

DOCUMENTO DE DISCUSIÓN N° IDB-DP-01059

Ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo inclusivo y sostenible en México

Agustín Filippo
Carlos Guaipatín
Lucas Navarro
Federico Wyss

Banco Interamericano de Desarrollo
Departamento de Países de Centroamérica, Haití,
México, Panamá y República Dominicana (CID),
Representación en México (CME) y División de
Competitividad, Tecnología e Innovación (CTI)

Julio 2024



Ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo inclusivo y sostenible en México

Agustín Filippo
Carlos Guaipatín
Lucas Navarro
Federico Wyss

Banco Interamericano de Desarrollo
Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana (CID), Representación en México (CME) y División de Competitividad, Tecnología e Innovación (CTI)

Julio 2024



<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo inclusivo y sostenible en México

Agustín Filippo

Carlos Guaipatín

Lucas Navarro

Federico Wyss



2024

Contenido

I. Introducción: una agenda de ciencia, tecnología e innovación para el bienestar local	4
II. México ante la nueva agenda: fortalezas y desafíos	6
Fortalezas para el desarrollo	6
Crear y usar conocimiento: los desafíos	7
III. Ejes para una agenda CTI para México.....	8
Creación de conocimiento	10
Transferencia del conocimiento	12
Adopción del conocimiento.....	14
IV. ¿Cómo poner este plan a funcionar? Una aplicación para el caso de los semiconductores	16
V. Conclusiones y reflexiones finales.....	17
VI. Bibliografía.....	19

Ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo inclusivo y sostenible en México

Agustín Filippoⁱ

Carlos Guaipatínⁱⁱ

Lucas Navarroⁱⁱⁱ

Federico Wyss^{iv}

Abstract

Los nuevos imperativos de sostenibilidad y resiliencia que enfrentan las cadenas productivas obligan a los países a redefinir sus agendas de política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Esta nota propone una serie de lineamientos para una agenda CTI para México, atendiendo no solo a ese nuevo contexto, sino también a la necesidad de dar respuesta a los factores idiosincráticos que obstaculizan el desarrollo de las empresas mexicanas, en particular las MIPYMES. Con base en ello, se realiza un primer diagnóstico de las fortalezas y debilidades del país en cuanto a CTI, y se abordan los principales argumentos que justifican la necesidad de una política en la materia. Luego, se analizan para el caso mexicano tres grandes ejes sobre los cuales una política CTI debería actuar: la creación del conocimiento, su transferencia, y su adopción. Finalmente, se presenta un caso práctico de aplicación al desarrollo de la industria nacional de semiconductores, siguiendo los principios de la innovación orientada por misiones. A lo largo del estudio, se resalta la complejidad inherente al diseño e implementación de una agenda de política de CTI, ante los desafíos de contar con las adecuadas capacidades técnicas e institucionales para que el conocimiento contribuya al desarrollo productivo del país.

Palabras clave: Desarrollo Productivo, Cadenas Globales de Valor, Ciencia, Innovación, Tecnología, México

Códigos JEL: O31, O32, O33, O38, O43, F15

ⁱ Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y la República Dominicana.

ⁱⁱ División de Competitividad, Tecnología e Innovación.

ⁱⁱⁱ Consultor independiente.

^{iv} Consultor independiente

I. Introducción: una agenda de ciencia, tecnología e innovación para el bienestar local

Desde el trabajo pionero de Solow (1956)¹, una extensa evidencia empírica muestra que, a pesar de que la acumulación de capital y el crecimiento poblacional son importantes, el crecimiento económico depende fundamentalmente del cambio tecnológico en sentido amplio, esto es, incluyendo tanto el desarrollo de nuevas tecnologías como de nuevas habilidades. En gran medida, el cambio tecnológico responde a los esfuerzos de innovación que las naciones realizan invirtiendo en actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) (Syverson, 2011).

No obstante, la creación de conocimiento no debe ser un fin en sí mismo: las agendas de política tienen que ocuparse de que éste se traduzca no solo en crecimiento, sino en un incremento del bienestar agregado de las naciones. Para ello, son necesarias acciones específicas en cada ámbito donde la CTI tiene influencia, priorizando objetivos de bienestar y garantizando la consistencia de las acciones públicas y privadas para su consecución. Por ejemplo, el desarrollo de una nueva vacuna requiere, luego de su aprobación, de un adecuado proceso de concientización y difusión dentro de su población objetivo. De la misma manera, el desarrollo de un fungicida para los cultivos de una determinada región deberá estar acompañado de una campaña de difusión de la tecnología, sobre todo en los pequeños productores. Acciones de este último tipo, donde la CTI se pone al servicio del desarrollo productivo, serán el foco de esta nota.

En el marco del desarrollo productivo, las agendas de políticas de CTI tradicionalmente se han enfocado casi exclusivamente a la búsqueda de lograr mecanismos de producción más eficientes. Esto es, las preguntas que se planteaban intentaban responder a cómo producir más con los mismos recursos, o cómo producir lo mismo con menos recursos, poniendo especial énfasis en mejorar la productividad de las pequeñas y medianas empresas (PYME). No obstante, la producción y difusión de los conocimientos estaba limitada por la distribución geográfica de la producción.

Durante los noventa, la baja de los costos de transporte y las mejoras en el ámbito de las telecomunicaciones permitieron la consolidación del modelo de Cadenas Globales de Valor (CGV), que consiste en la fragmentación de los procesos productivos en todo el mundo. En este contexto, las actividades asociadas a la producción de nuevos conocimientos se centralizaron en los países desarrollados. Por su parte, los países en desarrollo, y en particular los de América Latina, adoptaron un rol de “importadores de conocimiento”. En este esquema, muchas preguntas permanecían sin respuesta: ¿las soluciones desarrolladas en los países centrales eran igualmente efectivas en las economías en desarrollo? ¿quién se encargaría de proponer tecnologías de producción que fueran sostenibles para los entornos donde se desarrollaban esas actividades? ¿quién investigaría los problemas locales? (Autor *et al.*, 2022).

Con el cambio de siglo, la creciente relevancia de esas preguntas tuvo su influencia directa en la agenda de la política productiva, y de la CTI asociada a ella. A partir de ello, las estrategias de desarrollo de los gobiernos fueron cambiando y ampliando su alcance, enfocándose ya no solo en las ganancias de productividad, sino también en otros aspectos relevantes para la consecución del bienestar social. Así, en los últimos años se fueron consolidando acuerdos como la Agenda de Desarrollo Sostenible de la ONU y el Acuerdo de París sobre la descarbonización, entre otros. Los gobiernos de los países, empresas y

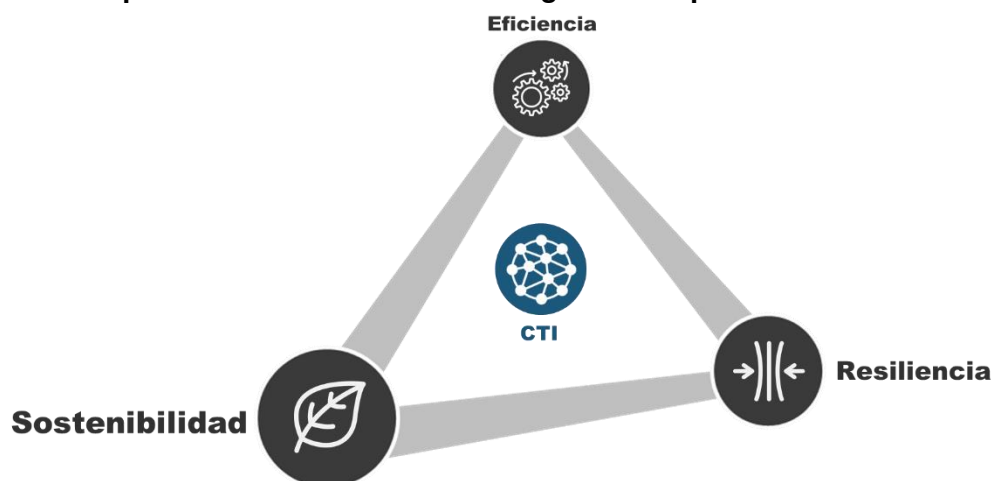
¹ Robert M. Solow recibió el premio Nobel de economía en 1987.

consumidores se comprometieron a producir y consumir mirando al mañana, cuidando del presente.

