

Recibido: Enero, 2021
Aceptado: Abril, 2021

Políticas públicas en ciencias en México: Una revisión crítica

Sciences Public policies in México: a critical review

Jhoana Méndez Ramírez¹
Germán Cabrera Sánchez²

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar y comparar la planificación, ejecución y desempeño de las políticas públicas en ciencias en México, China, Japón y Corea del Sur considerando el contexto tecnológico y las formas de producción globalizadas. Mediante una revisión bibliográfica en las bases de datos *Web of Science*, *Google* y *Google Scholar*, se seleccionaron publicaciones sobre el tema. Los resultados muestran que México presenta un rezago en el número de publicaciones en ciencias debido a la falta de presupuesto en investigación científica y la fuga de capital humano altamente capacitado. La escasez de publicaciones sobre políticas en ciencias es una limitante para analizar su desempeño en México. Sin embargo, con este trabajo se destaca la relevancia del tema, concluyendo que se requiere un replanteamiento de las políticas públicas en ciencias mexicanas.

Palabras clave: Políticas públicas; Ciencia; México.

Clasificación JEL: O31, O38, O57.

¹ Doctorante del Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad en Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

² Maestro en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México y profesor de asignatura en la Universidad Tecnológica de México.

Abstract

The objective of this work is to analyze and compare the planning, execution and performance of public policies in science in Mexico, China, Japan and South Korea considering the technological context and the forms of globalized production. Through a bibliographic review in the Web of Science, Google and Google Scholar databases, publications on the subject were selected. The results show that Mexico presents a lag in the number of science publications due to the lack of budget for scientific research and the flight of highly trained human capital. The scarcity of publications on science policies is a limitation to analyze its performance in Mexico. However, this work highlights the relevance of the topic, concluding that a rethinking of public policies in Mexican sciences is required.

Key words: Public politics; Science; Mexico

Introducción

La pandemia por covid-19 ha impactado en todos los ámbitos de la vida y el desarrollo tecnológico ha sido un eje para hacer frente a la emergencia. Las formas de producción globalizadas se han visto vulnerables ante esta crisis, pese a que las cadenas globales de valor (CGV) fomentan la transferencia tecnológica, el aprendizaje y la innovación, pueden impulsar empleos y oportunidades de negocios. Por ello es importante incentivar las redes de comercio internacional para que las tecnologías sigan mejorando y abaratándose. Algunos países han planteado estrategias para sobreponerse a los estragos causados por la pandemia. Bajo este contexto, resalta la necesidad de una reformulación de políticas que apoyen la recuperación dirigida al desarrollo tecnológico e investigación, dentro de una red de producción altamente integrada y considerando que la pandemia aceleró la incorporación tecnológica y digital en los procesos productivos, educativos y sociales. No obstante, el impacto tecnológico también requiere el desarrollo de las habilidades demandadas por las nuevas tecnologías y en algunos países existe una brecha tecnológica y digital que puede limitar el aprovechamiento de las innovaciones y tecnologías. Por ello son necesarias políticas que garanticen la posibilidad de aprovechar los beneficios de la innovación y tecnología que prometen mayores

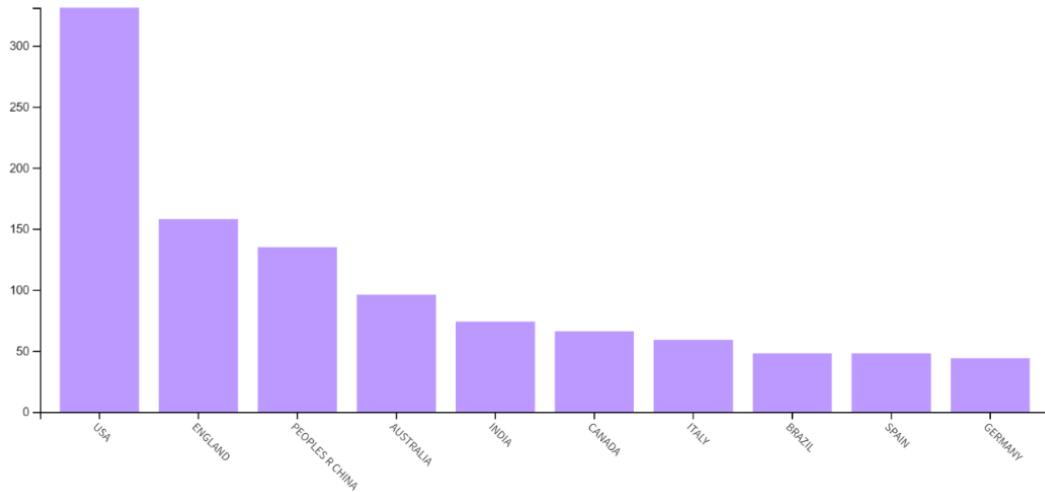
beneficios sociales y ambientales. Países como China, Japón, Corea del Sur y México destinaban un porcentaje similar del PIB a la investigación, innovación y desarrollo tecnológico en los años 80. La mayoría de los países mencionados, excepto México, han incrementado el porcentaje destinado a innovación y desarrollo tecnológico, de la mano de una reestructuración de políticas y han obtenido un desarrollo constante en materia tecnológica. El objetivo de este artículo es analizar y comparar la planificación, ejecución y desempeño de las políticas públicas en ciencias en México considerando los efectos de la pandemia por covid-19, las formas de producción globalizadas y los posibles desafíos y oportunidades asociados con las tecnologías.

