad de Granada, maestro en Ciencias Sociales por la Universidad de California, Irvine, maestro en Ciencias Políticas por la Università degli Studi di Bologna, y antropólogo por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Actualmente es profesor de Estudios del Este de Asia y coordinador del Centro Asia de FLACSO-Ecuador. Ha sido profesor visitante en el Departamento de Culturas Asiáticas de la Universidad de California, Los Angeles, en el Instituto de Estudios Coreanos de la Universidad Yonsei, en Corea, en el Departamento de Estudios del Este de Asia de la Universidad de California, Irvine. Fue becario del Faculty Development Program de la Comisión Fulbright, del Emerging Leader Fellowship del Korea Institute for National Unification y del programa para investigación de campo de la Korea Foundation. Ha sido consultor para agencias del sistema de Naciones Unidas como UNDP y UNFPA, así como para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

Sandoval Cabrera, Seyka

PROFESORA TITULAR DE LA FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM,
MIEMBRO DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES (SNI),
GANADORA DEL PREMIO UNIVERSIDAD NACIONAL A JOVEN ACADÉMICA
EN CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS 2021.

Doctora en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesora de Tiempo Completo Titular A definitiva en la Facultad de Economía. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I y fue galardonada con el Premio Universidad Nacional a Joven Académica en Ciencias Económico-Administrativas en 2021. Además, coordina el Programa de Globalización, Conocimiento y Desarrollo en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM. Es fundadora y coordinadora del Seminario de Perspectivas Críticas de Cadenas Globales de Valor en la Facultad de Economía. Actualmente, es la responsable del proyecto PAPIIT titulado “Las crisis del siglo XXI: una discusión del capitalismo contemporáneo”.

Schatan, Claudia

ESPECIALISTA EN TEMAS ECONÓMICOS. CONSEJERA DEL INSTITUTO PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL Y LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL (INADI).

Economista mexicana, M.A. en Economía, Universidad de Cambridge, Inglaterra. B.A. en Economía, Universidad de Chile, Santiago, Chile; Consultora de Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (CEPAL) (septiembre 2015- 2016); Consultora para Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (2015); Investigadora Visitante en el Departamento de Economía de la Universidad Iberoamericana, México (2012-2014); Jefa de la Unidad de Comercio Internacional e Industria CEPAL, Naciones Unidas (2000-2011); Oficial de Asuntos Económicos en CEPAL-México (1989-2000) previamente, Catedrática Investigadora del Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), México. Investigadora visitante en varias universidades en Estados Unidos (Harvard Institute of International Development, HIID, Universidad de Harvard; Center for United States-Mexican Studies, Universidad de California en San Diego, entre otras).

Solleiro Rebolledo, José Luis

INVESTIGADOR TITULAR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA (ICAT) DE LA UNAM

Investigador Titular “B” del ICAT. Su producción como investigador comprende más de 200 artículos, capítulos de libros y ponencias publicadas en memorias de congresos internacionales. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores en el nivel. Fue Director General de Vinculación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) entre 2008 y 2012. Ha impartido cursos de licenciatura, maestría, doctorado y educación continua en múltiples instituciones de 17 países. Ha asesorado empresas privadas, públicas, universidades, organismos internacionales y asociaciones empresariales en diversas cuestiones relacionadas con la gestión de la innovación. Coordinó el proyecto sobre Sistema Estatal de Innovación en el Estado de México, auspiciado por el Banco Interamericano de Desarrollo y el Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología. Fue Presidente de la Asociación LES México, A.C., que es el Capítulo mexicano de la Licensing Society International (Asociación de Ejecutivos en Transferencia de Tecnología). Entre los reconocimientos que ha recibido se encuentran: el Premio Jesús Silva Herzog de Investigación Económica y el Premio Ernest Feder de Investigación. Recibió el Doctorado Honoris Causa del Consejo Iberoamericano en Honor a la Excelencia Educativa. En abril del 2017 le otorgaron la distinción “Trayectoria de Mexicano Destacado” en el marco de la Convocatoria para los Reconocimientos a la Innovación de Talento Mexicano Innovation Match 2016-2017.

Suárez Dávila, Francisco

EX EMBAJADOR DE MÉXICO EN CANADÁ

Licenciado en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México, y Maestro en Economía por la Universidad de Cambridge. Fungió como Embajador en Canadá durante el periodo 2013-2016 y ante la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico en París de 1997 al 2000. Representante ante el Directorio Ejecutivo del Fondo Monetario Internacional de 1974 a 1976. Subsecretario de Hacienda y Crédito Público de 1982 a 1988. Director Financiero de Nacional Financiera de 1980 a 1982. Gerente General de Asuntos Internacionales del Banco de México de 1976-a 1980. Director General de Banco Mexicano Somex, ahora Santander de 1988 a 1992. Diputado Federal de 1994 a 1997 y Secretario de 2003 a 2006 de la Comisión de Hacienda y Crédito Público en la H. Cámara de Diputados. Vicepresidente del Consejo Mexicano de Asuntos Internacionales de 2008 a 2011.