Atendiendo a este nuevo contexto, puede conceptualizarse una nueva agenda de CTI para el desarrollo productivo de acuerdo con tres “imperativos” (Filippo *et al.*, 2023), que a su vez están fuertemente interconectados (Figura 1):

- **Eficiencia.** ¿Cómo hacer para que las empresas sean más productivas? Responder a esta pregunta conlleva la consideración de las idiosincrasias locales en un mundo globalizado. Resolver los problemas propios, y adaptar las soluciones que funcionan en el resto del mundo definen los principales desafíos a considerar.
- **Sostenibilidad.** ¿Cómo producir con el mínimo daño al ambiente y el mayor respeto a los individuos involucrados en el proceso? Las innovaciones para masificar las energías renovables, desplazar productos contaminantes, permitir la reutilización de los desechos en el ciclo productivo y lograr que los trabajadores desplazados por las tecnologías logren insertarse rápidamente en posiciones que mantengan su nivel de vida son los desafíos en este frente, lo mismo que revertir y cerrar las brechas de género².
- **Resiliencia.** ¿Cómo lograr que el sistema productivo minimice los efectos negativos de los diversos *shocks* a los que pueda estar expuesto? En el último tiempo, el aumento de la frecuencia y la severidad de los *shocks* que afectan a las cadenas de suministro globales, llevaron a las empresas a plantear estrategias que buscan “acortar” las cadenas, trabajando con socios cercanos y confiables (dando lugar a nuevos conceptos como *reshoring*, *nearshoring*, e incluso *friendshoring*). Esto también tuvo su correlato en las agendas de los países: las economías centrales recuperaron la política industrial, ya no solo con fines de productividad, sino también otros que tienen que ver con la seguridad nacional, la seguridad alimentaria, y la propia lucha contra el cambio climático (Evenett *et al.*, 2024). Las agendas internacionales están en un proceso de cambio y búsqueda de nuevos equilibrios donde la CTI resulta un valor clave.

Esquema 1. Tres aristas de una agenda CTI para el bienestar



Para atender a las exigencias de este triple imperativo de eficiencia, sostenibilidad y resiliencia, las agendas CTI de los países en desarrollo deben cuidar tanto el aspecto local

² Estos desafíos se vuelven especialmente relevantes frente a los perfiles de cambio técnico con sesgo *jobless* (Rodrik y Stiglitz, 2024).

(para dar respuesta a los fenómenos idiosincráticos) como el internacional (entendiendo la importancia de la cooperación regional y global para dar respuesta a fenómenos transversales).

Todo esto implica nuevas demandas para los Sistemas Nacionales de Innovación, noción que alude a la red de instituciones públicas y privadas encargadas de definir las líneas estratégicas de la política CTI y su implementación (Nelson, 1993)³. Se trata de una red de conexiones complejas, recubierta por un paraguas político que impone una restricción adicional: la de la legitimidad de la agenda. Es decir, al tiempo que se avanza en alcanzar las metas principales de una política de CTI, se deberán generar todos los consensos necesarios para que ésta no solo se materialice, sino que además pueda sostenerse en el tiempo, profundizarse, e integrarse de manera indisoluble a la idiosincrasia local. En ambas dimensiones (objetivos estratégicos y legitimidad política), el avance requiere incrementar de manera efectiva las capacidades de actores y agencias públicas que guían el proceso.

Esta nota técnica analiza los principales lineamientos que los *policymakers* deben contemplar para establecer una nueva agenda CTI para México alineada con los nuevos imperativos de las políticas de desarrollo productivo. El documento se organiza como sigue. La sección II presenta una breve descripción de las fortalezas y desafíos del país en materia de CTI. Luego, en la sección III, se presentan los argumentos sobre por qué una política CTI es necesaria. Se presentan allí tres grandes ejes sobre los cuales una política CTI debería actuar: la creación del conocimiento, su transferencia, y su adopción. Tales ejes son analizados desde la perspectiva de la situación actual de México para cada caso. Luego, la sección IV presenta un caso de uso respecto de cómo aplicar esos ejes en la práctica, siguiendo los principios de la innovación orientada por misiones. Finalmente, la sección V concluye.

II. México ante la nueva agenda: fortalezas y desafíos

Fortalezas para el desarrollo

Los nuevos imperativos que enfrentan los sistemas productivos globales implican mayores desafíos para los países. En un mundo donde conviven acuerdos y tensiones, cada gobierno debe construir su propia estrategia de desarrollo basándose en sus fortalezas. Como se verá en este apartado, México cuenta con varias, y muy importantes.

El primer punto a mencionar es bien conocido. Se trata de la escala: México tiene la 15^o economía más grande del mundo y es uno de los 16 países cuyo PIB supera el billón de dólares (2020, Banco Mundial). Quizás el punto más importante a este respecto es que su mercado no se limita a sus 127 millones de habitantes, sino que los acuerdos de libre comercio con más de 50 países permiten que las empresas mexicanas tengan acceso a más de 1,4 mil millones de consumidores adicionales.

Esta vocación de México por integrarse al mundo lo ha convertido en el país de América Latina y el Caribe (ALC) con mayor participación en cadenas globales de valor (CGV)⁴, particularmente en cadenas estratégicas como la automotriz, la electrónica o la aeroespacial (Filippo y Guaipatín, 2021). Esta integración se asocia a factores como la ya mencionada

³ Para una descripción de la evolución de las políticas CTI en América Latina desde mitad del siglo XX ver Crespi y Dutrénit (2014).

⁴ De acuerdo con la literatura, cuando las empresas locales participan en redes globales de producción, se vuelven más productivas por dos razones principales. La primera, tiene que ver con un efecto selección *ex ante*: las empresas que son originalmente más productivas son las que tienen mayores posibilidades de insertarse exitosamente en relaciones de largo plazo. La segunda, se asocia a un efecto aprendizaje *ex post*: una vez insertas en estas redes, las empresas inician un círculo virtuoso de ganancias de productividad. Para ambos canales, la innovación resulta un aspecto central (Filippo *et al.*, 2023).

apertura a la integración comercial, los costos laborales favorables que ofrece el país, y su cercanía y larga historia de cooperación con los Estados Unidos⁵.

Por todo lo anterior, México es también el país económicamente más complejo de la región⁶, ubicándose entre los primeros 25 países del mundo en el ranking de complejidad⁷. Esto es un indicador de la variedad de conocimientos que posee el país, resultantes de su participación en diversas cadenas de valor intensivas en conocimiento. Por sus ventajas de costos laborales, el país participa mayormente en tareas que explotan este perfil de recursos, pero su posición puede aprovecharse para desarrollar nuevas tareas que permitan un mayor derrame sobre la economía local.

En este sentido, todos los factores mencionados hasta aquí determinan que el país sea tierra fértil para la proliferación de las empresas intensivas en conocimiento, siendo hoy la Ciudad de México el segundo ecosistema *startup* de la región, luego de Sao Paulo (Brasil)⁸. La importancia de este ecosistema, trasciende a México, ya la que innovación posee fuertes externalidades que podrían ser aprovechadas por otros países de la región.