Metodología

Para indagar sobre los estudios sobre políticas públicas a raíz de la pandemia por covid-19 realizados en el mundo, se llevó a cabo una consulta en la base de datos de *Web of Science* (WOS) utilizando la estrategia de búsqueda avanzada TS = (COVID-19) AND TS = (TECHNOLOGY POLICIES). Se obtuvieron 1125 artículos publicados del año 2020 al 2021. Utilizando la herramienta de análisis de resultados de WOS, se hizo una observación por región y país donde fue posible observar los 10 primeros lugares en publicaciones. Como se observa en la figura 1 el primer lugar lo ocupa Estados Unidos de Norte América con alrededor del 28.7% de los 1125 artículos publicados en el mundo, en segundo lugar, Inglaterra con el 13.6% y en el tercer lugar China con aproximadamente 11.7%, cabe mencionar que México ocupa el lugar 40 con alrededor del 1%.

Pese a que se obtuvieron 1125 artículos, la mayoría de estos no incluían la palabra políticas. De acuerdo con Niño et al. (2021) el área disciplinar donde se generan muy pocas contribuciones es el área de políticas públicas. Se optó por filtrar por categoría y seleccionar las categorías de ciencia política y administración pública. Una vez realizado el filtro había 86 resultados, se realizó una selección uno a uno de los títulos relacionados con las palabras: políticas, públicas y ciencia. Fueron identificados y descargados 20 artículos que hacen referencia a las palabras buscadas, se realizó una revisión de los resúmenes de los 20 artículos identificados, en esta revisión bibliográfica se incluyen las aportaciones de 13 autores, que encaminaron sus investigaciones al análisis de políticas públicas en ciencias. De los 7 documentos descartados, algunos no son de acceso abierto y otros no incluían la temática de políticas en el resumen.

Figura 1. Comparativo del número de publicaciones en políticas en tecnología en el contexto del covid-19.



Datos obtenidos de *Web of Science*, consultados a diciembre de 2021.

También se realizaron búsquedas en *Google* y *Google Scholar*, con las palabras “*Science politics*”, “*science politics in China*”, “*science politics in Japon*” y “*science politics in Corea*”. Se obtuvieron múltiples resultados relacionados con políticas de ciencia de cada país consultado, se descargaron alrededor de 200 artículos, se realizó una primera selección por fecha, seleccionando los artículos publicados a partir del año 2015 y subsecuentes. Se realizó una segunda selección leyendo el título y resumen, de estos se seleccionaron únicamente los artículos enfocados en las políticas públicas en ciencias. La lista de artículos final fue de alrededor de 50 y el ultimo filtro se realizó mediante la lectura de los artículos completos para identificar las ideas orientadas al tema de interés. De esta segunda búsqueda se incluyen 5 autores; los 45 artículos restantes fueron descartados ya que se enfocaban en políticas para la investigación de materiales raros y políticas en seguridad.