Treviño Treviño, Hannia Melissa

ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN EN EL CENTRO DE ESTUDIOS ASIÁTICOS, UANL

Asistente de investigación en el Centro de Estudios Asiáticos, Universidad Autónoma de Nuevo León. Maestrante en Relaciones Internacionales en la Facultad de Ciencias Políticas, UANL. Egresada de la licenciatura en Relaciones Internacionales, FRIyCP, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Tzili Apango, Eduardo

PROFESOR INVESTIGADOR, UAM, MIEMBRO DEL GRUPO DE ESTUDIOS SOBRE EURASIA (GESE) Y CONSULTOR PARA LA COMISIÓN DE NACIONES UNIDAS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Profesor-Investigador de tiempo completo en el Departamento de Política y cultura de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Analista de las relaciones internacionales de China, relaciones China-América Latina, China y los bienes públicos globales, dinámica del Asia-Pacífico, China en las instituciones Internacionales, China y Asia Central (Ruta de la Seda y Ruta de la Seda Marítima)

Villarreal Arambide, René

PRESIDENTE DEL CENTRO DE CAPITAL INTELECTUAL
Y COMPETITIVIDAD (CECIC)

Obtuvo el grado de Doctor por la Universidad de Yale y se hizo acreedor al Premio Nacional de Economía con su tesis “Industrialización, Competitividad y Desequilibrio Externo en México: Un Enfoque Macroindustrial y Financiero 1929-2010”, FCE, Quinta Edición Ampliada. En la administración pública de México, se desempeñó como Subsecretario de Industria y Comercio en SECOFI, Subsecretario de Reconversión Industrial de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal SEMIP. En el campo empresarial se desempeñó como Director General del Grupo Industrial y Comercial Productora e Importadora de Papel PIPSA y Presidente del Consejo de Administración de sus tres plantas productoras, durante 10 años. El Dr. Villarreal es consultor y conferencista internacional de empresas y gobiernos en temas de competitividad, globalización, capital intelectual, innovación, desarrollo regional, clúster, PyMEs, y competitividad gubernamental, así como en la evaluación de los tratados de libre comercio (TLCAN y DR. CAFTA). Es miembro del Nuevo Club de París -comunidad internacional de conocimiento- y de la Fundación Internacional Triffin de la Universidad Católica de Lovaina y ha sido miembro del Consejo del Peter Drucker Center of Management.

Zerpa De Hurtado, Sadcidi

INVESTIGADORA EN TEMAS DE INTEGRACIÓN REGIONAL Y ECONOMÍA AGROALIMENTARIA Y MIEMBRO FUNDADOR E INVESTIGADORA ACTIVA DEL GRUPO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS SOBRE ASIA (GEEA).

Doctorando en Relaciones Internacionales en la Universidad Cooperativa de Córdoba y doctorando en Ciencias Organizacionales de la Universidad de Los Andes (ULA)-Venezuela. Magister Scientiae en Economía y Economista por la ULA-Venezuela. Investigadora activa del Grupo de Estudios Económicos de Asia, ULA. Ha participado en proyectos de investigación sobre finanzas internacionales y desarrollo económico, cuyos trabajos han sido publicados en capítulos y artículos de revistas especializadas. Participa activamente en grupos de estudio en LASA, ALADAA Internacional, ALADAA Colombia, RedALC, Gridale y VenezolanasInvestigan. Profesora invitada en ciencias económicas y sociales en diversas universidades de América Latina. Contribuidora de Diario Frontera, El Universal y Global Americans.

Hacia una **nueva visión** del **desarrollo industrial digital** en **México**

El momento que se vive es estelar y las políticas públicas están retadas a dar lo mejor de sí mismas, tanto para entender los nuevos paradigmas del desarrollo que surgen frente a ellas, como para intentar de manera seria, pero audaz, implementar las mejores estrategias de un nuevo desarrollo industrial digital sustentable de acuerdo a la realidad del país.

No es un momento sencillo y la respuesta de hoy no garantiza el éxito de mañana.

Por eso es que parafraseando a Mariana Mazzucato podríamos decir que si no desafiamos los numerosos mitos referentes al desarrollo económico en los cuales hemos vivido las últimas décadas, y no nos atrevemos a intentar construir lo nuevo con seriedad, pero también con la audacia a la que nos convoca una nueva época histórica, no podremos aspirar a afrontar los retos estructurales del siglo XXI, ni a producir el cambio tecnológico que necesita México, para garantizar el crecimiento sostenible y equitativo para la mayoría de sus habitantes.

Hacia una **nueva visión** del **desarrollo industrial digital** en **México**

9 786072 952935