Finalmente, México podría ser un jugador de clase mundial en cadenas verdes y energías renovables. Es el séptimo país en cuanto a reservas de litio, y cuenta con vastas capacidades naturales para la producción de energías renovables y, por de ende, hidrógeno verde⁹. Esto le ubica en un lugar destacado para aumentar su inserción internacional y aprovechar el punto de inflexión en energías renovables, con un impacto que potencialmente le convierte en un proveedor de soluciones globales en esa materia.

Lo anterior constituye un listado de las fortalezas nacionales más evidentes, pero que claramente no agotan el espectro. Desde el punto de vista nacional, es importante el trabajo continuo en el descubrimiento de fortalezas menos obvias que permitan abrir nuevas oportunidades de desarrollo. Para ello, la clave es la creación y el uso del conocimiento. A continuación, se analizan los retos del país en este frente.

Crear y usar conocimiento: los desafíos

A pesar de contar con remarcables fortalezas, México no ha sido capaz de consolidar un desarrollo económico sostenible. En cuanto a crecimiento, el PIB per cápita del país creció apenas al 0,9% anual promedio entre 1990 y 2023 (Conference Board, 2024), y en los últimos diez años ha estado estancado. Detrás de esto, la productividad total de los factores (PTF) se contrajo a una tasa anual del 0,04% en el mismo período¹⁰.

Los procesos de generación, adquisición y difusión de conocimientos son altamente relevantes para explicar estos resultados. Un indicador usual para medir la propensión innovadora de los países, asociado a su capacidad de *generar* nuevos conocimientos útiles, es la razón entre el gasto en investigación y desarrollo (I+D) y el PIB. Para 2019, el indicador para México era de 0,28%, cuando en 2010 se había ubicado en el 0,5%. Esa retracción contrasta con la escalada del indicador en los demás países de la OCDE, que pasó del 2,3%

⁵ Con políticas específicas, este potencial productivo podría extenderse incluso a regiones del país donde la inserción internacional productiva ha quedado rezagada, como en el sur-sureste, lo que podría además funcionar como un catalizador de crecimiento e intercambio regional entre el sur de México y los países centroamericanos (Hausmann *et al.*, 2020).

⁶ La complejidad económica es una medida indicadora del grado de conocimiento embebido en los bienes que el país comercia (Hausmann *et al.*, 2014).

⁷ <https://oec.world/en>

⁸ <https://www.forbes.com.mx/cdmx-segunda-mejor-ciudad-para-startups-en-latam-por-detras-sao-paulo/>

⁹ El hidrógeno verde es un hidrógeno que se produce a partir de fuentes renovables de energía, como la solar o la eólica, mediante la electrólisis del agua, que consiste en separar el hidrógeno del oxígeno. El hidrógeno verde se puede utilizar como una alternativa limpia a los combustibles fósiles, ya que no emite dióxido de carbono a la atmósfera.

¹⁰ Las mediciones de TFP de INEGI para un período similar muestran caídas aún más pronunciadas, de 0,57% promedio anual entre 1991 y 2022.

promedio en 2010 al 2,7% en 2019. En ALC, si bien hay una reducción de 0,74% a 0,67% en el mismo periodo, la baja es menor que la que se dio en México.

Otro punto a destacar sobre este indicador a nivel nacional es que, de acuerdo con estimaciones de la OCDE, más del 75% del gasto mexicano en I+D es conducido por el sector público. En el promedio de los miembros de la OCDE, los números son inversos: el sector empresario es quien financia el 75% del gasto.

Otros indicadores tienen que ver con la capacidad nacional (sobre todo a nivel del sector privado) de *adopción* del conocimiento que ya se encuentra disponible en el mercado (local o global). Las mejoras en las prácticas organizacionales (estándares) y la adquisición de tecnología de fuentes externas (compra de maquinaria y equipos, o licencias de *software*) son las vías de acceso más directas a las que las pequeñas y medianas empresas (PYME) pueden acudir para lograr un salto de calidad en base a tecnologías ya avaladas por el mercado (por consiguiente, con menores riesgos que las investigaciones autónomas de I+D). Sin embargo, las empresas mexicanas aparecen también rezagadas en cuanto a estos indicadores de innovación: según la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad (ENAPROCE) de 2016, sólo el 10% de las PYMES realizó alguna innovación de este tipo.

El *Global Innovation Index* (GII) tiene en cuenta esta variedad de fuentes de innovación. En el índice general de 2022, México se encuentra en la tercera posición de ALC, detrás de Chile y Brasil. Por su parte, al considerar el subíndice de los “insumos de innovación” (que contempla aspectos de capital humano, institucionalidad, infraestructura, y sofisticación de mercado), el país aparece rezagado respecto a casi todos los países latinoamericanos contemplados en el ranking, tales como Chile, Perú, Uruguay, Brasil, Colombia y Costa Rica.

Finalmente, existe también una desconexión entre la academia y las empresas, que dificulta la *difusión* del conocimiento y hace que su adopción sea aún menos probable. México ocupa el lugar 84 entre 127 países respecto de la colaboración entre universidades y empresas, lo cual puede interpretarse como que el conocimiento generado difícilmente llega a las empresas y, por tanto, no se traduce en ganancias de productividad.

Los indicadores presentados permiten esbozar un diagnóstico de los desafíos que enfrenta México para consolidar las fortalezas mencionadas en la sección previa. Lograr un proceso de desarrollo sostenible y resiliente demandará de una agenda CTI integral, que involucre al sector privado, el público y el académico. Esta agenda debe enfocarse no solo en la capacidad de generar conocimiento localmente, sino también en aceitar los mecanismos de difusión y adopción de los conocimientos ya disponibles que no hayan sido completamente internalizados por los agentes locales.

III. Ejes para una agenda CTI para México

Como se señaló en la introducción, la CTI tiene el potencial de contribuir a un mayor bienestar para todos los miembros de la sociedad. La palabra a subrayar aquí es “potencial”. No es obvio que la acumulación de conocimientos lleve a una mejor situación para todos, debido a que pueden existir asimetrías en la posibilidad de acceso, o el diseño vigente puede no ser útil para las necesidades de ciertos actores, o los conocimientos en verdad requeridos no están siendo generados debido a que no son rentables desde la lógica de mercado. Situaciones como estas son las que motivan las acciones de política pública en materia de CTI. El rol de una agenda CTI es, precisamente, lograr que la producción y la difusión de los conocimientos contribuyan de manera efectiva a un mayor bienestar agregado.

De lo dicho anteriormente se desprende que pueden existir barreras que obstaculicen los esfuerzos innovadores de las empresas y científicos (Bloom *et al.*, 2019). La política pública debe apuntar a resolver esas fallas, siempre teniendo cuidado de no crear otras fallas que deriven en una situación menos deseable que aquella de donde se partió (Monge-Naranjo *et al.*, 2020).

Una de estas barreras es que las nuevas ideas son susceptibles de ser copiadas. Estas copias socavarían los rendimientos de la inversión en I+D: a igual costo y menos rendimiento, las empresas podrían invertir menos de lo deseable en generar ideas. Esto se conoce como **falla de apropiabilidad**, y normalmente la política da solución a esto con un adecuado sistema de patentes o subsidiando el proceso de generación de ideas¹¹. Otro problema con los procesos de innovación es que **los resultados son inciertos**. Tecnológicamente, las empresas pueden no invertir en proyectos con grandes retornos de largo plazo, pero que resultan “muy riesgosos” (este tipo de proyectos se asocian a la ciencia básica). Financieramente, al no poder observar la capacidad de repago de proyectos innovadores, la banca tradicional enfrenta dificultades para “financiar ideas”. Finalmente, en todas las etapas del proceso, pueden aparecer **fallas de coordinación** entre los distintos *stakeholders*, lo cual puede ocasionar que las soluciones innovadoras tarden en aparecer, lo hagan de manera incompleta o, incluso, no lleguen nunca a concretarse.