La relación entre ciencia, tecnología e innovación con las cadenas globales de valor

Debido a las medidas de distanciamiento social y confinamiento originadas por el covid-19, se han impulsado un uso masivo de soluciones digitales, acelerando la transición hacia la digitalización de bienes y procesos, centrados en la innovación, con el objetivo de recuperar las capacidades nacionales y reducir la dependencia del comercio de bienes y servicios relacionados con emergencias. La forma de producción actual mediante cadenas globales de valor (CGV) ha recibido atención a raíz de eventos como la pandemia por covid-19, pues ha puesto de manifiesto el riesgo de un mercado global entrelazado que al presentarse un desastre natural inesperado vulnera la producción mundial. En algunos países asiáticos se han planteado estrategias de resiliencia para sobreponerse en las operaciones y lejos de revertir los patrones de globalización han acelerado dos tendencias en la cadena de suministro global. Primero, las empresas líderes aprovecharon la crisis para consolidar aún más su base de suministro fortaleciendo la relación estratégica comprador-vendedor, para garantizar la continuidad de las operaciones con interrupciones mínimas del servicio. Segundo, cuando la demanda se recupera después de una crisis, el crecimiento del comercio intrarregional crea oportunidades para que las nuevas empresas se actualicen a las CGV. Es en este punto cuando el apoyo del gobierno es importante para los sistemas de alerta temprana, el intercambio de información, el desarrollo de capacidades y el apoyo técnico (Anbumozhi & Kalirajan, 2021).

Para Auboin et al. (2021) la intervención del gobierno en la innovación, deja duda sobre cuáles son los instrumentos de política nuevos y cuales son una adaptación de los ya utilizados. Las políticas de datos, medidas de apoyo a la innovación y desarrollo (I+D), como exenciones fiscales para apoyar la innovación digital específica, la creación y difusión de habilidades y conocimientos; los incentivos a la inversión y la promoción de la propiedad intelectual son instrumentos que forman parte integral de la economía. Lo nuevo es una mejor articulación de políticas que apoyen el establecimiento de una nueva cadena de suministro “digital”, que incluya infraestructuras y conectividad de telecomunicaciones e Internet, las redes necesarias para emprender el comercio electrónico y otros servicios digitales; y el conjunto de habilidades necesarias para participar en la economía digital como productor de

aplicaciones locales. Los autores concluyen que la participación en las CGV propicia la difusión de tecnología, ya que la producción compartida internacional requiere interacciones cara a cara e implica un alto grado de interdependencia entre proveedores y consumidores que facilita la transferencia de conocimientos.

El covid-19 ha tenido efectos importantes en las CGV en todos los sectores industriales debido al cierre de fronteras, la escasez de componentes y paros en las fábricas. Aunado a esto, los incentivos gubernamentales para reubicar la fabricación pueden empeorar la situación, debido a que las redes de comercio e inversión transfronterizos mantienen bajos los costos y fomentan el aprendizaje y la innovación. Por un lado, los gobiernos pretenden crear puestos de trabajo y promover la competitividad nacional. Sin embargo, también es importante la protección de las redes de comercio internacional en tecnologías, para garantizar que sigan mejorando y abaratando lo más rápido posible. Si una empresa o nación es propietario de un componente clave en una cadena de suministro, ésta puede convertirse en un representante de las rivalidades geopolíticas. Menos globalización no puede ser la respuesta, las estrategias deben promover la investigación y el desarrollo tecnológicos, y crear demanda en áreas prometedoras y nichos competitivos, para impulsar empleos y oportunidades de negocio en casa (Goldthau & Hughes, 2020).

Políticas públicas en ciencias

De acuerdo con Anbumozhi & Kalirajan (2021) para mejorar la resiliencia de las empresas es necesario construir una nueva infraestructura digital y unirse a acuerdos y estándares internacionales para toda la industria. Las nuevas tecnologías están transformando la cadena de suministro tradicional, permitiendo a las organizaciones conectarse con sus redes de proveedores para permitir colaboración, trazabilidad y agilidad optimizando costos. Las tecnologías digitales avanzadas, como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica, la cadena de bloques, la computación cognitiva, la realidad virtual y aumentada, permiten anticipar y enfrentar los futuros desafíos competitivos y de resiliencia. No obstante, este proceso de transformación requiere inversión en personas, habilidades e infraestructura digital de alta calidad y el fomento de vínculos sólidos entre la industria y la universidad. La formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación

(CTI) está entrando en una nueva era en el siglo XXI dentro de una red de producción altamente integrada, lo que hace que sea más difícil capturar el impacto de la inversión en I+D desde un enfoque basado en evidencia, pero hace indispensable una reformulación de políticas dirigido al desarrollo tecnológico e investigación.

Por otro lado Burgess & Connell (2020) resaltan la preocupación asociada con la pérdida de empleos a causa de la automatización de la producción originada por la revolución tecnológica. El impacto tecnológico en el trabajo y las habilidades que demandan las nuevas tecnologías son aspectos que no se pueden dejar de lado puesto que la automatización de las tareas implica cambios en términos de control, autonomía y requieren nuevas habilidades. Las tecnologías de Internet han impactado los horarios y espacios de trabajo a través del trabajo en línea. Estos cambios resaltan la importancia de anticipar las futuras necesidades, habilidades y nuevas alternativas de trabajo. Al mismo tiempo se enfrentan obstáculos dados por el acceso a las nuevas tecnologías que está determinado por los niveles educativos, favoreciendo a los más educados y reforzando las desigualdades existentes. Otros desafíos presentes son los desajustes entre la educación y las habilidades demandadas por los empleadores; los obstáculos organizativos, culturales y políticos. Bajo este contexto, las políticas vinculadas a la formación y la educación, el apoyo a la investigación y el desarrollo, la provisión de infraestructura para apoyar la tecnología digital y las cadenas de suministro integradas se vuelven cruciales en el desarrollo de los países. La pandemia de covid-19 realzó las diferentes capacidades y necesidades de los países para apoyar y coordinar respuestas efectivas. La interrupción en mercados e industrias a causa de la pandemia de covid-19 ponen de manifiesto la necesidad de políticas que garanticen a los gobiernos la posibilidad de aprovechar los beneficios de las innovaciones y tecnologías que prometen los mayores beneficios sociales y ambientales.

La pandemia por covid-19 ha puesto de manifiesto que los bajos niveles de inversión en conocimiento resultan en una infraestructura de ciencia y tecnología limitada. Evidenció que para los países de Iberoamérica la mayor parte del gasto en I+D es financiado y ejecutado por el sector público, generando una pobre dinámica innovadora entre las empresas y concentrando la modernización mediante la importación. También mostró que la brecha tecnológica se expande cada año y algunas empresas compiten en el comercio internacional con problemas tecnológicos y una estructura de conectividad muy por debajo de los

países desarrollados. No obstante, Iberoamérica cuentan con capacidades acumuladas en ciencia tecnología e innovación (CTI) y similitudes geográficas, culturales e institucionales, que pueden contribuir en la articulación de una estrategia para fortalecer los vínculos del sistema de investigación (Álvarez et al., 2020).

La crisis del covid-19 es también un llamado a repensar cómo los procesos de CTI podrían colaborar en la generación de nuevas soluciones, donde se señala que la inclusión de agentes heterogéneos que incluyan generadores de conocimiento del sector público, el sector productivo, la comunidad científica y los proveedores de servicios de salud para contribuir los desafíos del desarrollo. Para Álvarez et al. (2020) la sostenibilidad -social, medioambiental y económica- va de la mano de la transformación digital de las economías y sociedades, potenciada por la inteligencia artificial, el *big data*, la cadena de bloques y la computación cuántica. Otro aspecto impactante que ha resaltado la pandemia, son los efectos sobre la potencial reconfiguración de las CGV donde el lugar central de China en la evolución de la globalización invita a repensar y discutir la pertinencia de una mayor diversificación productiva.

Como mencionan López & Martín (2002), los procesos de innovación y desarrollo se llevan a cabo en un contexto integrado con elementos de naturaleza técnica, política, cultural, económica y social; donde los desarrollos tecnológicos pueden tener diferentes usos, riesgos e impactos. Por ello es necesaria una evaluación de los posibles efectos de las tecnologías en la sociedad. La ciencia tiene múltiples efectos en la sociedad, el conocimiento, la salud, la economía, la educación y en el desarrollo de los países. No obstante, algunos gobiernos no desarrollan su propia ciencia en beneficio para salvaguardar a la población y la naturaleza (Vessuri, 2006). Posterior a la pandemia por covid-19 se evidencia la importancia de la investigación y desarrollo científico; con ello también resalta la necesidad de crear políticas de desarrollo científico y tecnológico capaces de regular los intereses de las empresas multinacionales, el beneficio social y la protección ambiental.