Teniendo en cuenta esta tipología de problemas, una agenda CTI debe contemplar al menos tres ejes principales de acción (Esquema 2)¹². El primero es el que usualmente se asocia a las políticas de ciencia e innovación, y tiene que ver con la **creación del conocimiento**. Este eje tiene dos componentes principales: por un lado, la **creación y transformación del talento** capaz de conducir los procesos de innovación; por otro, la preocupación por **resolver los problemas de hoy con la mirada puesta en el mañana**, lo cual tiene que ver con la capacidad de aprendizaje y retroalimentación de la agenda de conocimiento.

El segundo eje es el de la **transferencia de conocimiento**. Esto es, no basta con generar nuevos conocimientos, sino que debe existir un arreglo institucional sólido que permita la **difusión de “lo que funciona”** (el extensionismo y la transferencia tecnológica, como se verá más abajo) y **apoyar estándares** que permitan a las empresas locales alcanzar niveles de competencia similares a las de sus pares en el resto del mundo.

El tercer eje es la contracara de demanda del anterior: ¿cómo se logra que las empresas locales hagan un uso efectivo de los nuevos conocimientos ofrecidos? Esto depende de dos aspectos centrales que hacen a la **adopción del conocimiento**. El primero es el **acceso al financiamiento**. El segundo, un **ambiente de negocios** que favorezca la adopción de nuevas ideas en los procesos productivos.

Cada uno de estos aspectos será abordado en lo que sigue, poniendo especial énfasis en la situación de partida que enfrenta hoy México y sus perspectivas a futuro.

¹¹ La evidencia empírica encuentra consistentemente que los niveles de inversión en I+D son inferiores a los óptimos. No obstante, desde el punto de vista teórico, las fallas de apropiabilidad también podrían conducir a sobreinversiones en I+D, cuando la estrategia de las empresas es ganar participación de mercado, algo sobre lo que hay evidencia puntual de algunos sectores, como el farmacéutico (Bloom *et al.*, 2019).

¹² La delimitación de temáticas se realiza a fines esquemáticos, pero se reconoce que los distintos puntos incluidos en cada eje pueden tener influencia en los demás.

Esquema 2. Ejes para una agenda CTI



Creación de conocimiento

Crear y transformar talento

El insumo fundamental de la ciencia y la innovación son los profesionales altamente calificados, que generan y ejecutan ideas. Un indicador típico es la cantidad de ingenieros que produce un país. En México, el 25% de los egresados de carreras universitarias o terciarias son ingenieros. El problema es que la educación terciaria llega a relativamente pocos mexicanos: solo el 43% de quienes deberían estar estudiando en la universidad o en un instituto superior lo están haciendo; en Singapur, el porcentaje es del 91%. Como resultado, solo el 25% de la población de entre 25 y 34 años tiene estudios terciarios, frente al 45% en el promedio de los países de la OCDE.

El problema se agudiza en el caso de las mujeres. Según un estudio del Instituto Mexicano para la Competitividad (García Dobarganes, y Torres-Tirado, 2022), si bien entre 2012 y 2021 el número de mujeres profesionistas que estudiaron alguna carrera STEM aumentó 42%, sólo 3 de cada 10 graduados de estas carreras son mujeres. El diagnóstico es aún más preocupante, si se considera que sólo 6% de las alumnas de bachillerato de la Zona Metropolitana del Valle de México estaría interesada en estudiar una carrera de estas áreas de conocimiento (Culity *et al.*, 2020)¹³.

Lo dicho anteriormente define un problema de cantidades: México necesita más ingenieros, y sobre todo una mayor proporción de mujeres. Pero a esto se le debe sumar un problema en la calidad de estos recursos. Desde el lado productivo, la ENAPROCE del 2016 muestra que para el 30% de las empresas hay una barrera importante de crecimiento en la inadecuada formación de la fuerza laboral, lo cual no se limita a los aspectos técnicos, sino también al idioma y a otras habilidades blandas que permitan dar respuesta rápida a los problemas e imprevistos de la rutina laboral.

Esto último tiene que ver, en parte, con la flexibilidad de la oferta de carreras y de los procesos formativos. En los últimos años, se ha potenciado el ritmo en el que aparecen nuevas habilidades y conocimientos que se convierten rápidamente en insumos claves para los procesos innovadores dentro y fuera de las empresas. Aparecieron también algunas formas de nombrar a este fenómeno, como por ejemplo el “currículum de 60 años”, que se refiere al hecho de que hoy las personas deben estar en constante formación para adquirir las nuevas habilidades que aparecen permanentemente, asociadas a nuevos recursos (por ejemplo, un *software* de visualización de datos como *Power BI*, o estrategias de *machine learning* que permiten novedosas formas de proyectar demanda) y nuevos problemas (cómo hacer un

¹³ Aquí pueden estar operando fallas de información, pero también barreras culturales sobre las que se requiere un trabajo más persistente y profundo.

buen uso de todos los datos que genera a diario la plataforma de *ecommerce* de la empresa). Por otra parte, muchos aspectos asociados a la sostenibilidad exigen flexibilidad en los procesos de formación de talentos. Por ejemplo, las necesidades de cadenas de valor en adaptación al cambio climático y la creación de empleos verdes requieren capacitaciones específicas que tiene que encontrar una oferta local para satisfacerla (Prada y Rucci, 2023). En muchos casos, lo anterior puede llegar a significar “desarmar” programas tradicionales en módulos de competencias que los estudiantes pueden ir adquiriendo de acuerdo con sus objetivos profesionales. De la mano del BID, el Instituto Tecnológico de Monterrey está ya trabajando en algunos ensayos en este sentido (Escamilla, 2022).

Ahora bien, estas nuevas hojas de vida profesionales personalizadas requieren una guía, que en parte debe provenir de la interacción con el sector privado como validador de conocimientos útiles. En México existen muchas empresas intensivas en conocimiento que han ido forjando estrechos lazos con las universidades locales, como por ejemplo Intel, que opera con una filosofía de trabajo conjunto con la academia local: cocreando programas, solicitando capacitaciones, ofreciendo pasantías, e incluso instando a sus mejores recursos a desenvolverse como profesores (lo cual, además, les permite una interesante estrategia de *farming*). Estas iniciativas pueden escalarse en la forma de parques de conocimiento, que son espacios donde se atraen empresas de esta índole y se procura una institucionalización de estos vínculos con universidades.

Todo lo anterior contribuye a fomentar los perfiles productivos: ingenieros, técnicos y profesionales que realizarán su aporte para que las empresas mexicanas puedan adoptar nuevas ideas en sus procesos y volverse así más productivas. Pero además de estos perfiles, se necesitan también científicos: profesionales ocupados de resolver los problemas de largo plazo que puedan enfrentar el país, la región y el planeta. En definitiva, se necesita talento que permita crear el conocimiento relevante para el país, lo cual usualmente se asocia a la ciencia básica y aplicada.

Para este particular, los centros públicos y privados de investigación no solo son demandantes de científicos, sino que son a su vez productores. Esto sucede, por ejemplo, a través de sus programas de pasantías en los que los estudiantes de doctorado pueden utilizar las instalaciones para sus actividades de investigación. Este rol es particularmente relevante, dada la brecha que existe en materia de científicos: actualmente hay 315 investigadores cada millón de habitantes, muy por debajo de Estados Unidos y Canadá (donde la razón está por encima de 4 mil), y también de países de la región como Chile (493) y Brasil (888)¹⁴.

Resolver los problemas mirando al mañana

Debido a sus bajos esfuerzos nacionales de I+D, México también enfrenta una brecha en materia de ciencia básica (aquella que está orientada a problemas de largo plazo), invirtiendo en ella solo 0,1% del PIB frente a la base de 0,4% que se observa en países como Singapur, Japón o Estados Unidos (OCDEStats).

En México, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) es el principal promotor de la ciencia básica, con una red de 26 centros públicos con agendas absolutamente diversas, que van desde la salud humana hasta el diseño de semiconductores¹⁵.

El CONAHCYT suscribe a una filosofía de innovación orientada por misiones (IOM) para determinar el contenido de estas agendas. La idea básica de este enfoque es que la

¹⁴ <https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/dataviz/researchers-million-habitants>

¹⁵ La lista actualizada de centros públicos de investigación, con los respectivos enlaces a sus sitios institucionales, puede consultarse en <https://conahcyt.mx/cp/>

innovación o la ciencia no deben ser un fin en sí misma, sino que deben apuntar a resolver problemas concretos (Mazzucato, 2018)¹⁶. Para los países, esto es especialmente relevante debido a que existen problemas idiosincráticos que no pueden resolverse “importando innovación.” Por lo tanto, en estos casos la solución debe desarrollarse internamente, con el involucramiento de todos los actores relevantes.

Esa participación de actores relevantes implica colaboración. Los centros de innovación necesitan estar comunicados y conectados con el sector privado y el público para asegurar tanto la pertinencia de sus investigaciones como la utilización plena de sus descubrimientos. Para ello, es importante establecer proyectos conjuntos, así como institucionalizar mecanismos de encuentro entre las partes a fin de potenciar sinergias. En un contexto nacional donde el sector privado se encuentra en un proceso de retracción de su participación en los esfuerzos de I+D, cuidar estos canales resulta particularmente relevante.

Sobre este particular, no es claro que la nueva Ley General en Materia de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación plantee los incentivos necesarios para revertir esta tendencia. En su Artículo 36, la Ley plantea que *“por tratarse de obras de interés para el patrimonio cultural nacional, el Consejo Nacional será el titular de los derechos de propiedad intelectual derivados de las actividades y proyectos que apoye, salvo pacto en contrario y sin perjuicio de los derechos morales implicados ni del derecho de las personas inventoras, diseñadoras o creadoras a ser reconocidas con tal carácter”*. La forma en que se articulen los mecanismos de excepción para esta cláusula serán claves para determinar los incentivos que el sector privado pueda tener para participar en estos proyectos.

Finalmente, debe remarcarse el hecho de que diseñar e implementar estrategias exitosas de IOM requiere de una serie de condiciones mínimas: una adecuada identificación de la oportunidad, objetivos tecnológicos ambiciosos, incentivos institucionales, financiamiento público significativo, e inversión e involucramiento del sector privado, entre otras. Para lograr recrear estas condiciones, se requiere que los países atraviesen una transición de capacidad, es decir, construir capacidades de innovación para crear nuevos mercados, lo cual no es un proceso trivial (Alves et al., 2021).

Transferencia del conocimiento

Difundir lo que funciona

El enfoque de misiones mencionado en la sección previa sostiene que la innovación no es un fin en sí mismo, sino que debe ponerse a disposición de solucionar problemas concretos y relevantes. Siguiendo esta idea, en las innovaciones productivas el círculo se cierra una vez que las empresas efectivamente *adoptan* estas tecnologías para volverse más productivas. De hecho, la propia fase de adopción es una parte del ciclo de vida de la innovación, toda vez que con esta implementación se encuentran nuevos usos para las tecnologías, perpetuando el ciclo (Cirera et al., 2020).

Por regla general, las PYME suelen ser el grupo empresario más numeroso y que genera mayor empleo. Por sus características, resulta difícil que muchas de estas empresas puedan liderar o participar activamente en proyectos de I+D. La forma más difundida con la que las PYME innovan es a partir de la adopción de nuevos procesos y tecnologías ya disponibles en el mercado. No obstante, según la ENAPROCE de 2016, el 56% de las PYME mexicanas no realiza ninguna de estas innovaciones incrementales.

¹⁶ Esta visión de la IOM se aplica tanto a objetivos productivos como sociales y ambientales. En este rango de ejemplos, en México pueden mencionarse el desarrollo de la política productiva para convertir a Monterrey en una “Ciudad Internacional de Conocimiento” (Dutrénit et al., 2021).

Esencialmente existen dos razones de esto. La primera responde a fallas de información: las PYME no conocen las tecnologías disponibles, o no tienen las capacidades gerenciales para reconocer su valor y adoptarlas de manera útil¹⁷. La segunda razón se asocia a los recursos necesarios para la adopción de estas tecnologías, sobre lo cual se profundizará más adelante.

Además, con nuevas tecnologías (y nuevos usos para tecnologías existentes) que emergen permanentemente, la abundancia de información complejiza enormemente la toma de decisiones por parte de las empresas: ¿cómo puede un gerente tener la certeza de que un determinado recurso es el que mejor se adecúa a sus necesidades? Conocer la respuesta a esa pregunta es costoso, ya que en general implicaría la adquisición de la maquinaria o la licencia, aprender a utilizarla, y adaptar procesos en la empresa. Una manera de bajar ese costo es mediante el *extensionismo tecnológico*, que consiste en definir agentes que se encarguen de difundir conocimientos entre las empresas (cuando los difusores son los propios productores del conocimiento, entonces se utiliza el término *transferencia tecnológica*).

En México existen numerosos centros públicos y privados que ofrecen servicios de acceso a la tecnología¹⁸ (por ejemplo, a una impresora 3D para prototipado, o a un laboratorio de pruebas). Las nuevas tecnologías se ofrecen como servicio, lo cual resulta más barato que adquirir la maquinaria o la licencia en sí. Además, en este marco se cuenta con asesoramiento y capacitación para el uso.

El problema con estos centros es que en general no cuentan con una filosofía de “salir a encontrar la demanda” y muchas veces las PYME no conocen de su existencia o de su utilidad (distinto es el caso en las grandes empresas). Por eso, las estrategias de extensionismo deben enfocarse en construir capacidades tanto por el lado de la oferta (cómo difundir la tecnología) como de la demanda (crear la necesidad).

En la región, una experiencia exitosa apoyada por el BID fue la de los Centros de Innovación Tecnológica (CITEs) en Perú (Guezzi y García-Carpio, 2022). Los CITEs conforman una red de centros públicos y privados a lo largo de todo el territorio peruano. Cada centro atiende a una cadena de valor específica, relevante para su región de influencia, de diversas maneras: cuentan con plantas de escala prototipo para probar productos y procesos, hacen transferencia tecnológica, cuentan con laboratorios de ensayos de calidad, y ayudan con certificaciones y planes de negocios, entre otras actividades.

Por su parte, es importante institucionalizar espacios de encuentro entre la academia, el sector privado y el sector público. Las mesas ejecutivas y los clústeres son espacios de este tipo que facilitan la innovación colaborativa (Filippo *et al.*, 2023). En México, estos problemas de coordinación son especialmente relevantes en el Sur-Sureste, debido a la atomización de las empresas de la región (son más numerosas y más pequeñas). De hecho, se trata de una región que tiene relativamente poca propensión a las iniciativas clúster (Lasagabaster Latorre *et al.*, 2023). Las mesas sectoriales pueden ser un mecanismo más ágil que los clústeres para lograr una mejor coordinación entre los productores locales y encontrar una manera conjunta de resolver los problemas que enfrentan.