China y su política en ciencias

De acuerdo con Serger et al. (2021) & Xie et al. (2014) el crecimiento científico en China se puede explicar debido a la combinación de inversión pública y privada; las prioridades políticas y gubernamentales, así como las ventajas que ofrece la globalización y la apertura de la investigación internacional. La política de puerta abierta para los estudiantes, mediante el fomento al estudio en el extranjero; incentiva el apoyo para resolver problemas sociales, económicos y del sistema de investigación. Cuando los estudiantes regresan, se les ofrecen posiciones permanentes de investigación, con salarios competitivos a nivel internacional.

El porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) destinado a la I+D por China en 1980 era menos del 1%, para 2020 esté país destinó 2.4% del PIB. China en 2019 destinó 514.8 billones de dólares en investigación y desarrollo, cerca de los 612.7 billones de dólares invertidos por Estados Unidos y más que los 390.5 billones invertidos por la Unión Europea. Las universidades en China han conseguido las mejores posiciones a nivel internacional y para 2018 generó 49 mil quinientos doctores en ciencias, comparados con los 45 mil formados en la Unión Europea y más que los 42 mil generados en Estados Unidos. No obstante, el tamaño de la población en China representa alrededor de 2.7 veces la población de Estados Unidos y alrededor de 4 veces la población de la Unión Europea. Aunque en 2018 China incrementó el número de investigadores a 1.87 millones, estos representaron 2.3 por cada mil habitantes. Esté continua siendo un número bajo, comparado con alrededor de 4 investigadores por cada mil habitantes de la Unión Europea o Estados Unidos (BM, 2021) cabe destacar que las políticas públicas del gobierno han impulsado el desarrollo científico en China y actualmente es el país que publica más artículos científicos. De acuerdo con O'Meara (2019) el financiamiento de los científicos chinos depende de la cantidad de artículos publicados en revistas de alto impacto y consecuentemente el volumen de la investigación en ciencia en China se ha incrementado en la última década. Adicionalmente el gobierno alienta a los científicos a iniciar sus propios negocios, promueve la participación de empresas *spin-off*³ y han incrementado los recursos económicos destinados al desarrollo de la ciencia. Los

³ Las empresas *spin-off* surgen a partir de: a) investigadores de universidades u otras organizaciones del sector público; b) licencias de explotación de tecnologías creadas en el sector público; y c) la participación directa de fondos públicos, o que fueron creadas a partir de instituciones públicas de investigación (Maldonado-Sada et al., 2019).

responsables de la formulación de políticas públicas en China impulsaron proyectos para aprovechar la información almacenada en las bases de datos de ese país sobre el comportamiento y composición de los materiales; con el objetivo de producir rápidamente y al menor costo posible materiales de calidad, con estas acciones China ha tenido un notable desarrollo científico y se ha vuelto un eslabón importante en las CGV.

Posterior al covid-19 el modelo de desarrollo de China cambió a favor de una estrategia de “doble circulación” con la que China debería convertirse en un proveedor global de nuevas tecnologías dejando detrás su papel de “fábrica global”. De acuerdo con Dynkin & Telegina (2021) en 2020 (según el FMI a precios corrientes), China superó a Rusia en términos de PIB per cápita (\$ 10 582 versus \$ 9 972), como consecuencia de las variaciones del tipo de cambio pero también se atribuye a altas tasas de cambio tecnológico y crecimiento económico. Los autores no dejan de lado el efecto multiplicador que puede generar el gasto en innovación para defensa. Economías como Estados Unidos de Norte América y la Unión Europea no pierden de vista el gasto en defensa derivado del conflicto con Rusia. Por lo que para algunas naciones el presupuesto destinado a investigación y desarrollo va de la mano con proyectos de defensa.

Política en ciencias de Corea del Sur

Para Corea del Sur las causas de éxito se atribuyen a la combinación de factores socioculturales, geoestratégicos, financieros y comerciales; con un sistema jurídico fundamentado en la capacitación laboral, la educación continua, la investigación y el desarrollo de patentes que incentivan desarrollos científicos y tecnológicos. En Corea existen alrededor de 200,000 investigadores, que representan aproximadamente 12,8 investigadores por cada mil empleados, un número superior al de China, Estados Unidos y la Unión Europea. Del total de investigadores coreanos, alrededor del 25% fueron empleados por universidades. Sin embargo, la participación de investigadores en la empresa privada es cuatro veces mayor que los que participan en la academia. Este incremento en la participación privada se debe a que alrededor del 70% del gasto en innovación y desarrollo proviene del sector privado. Corea del Sur incentiva la inversión del sector privado en materia de ciencia y tecnología, pero con la intervención del estado para corregir los desperfectos del mercado. Esta elevada

participación privada, incrementa el número de patentes otorgadas a las empresas que invierten en los proyectos de I+D. Esto ha dado como resultado que Corea posea un escaso número de publicaciones, pero un elevado número de patentes. La inversión en innovación y desarrollo coreana representa alrededor del 3.7% del PIB, un porcentaje más elevado que el destinado por China, y con un mayor número de registro de patentes que Estados Unidos. Derivado de la fuerte colaboración de Corea, Estados Unidos y Japón, la movilidad de académicos y estudiantes entre estos países es muy dinámica, con ello se favorece la participación en proyectos de investigación, el intercambio tecnológico y de *know how*, que la catalogan como una economía basada en el conocimiento (Rubio & Ntumbua, 2013).

El caso de Japón

Similar a las políticas de China y Corea del Sur, Japón ha implementado políticas para el desarrollo basado en la inversión en ciencia y tecnología; mediante la priorización del financiamiento, un sistema de comunicación entre los actores privados y gubernamentales, así como la evaluación científica independiente. Japón es uno de los países que ha dedicado más recursos e investigación para disminuir la emisión de dióxido de carbono, promoviendo el desarrollo de energías limpias; este elemento fomenta la investigación en materia ambiental con una visión futurista que coloca a Japón como líder en la investigación en materia ambiental. Japón destina alrededor del 3.2% del PIB en ciencia y tecnología, este porcentaje está por debajo de lo destinado por Corea. Sin embargo, es notable que los países que invierten en I+D han conseguido desarrollo científico-tecnológico y consecuentemente desarrollo económico y mejora social (Boncheva et al., 2016).

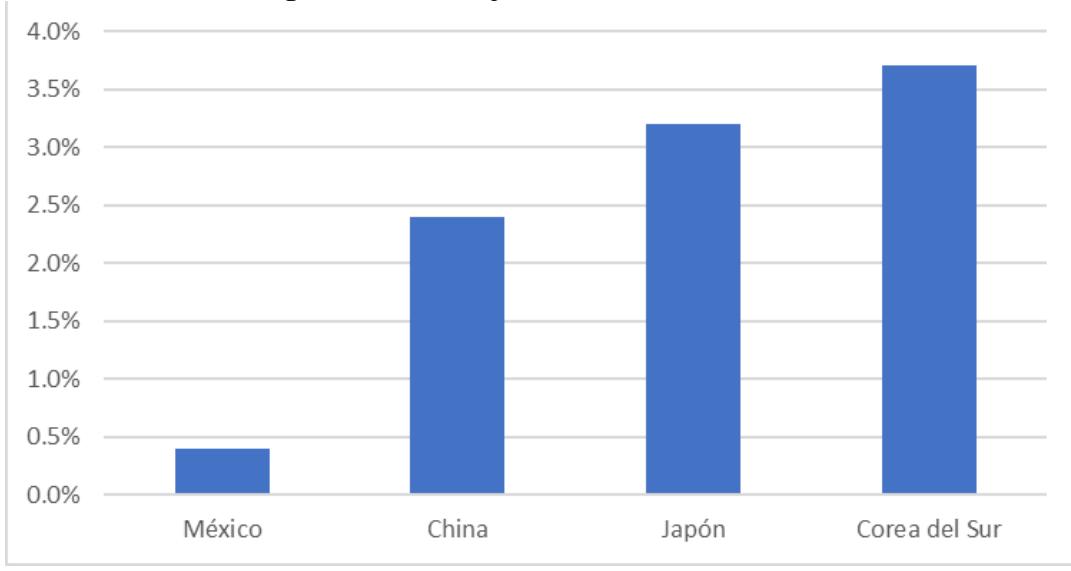
La política en ciencias de México

En el caso de México, a partir de 1980 y con el objetivo de integrar la I+D al sector empresarial y gubernamental se comenzó con una reestructuración y modificación de las políticas públicas científicas y tecnológicas del país. Para finales de la década de los años noventa, México obtuvo un financiamiento del Banco Mundial por \$ 700 millones USD, destinados a la investigación científica y tecnológica, la vinculación de universidades con empresas, y la

reestructuración de los centros de investigación públicos. Estas acciones tenían el objetivo de incrementar la competitividad en materia de conocimiento y desarrollo tecnológico recomendadas por la OCDE (Foladori, 2013).