¹⁷ De hecho, existen numerosos estudios que documentan que en México la falta de capacidades gerenciales es un factor particularmente importante para explicar el desempeño productivo nacional (Iacovone *et al.*, 2022, Lasagabaster Latorre *et al.*, 2023).

¹⁸ Estos centros se suman, naturalmente, a la red de Centros Públicos del CONACYT, que además son productores de conocimiento (por lo que sus tareas son de transferencia además de extensionismo).

Apoyo de estándares

Una forma sistemática de adoptar innovaciones es a través de estándares. De esta manera, la empresa alcanza un determinado nivel de calidad que sirve como señal para sus contrapartes respecto de las características de sus procesos y productos. Según el enfoque de la valla de la calidad (Ghezzi *et al.*, 2021), esto es una vía de lograr ciertas capacidades mínimas para que las empresas puedan aprovechar de mejor manera las otras herramientas asociadas a una política de innovación en particular, o de desarrollo productivo en general.

Según la ENAPROCE de 2016, en México el 51% de las PYMES cumple con alguna norma o estándar. El número parece elevado, debido a que se computan también normas obligatorias, como pueden ser ciertas normativas sanitarias sin las cuales la empresa no puede operar legalmente. El verdadero diferencial lo aportan las certificaciones requeridas por el mercado, como las normas ISO, que son particularmente necesarias para participar activamente en CGV. De acuerdo con un estudio realizado en 2021 con motivo de estudiar obstáculos para el desarrollo de CGV estratégicas en el país y las oportunidades que emergían con el T-MEC, una gran proporción de PYME desconoce estos requisitos para participar en CGV (Filippo y Guaipatín, 2021). Hay aquí una falla de información a ser abordada.

Por otro lado, dar conformidad de estándares o certificarlos, es costoso. Esto tanto en términos de adaptación de procesos, como en términos pecuniarios. Para abordar esto último, un sistema de *vouchers* de adopción puede ser útil para inducir a las empresas a iniciarse en la adopción y certificación de estándares.

Por el lado de la oferta, es importante contar con un Sistema Nacional de la Calidad (SNC) optimizado y en buenas condiciones para brindar servicios relevantes para los tiempos modernos. En México, el centro gravitacional del SNC es el Centro Nacional de Metrología (CENAM), ubicado en Querétaro, el cual asiste a una red de más de 2.500 laboratorios de prueba y calibración en todo el país. Es esta red a la que acceden las empresas para dar conformidad de sus procesos con los estándares nacionales e internacionales. Pese a su relevancia y su reputación (es un líder regional, con reconocimiento mundial), el CENAM lleva ya años de desinversión, al punto de que se estima que muchos de sus servicios pueden dejar de operar si no se consigue reponer las máquinas con los que se proveen (CENAM, 2021). Adicionalmente a esto, el CENAM se encuentra fuertemente desactualizado en materia de los requerimientos de la industria 4.0. En este sentido, es importante que las inversiones adquieran una conducta proactiva. Por ejemplo, en el caso de la industria automotriz, que se encuentra actualmente migrando a la electromovilidad, el CENAM debe estar preparado para poder prestar los servicios necesarios para dar conformidad en los nuevos productos y procesos asociados a la producción del futuro.

Adopción del conocimiento

Facilitar el financiamiento

Conocer las tecnologías no lo es todo. Según la ENAPROCE, en 2016 el 26% de las PYMES que quisieron invertir en nuevas tecnologías no pudo hacerlo por falta de fondos. A su vez, el 88% no accede a financiamiento bancario, principalmente debido al alto costo, pero también al incumplimiento de requisitos. Tomando en cuenta esto, los dos factores principales que obstaculizan el acceso de las PYMES al crédito son la información asimétrica y la escala (Bloom *et al.*, 2019, Monge-Naranjo *et al.*, 2020).

Para el caso de una empresa joven sin historial crediticio ni colaterales, que solo tiene un proyecto innovador entre manos, el sistema bancario tradicional encuentra problemas para

poder otorgar un crédito a una tasa que resulte accesible. En cuanto a la escala, los costos de *screening* y evaluación son similares y hasta más costosos para PYME que para empresas grandes, lo cual las hace menos atractivas a las instituciones financieras. En la misma línea, las PYME generan mayores costos de transacción, en relación al monto del préstamo, en eventos de default.

Desde la política pública, se puede respaldar con garantías a los proyectos de adquisición de tecnologías. Por su parte, para proyectos más riesgosos (por ejemplo, de I+D), pueden otorgarse subsidios, debido a potenciales externalidades positivas. Esto último es cubierto parcialmente por la banca de desarrollo mexicana, que cuenta con unas seis entidades que atienden a diversos sectores. Entre ellas, NAFIN y BANCOMEXT tienen carteras dedicadas a apoyar a la competitividad de las empresas y su inserción en CGV, pero con un foco mayor en capital de trabajo que en procesos innovativos. En materia de financiamiento de largo plazo para innovación, la banca de desarrollo local aún tiene margen de crecimiento, para lo cual necesita, fundamentalmente, desarrollar nuevas capacidades de evaluación tecnológica.

Con todo, estas herramientas pueden no adaptarse a todas las empresas. Por ejemplo, las *startups* involucran inherentemente un alto nivel de riesgo, y requieren otro tipo de instrumentos. En estos casos, la política pública puede enfocarse en apoyar el desarrollo de otros instrumentos financieros (capital de riesgo, capital semilla, inversores ángeles).

La ciudad de México es el segundo ecosistema de startups en América Latina, después de Sao Paulo (Brasil). El país hospeda a más de tres mil empresas de este tipo (PwC, 2020), y lo cierto es que, por las fortalezas descritas al principio de esta nota, México tiene el potencial de consolidarse como un polo atractor de más emprendimientos de otros países de la región y el mundo. Para ello, una acción de política importante tendrá que ver con recrear una nueva gobernanza para coordinar los distintos mecanismos públicos y privados de fomento a las *startups*, dado el reciente cierre del Instituto Nacional emprendedor (INADEM) en 2019. De acuerdo con Tedesco *et al.* (2020), el INADEM ocupaba un rol central de coordinación del ecosistema, y desde la política pública deberá encontrarse una estrategia alternativa para llenar el vacío que deja su desaparición.

Propiciar un clima de negocios favorable

Existe un rango amplio de actividades innovadoras, con distintos niveles de incertidumbre asociados. Abordar un proyecto de I+D implica realizar gastos en actividades cuyo resultado no es conocido con antelación, pero también adoptar una nueva tecnología ya validada por el mercado puede traer aparejada cierta incertidumbre respecto de cuán útil acabará siendo ésta para la empresa. Es por eso que lo usual es que las empresas se involucren en actividades innovadoras solo después de tener debidamente cubiertas sus actividades con resultados menos riesgosos. Dado esto, contar con un clima de negocios favorable, que provea a las empresas certezas y reglas de juego claras resulta un requisito de base para habilitar los procesos innovativos de manera masiva.

En el *ranking* del Índice de Facilidad de Hacer Negocios del Banco Mundial para el año 2019, México ocupaba el puesto 60 entre 190 países. En general, México es visto como un país con una alta burocracia en la creación y el registro de nuevas empresas, así como en lo referente a sus esquemas fiscales (PwC, 2020, Filippo y Guaipatín, 2021). Según la Encuesta Nacional de Calidad Regulatoria e Impacto Gubernamental en Empresas (ENCRIGE) que realiza el INEGI (2021), el 28% de las unidades económicas consideraron que el marco regulatorio (entendiendo como tal a la realización de trámites y la atención de normas, licencias, permisos o inspecciones gubernamentales) resultó ser un obstáculo para el

cumplimiento de sus objetivos de negocio. A su vez, en 2020 el 46% consideró que las cargas de cumplimiento fueron iguales o mayores a las de 2019.