Entre los años 2000 y 2006, durante la administración de Vicente Fox se llevaron a cabo la mayoría de las recomendaciones en Ciencia y Tecnología (C&T) sugeridas por la OCDE. Sin embargo, la recomendación de por lo menos 1% del PIB aún no alcanzaba el 0.5% destinado a I+D. Adicionalmente la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) influyó notablemente en el modelo C&T de México. Dado que el TLCAN, promueve la facilidad de realizar inversiones en los países socios, con mínimos requisitos y sin la obligación de realizar transferencia tecnológica; se crearon programas de incentivos fiscales para empresas que invirtieron en C&T, orientando el desarrollo tecnológico a los intereses del mercado. Otro aspecto importante es la infraestructura científica, Estados Unidos capacita alrededor de 50 mil doctores por año, Brasil prepara 11 mil y México 3 mil que probablemente no tendrán un lugar en el cual puedan aplicar lo que han aprendido (Zayago, 2013; Zayago et al., 2014).

Figura 2. Porcentaje del PIB destinado a I+D.



En cuanto al presupuesto del PIB destinado para el desarrollo de C&T en la figura 2 se contrastan los porcentajes de México, China, Japón y Corea del Sur (CEFP, 2020). Es importante notar que, aunque Corea destina 3.7% del PIB, no se encuentra entre los países con mayor número de artículos en ciencias; sin

embargo, es uno de los países con mayor número de patentes. Por otro lado, en México se capacita alrededor de 3 mil doctores al año, un número de investigadores muy inferior a la cantidad de doctores de China y Corea. Adicionalmente en México no hay suficientes posiciones en investigación bien remuneradas y consecuentemente la mayoría de los investigadores generados en el país se encuentran en el extranjero. La disponibilidad de recursos financieros e instalaciones ha generado un aumento rápido en los resultados científicos en China, Corea y Japón y la calidad de los experimentos se ven reflejados en el desarrollo científico y económico. Para los científicos mexicanos los plazos y los costos para experimentación en ciencias se ven limitados por la disponibilidad presupuestal y la infraestructura (Lu, 2015; Suarez & Dutrenit, 2015; Zayago, 2013; Zayago et al., 2014).

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación en México se han caracterizado por los bajos niveles de inversión y una limitada infraestructura. A raíz de la crisis del COVID-19 se evidenció la dependencia del Estado Mexicano, hacia el conocimiento y desarrollo científico de otras naciones y resaltó la necesidad de una inversión sostenida en infraestructura científica, en ciencia básica y aplicada para la atención eficiente de la crisis. Fue notable la posición de China tanto en el desarrollo científico como en las CGV para el suministro de dispositivos médicos, vacunas y microchips. China mostró que es un país orientado al desarrollo tecnológico y un ejemplo clave para analizar la política en ciencia y tecnología mexicana (Álvarez et al., 2020).

Conclusiones

China se encuentra dentro de las primeras posiciones en publicaciones en ciencias, debido al incremento constante del presupuesto a la investigación y desarrollo científico, el fomento de formación y colaboración de estudiantes e investigadores en el extranjero, así como la oferta de posiciones de investigación con salarios competitivos. Corea genera un número considerable de patentes que impulsan la inversión privada y con ello los recursos necesarios para el desarrollo científico de ese país. Japón cuenta con una posición notable en el desarrollo de ciencia en materia ambiental y energías limpias. Analizando el desempeño mexicano es evidente la necesidad de incrementar los recursos destinados a I+D, así como fortalecer la transferencia tecnológica internacional y fomentar el intercambio de estudiantes, científicos y académicos.