Actualmente, el gobierno se encuentra trabajando en distintas iniciativas que involucran innovación gubernamental para resolver estos problemas. Un ejemplo, apoyado por el BID, es el Expediente Electrónico Empresarial (EEE)¹⁹, que permitiría concentrar en un único portal el acceso a las distintas bases de datos gubernamentales que llevan los registros de las empresas mexicanas, evitando dobles requerimientos y emisiones innecesarias de documentos en papel.

IV. ¿Cómo poner este plan a funcionar? Una aplicación para el caso de los semiconductores

El primer mensaje que emerge tras la revisión de los tres ejes de acción propuestos en la sección anterior es que la política CTI es compleja. No solo por la variedad de herramientas y de problemas que deben identificarse, sino por los esfuerzos de coordinación que se requieren a todo nivel: entre lo público, entre lo público y lo privado, y entre lo público y lo público de otros países. Esto se debe a que el conocimiento opera en red, y solo con estos esfuerzos de coordinación es que se puede alcanzar su mayor aprovechamiento.

Siguiendo con la lógica del enfoque IOM, México debe ser capaz de identificar las misiones que le permitirán resolver desafíos o aprovechar oportunidades claves de desarrollo. Una de esas misiones puede ser la de fortalecer su posición en la CGV de semiconductores, lo cual tendrá efectos de ecosistema en las industrias estratégicas que son grandes demandantes de chips (automotriz, aeronáutica, electrónica). México ya cuenta con una posición en esta cadena, realizando algunas actividades de I+D (de la mano de un centro de *Intel* y de centros públicos como el INAOE o el CINVESTAV) y otras de testeado y ensamblaje de dispositivos por parte de empresas líderes como *Skyworks* o *Texas Instruments*. Partiendo de esta base, el país puede aprovechar el impulso de la política de Estados Unidos para fortalecer su ecosistema de talento local y lograr escalar (en el mediano plazo) a posiciones de mayor valor agregado en la cadena de semiconductores en sí y en las conexas que ya están en el país (Filippo *et al.*, 2022).

Para esto, se necesita establecer, dentro de la política pública, un esquema de implementación que consolide la agenda y permita mostrar a los actores de la cadena un compromiso que trascienda los ciclos políticos de gobierno. Para esta cadena en particular, el compromiso de gobierno es muy relevante, debido al perfil de largo plazo de sus inversiones y de la estabilidad que se demanda en las relaciones de proveeduría. El país debe ser capaz de garantizar estabilidad en varios frentes.

Respecto de las fortalezas de México para esta misión, en Filippo *et al.* (2022) se señala que el país cuenta con talento adecuado a un costo competitivo. Las empresas de la cadena con presencia en el país que desarrollan actividades de I+D tienen programas de formación y creación de talento en colaboración con las universidades locales. También existe conocimiento público, proveniente de centros públicos como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) o el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y electrónica (INAOE), que tienen relaciones comerciales con empresas claves de la cadena, y pueden dirigir esfuerzos de investigación a nichos relevantes para México.

¹⁹ <https://www.gob.mx/tuempresa/articulos/expediente-electronico>

Por su parte, las empresas de las cadenas conexas que demandan semiconductores pueden estar interesadas en involucrarse en la fabricación o financiación de iniciativas de producción de chips no tan complejos (conocidos como tecnologías *legacy*) que de todas maneras resultan críticos para sus procesos y productos²⁰.

En materia de transferencia de conocimiento, la modernización del CENAM es un aspecto clave para asegurar que el SNC pueda dar respuesta a las necesidades de las nuevas actividades y productos que el país pueda empezar a producir, tanto en semiconductores, como en otros productos derivados (como, por ejemplo, electromovilidad).

En cuanto a los aspectos de clima de negocios y financiamiento, México debe competir con los incentivos fiscales que los países asiáticos otorgan para la cadena. Hoy México es candidato a recibir inversiones de *backend* (testeo y ensamblaje), que son mucho más accesibles que las de *frontend* (fabricación de chips) en las tecnologías de frontera. La diferencia es de cientos de millones de dólares de inversiones frente a miles de millones de dólares. Una estrategia de política debe apuntar a coordinar los incentivos a nivel nacional y estatal para la atracción de inversiones (recientemente se han concretado inversiones conducidas individualmente por algunos estados de la federación, que no necesariamente estaban contempladas en los diálogos de alto nivel). Pero no solo se trata de “financiar el capital”, sino que también se debe garantizar un acceso constante y confiable a servicios públicos, y en especial a energías limpias, punto en el que puede haber otra misión específica para el país²¹.

Finalmente, esta coordinación debe incluir también a la normativa y la tramitología. En Filippo *et al.* (2022) se encontró que las empresas consideran engorroso y costoso (en tiempo) cumplimentar con la burocracia nacional. En cuanto a normativa, en un estudio del BID (actualmente en curso) sobre las oportunidades nacionales para proveer de insumos químicos de alta pureza a la cadena de los semiconductores, se encuentran oportunidades en segmentos de productos que actualmente son riesgosos para la salud humana (PFAS) y que, por tanto, son candidatos a ser reemplazados. Una agenda de investigación en esta materia, y una normativa de avanzada pueden poner a México en una posición diferencial en este eslabón de proveeduría.

V. Conclusiones y reflexiones finales

En esta nota técnica se abordó la faceta productiva de una posible agenda CTI para México. Como tal, debe contemplar de manera explícita los nuevos imperativos que cruzan a las políticas de desarrollo productivo. En este nuevo contexto, las ganancias de productividad *per se* ya no son el único objetivo, sino que se exige además cuidar los aspectos de la sostenibilidad y la resiliencia en la senda de desarrollo propuesta.

La importancia de una nueva agenda CTI para México radica no solo en considerar este nuevo contexto, sino también en poder dar una respuesta efectiva a los factores que impiden a las empresas mexicanas, especialmente las MIPYMES, ser más productivas y consolidar un proceso de crecimiento sostenible. Esta agenda deberá apuntar no solo a impulsar la creación de conocimientos que respondan a la idiosincrasia local de los problemas

²⁰ En algunas ocasiones, son tecnologías que todavía tienen dinamismo entre las grandes empresas de semiconductores; por ejemplo, Texas Instruments tienen plantas (*fabs*) en construcción en el estado de Texas, para *wafers* analógicos de 300nm. Pero existe espacio de que la producción o diseño de semiconductores se desplace hacia empresas que hoy son consumidoras de esos productos, como las del rubro automotor o electrónicas de consumo, que son cada vez más intensivas en esos bienes (y en especial, de los no tan sofisticados).

²¹ Actualmente, la producción de semiconductores tiene una huella de carbono que supera a la de algunas de las industrias más contaminantes. A esto se le suma su elevado consumo de agua (esto se da mayormente en el eslabón de *Frontend*) y la producción de residuos peligrosos (Filippo *et al.*, 2022).

productivos, sino también a generar las capacidades de difusión de estas ideas entre sus potenciales beneficiarios. De esta forma, se podrán atender los problemas de coordinación que aparecen tanto en la generación, como en la disseminación y adopción de las nuevas tecnologías.

Por lo tanto, una agenda de CTI no puede plantearse de manera unilateral desde las carteras científicas y productivas del gobierno, sino que debe incorporar activamente a otras dependencias de gobierno relevantes, a la academia y al sector privado. Se trata de un proceso complejo, con desafíos de coordinación y, sobre todo, de construcción de capacidades públicas y privadas (Cornick *et al.*, 2018; Andrews *et al.*, 2017; Rodrick y Stiglitz, 2024).

Los objetivos de una agenda CTI para un desarrollo inclusivo deben definirse tomando en cuenta las capacidades institucionales actuales del sistema nacional de innovación, y poniendo el foco en el aprendizaje continuo, de manera de lograr objetivos crecientes en ambición de impacto (Filippo *et al.*, 2023). En última instancia, los hacedores de política están nadando en un mar de “mejores prácticas” (de las que esta nota ofrece su propia versión), pero sin adecuadas capacidades para saber cuál usar en cada momento, ni cómo encarar un proceso gradual de puesta en marcha de la implementación que les permita probar hasta encontrar lo que realmente funciona en cada contexto, y luego escalarlo. A este respecto, vale destacar que las mejores prácticas son sólo una entre varias “canteras” a las que puede acudir para explorar ideas que sean candidatas a la resolución de problemas complejos. Otras fuentes pueden ser, por ejemplo, la exploración directa de soluciones nuevas obtenidas a partir de tareas específicas de exploración (como concursos de ideas de respuesta rápida), o las llamadas “desviaciones positivas”, es decir, aquellos casos que se salen de la norma y muestran un resultado excepcional (por ejemplo, una PYME muy exitosa en innovación, en un contexto muy poco propicio para ello), o incluso analizar cómo se pueden mejorar estrategias ya instaladas que no han dado aún resultados esperados.

No hay una forma única de construir una nueva agenda. Los agentes de CTI deberán encontrar los mecanismos más efectivos para lograr el objetivo común de lograr que el país se embarque en un nuevo proceso de crecimiento que incluya a todos los mexicanos: los que están hoy, y los de las generaciones que vendrán.

VI. Bibliografía

Alves, A. C., Vonortas, N. S., & Zawislak, P. A. (2021). Mission-Oriented Policy for Innovation and the Fuzzy Boundary of Market Creation: The Brazilian Shipbuilding Case. *Science and Public Policy*, 48(1), 80–92. <https://doi.org/10.1093/scipol/scaa059>

Andrews, M., Pritchett L., y Woolcock, M. (2017). Building State Capability: Evidence, Analysis, Action. Recuperado de: <https://bsc.hks.harvard.edu/publications/building-state-capability-evidence-analysis-action/>

Autor, D., Basu, K., Qureshi, Z., & Rodrik, D. (2022). An Inclusive Future? Technology, new dynamics and policy challenges. Recuperado de: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2022/05/Inclusive-future_Technology-new-dynamics-policy-challenges.pdf

Bloom, N., Van Reenen, J., & Williams, H. (2019). A Toolkit of Policies to Promote Innovation. *Journal of Economic Perspectives*, 33(3), 163–184. <https://doi.org/10.1257/jep.33.3.163>. CENAM (2021). Fortalecimiento del diagnóstico Programa Presupuestal E006. Desarrollo Tecnológico y Servicios Metrológicos para la Competitividad.

Cisera, X., Frías, J., Hill, J. y Li, Y. (2020). A Practitioner's Guide to Innovation Policy Instruments to Build Firm Capabilities and Accelerate Technological Catch-Up in Developing Countries. DOI: 10.1596/33269

Cornick, J., Fernández-Arias, E., Rivas, G. y Stein, E. (2018). Building Capabilities for Productive Development. BID. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0001182>

Crespi, G., & Dutrénit, G. (Eds.). (2014). *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-04108-7>

Cuilty, K., Muñiz Morales, A. y Gómez, E. (2020.) Mujeres eligiendo carreras STEM. Movimiento STEM.

Dutrénit, G., Natera, J., Vera-Cruz, A., Penna, C., y Radaelli, V. (2021). Capacidades institucionales en políticas de innovación orientadas por misiones en México: Estudios de caso sobre elección, diseño y evaluación de las políticas. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0003154>

Escamilla, E. (2022). ¿Currículum de 60 años? Las universidades y las credenciales alternativas. IDB Blogs. Enfoque Educación. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/educacion/es/universidades-credenciales-alternativas/>

Evenett, S., Jakubic, A., Martín, F. and M. Ruta (2024) The Return of Industrial Policy in Data. IMF Working Paper. Recuperado de <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/12/23/The-Return-of-Industrial-Policy-in-Data-542828>

Filippo, A. y Guaipatín, C. (2021). Modelo de intervención en las cadenas globales de valor de las industrias pesadas y otros sectores estratégicos en México. Nota técnica del Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0003756>

Filippo, A., Guaipatin, C., Navarro, L. y Wyss, F. (2023). Las políticas de desarrollo productivo frente a los nuevos imperativos de las cadenas globales de valor. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0005148>

García Dobarganes, P. y Torres-Tirado, F. (2022). ¿Dónde están las científicas? Brechas de género en Carreras STEM. Instituto Mexicano para la Competitividad. Disponible en: <https://imco.org.mx/en-mexico-solo-3-de-cada-10-profesionistas-stem-son-mujeres/>

Ghezzi, P. (2021). The quality hurdle: Towards a development model that is no longer industry-centric May 10, 2021 Charles Sabel. Recuperado de: https://charlessabel.com/papers/QualityHurdle_May-10-2021.pdf

Ghezzi, P., & García Carpio, J. M. (2022). Las MYPE en Perú: Saltando la valla de calidad para contribuir al crecimiento y al desarrollo. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0004258>

Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., y Simoes, A. (2014). The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity. Mit Press.

Hausmann, R., Pietrobelli, C. y Santos M. (2020). Place-specific Determinants of Income Gaps: New Sub-National Evidence from Mexico. CID Faculty Working Paper No. 343

Iacovone, L., Muñoz, R., Olaberria, E. y De la Paz, M. (2022). Productivity growth in Mexico: Understanding main dynamics and key drivers. Recuperado de: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099100103252224294/pdf/P17082908942250380867901fba9060dcbc.pdf>

Lasagabaster Latorre, M., Lopez-Córdova, E., Torres Coronado, J., Piedra Gonzalez, E., Millán, H., y Cenicerros, M. (2023). Mexico - Entrepreneurship Ecosystem Diagnostic (English). Washington, D.C.: Recuperado de: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099051623222013781/P177889077ff4b0f80b42d01ccdb32cd07e>

Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. Industrial and corporate change, 27(5), 803-815. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>

Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford Univ. Press.

PwC (2020). Ecosistema de Startups en México. Recuperado de: <https://www.strategyand.pwc.com/mx/es/ecosistemas-de-startups-en-mexico.html>

Rodrik, D. y Stiglitz, J. (2024). A New Growth Strategy For Developing Nations. Recuperado de: <https://www.hks.harvard.edu/centers/mrcbg/programs/growthpolicy/new-growth-strategy-developing-nations>

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65. <https://doi.org/10.2307/1884513>

Syversen, C. (2011). What Determines Productivity? *Journal of Economic Literature*, 49(2), 326–365. <https://doi.org/10.1257/jel.49.2.326>

Tedesco, M., serrano, T., Sánchez, V., Ramos, F. y Hoffecker, E. (2020). Ecosistemas de Emprendimiento Basados en Innovación en Iberoamérica: Resumen ejecutivo Ciudad de México. MITD-Lab. Recuperado de: <https://d-lab.mit.edu/resources/publications/ecosistemas-de-emprendimiento-basados-en-innovacion-en-iberoamerica-0>