México puede tomar como ejemplo las políticas públicas en ciencias chinas, coreanas y japonesas para incrementar sus capacidades científicas y desarrollar más proyectos que le permitan un mejor desempeño científico y tecnológico. La falta de presupuesto mexicano en ciencias y la falta de posiciones bien remuneradas ha generado fuga del capital humano altamente capacitado y un rezago en el número de publicaciones científicas, que manifiesta un retraso en la investigación. La dependencia del desarrollo científico de México, hacia otras naciones, en gran medida tiene como origen el desempeño ineficiente de las políticas públicas en ciencias. Por lo tanto, se requiere un replanteamiento de las políticas públicas en ciencias mexicanas que considere el contexto tecnológico y las formas de producción actual, sin dejar de lado las brechas tecnológicas y digitales existentes. Las CGV pueden ser vistas como una estrategia de difusión de tecnología, donde el apoyo del gobierno es importante para mejorar la articulación de las tecnologías que ya forman parte de las formas de producción y comunicación. La formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación deben considerar que las CGV forman una red de producción altamente integrada y es necesario construir una nueva infraestructura digital y unirse a acuerdos y estándares internacionales. Considerando que la brecha tecnológica se expande cada año y la estructura de conectividad en México tiene un rezago, se requieren políticas vinculadas a la formación y la educación, el apoyo a la investigación y el desarrollo, la provisión de infraestructura para apoyar la tecnología digital y las cadenas de suministro integradas se vuelven cruciales para el desarrollo. Es indispensable una reformulación de políticas dirigido al desarrollo tecnológico e investigación que garanticen la sostenibilidad social, medioambiental y económica.

Referencias

- Álvarez, I., Natera, J. M., & Suárez, D. (2020). Science, technology and innovation policies looking backwards, forwards and beyond: Developmental challenges and opportunities for Ibero-America in the era of COVID -19. *Revista de Economía Mundial*, 56. <https://doi.org/10.33776/rem.v0i56.4862>
- Anbumozhi, V., & Kalirajan, K. (2021). Building innovative, inclusive and resilient global value chains. *Journal of Social and Economic Development*, 23(S3), 439–446. <https://doi.org/10.1007/s40847-021-00170-0>
- Auboin, M., Koopman, R., & Xu, A. (2021). Trade and innovation policies: Coexistence and spillovers. *Journal of Policy Modeling*, 43(4), 844–872. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2021.02.010>
- BM. (2021). *Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)*. Banco Mundial. https://datos.bancomundial.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?end=2018&most_recent_year_desc=false&start=1996&view=chart
- Boncheva, A., Becerra, M., Mendoza, E., Rangel, J., & Uscanga, C. (2016). *Las políticas gubernamentales de ciencia y tecnología en el Asia Pacífico en la posguerra: Los casos de Japón y Corea del Sur*. 34.
- Burgess, J., & Connell, J. (2020). New technology and work: Exploring the challenges. *The Economic and Labour Relations Review*, 31(3), 310–323. <https://doi.org/10.1177/1035304620944296>
- CEFP. (2020). *Evolución de los Recursos Federales Aprobados para la Ciencia y el Desarrollo, 2012-2021* (Nota Informativa Núm. 0682020). Cámara de Diputados. <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/nota/2020/notacefp0682020.pdf>
- Dynkin, A. A., & Telegina, E. A. (2021). Globalization and the World Order in the New Realities of the Post-COVID World. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 91(4), 414–418. <https://doi.org/10.1134/S101933162104002X>
- Foladori, G. (2013). Nanotechnology Policies in Latin America: Risksto Health and Environment. *NanoEthics*, 7(2), 135–147. <https://doi.org/10.1007/s11569-013-0178-2>
- Goldthau, A., & Hughes, L. (2020). Protect global supply chains for low-carbon technologies. *Nature*, 585(7823), 28–30. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02499-8>

- López, J., & Martín, M. (2002). Evaluación de tecnologías en el contexto social. En *Tecnología, civilización y barbarie* (Primera, pp. 336–358). Anthropos.
- Lu, G. M. (2015). China at the forefront of chemical and materials sciences. *National Science Review*, 2(2), 127–127. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwv015>
- Maldonado-Sada, M. T., Caballero-Rico, F. C., & Ruvalcaba-Sánchez, L. (2019). Retos para las spin-off académicas en México como resultado de la valorización económica de I+D+i de las universidades. *CienciaUAT*, 14(1), 85. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1136>
- Niño, S., Castellanos, J., & Huerta, L. (2021). Implicaciones de la COVID-19 en la educación escolar; una revisión temprana de los artículos publicados en revistas académicas. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 30(59), 20–40. <https://doi.org/10.20983/noesis.2021.1.2>
- O'Meara, S. (2019). The materials reality of China. *Nature*, 567, 6.
- Rubio, J., & Ntumbua, T. (2013). *La legislación como instrumento del desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación: El caso de Corea del Sur*. 17.
- Serger, S., Cao, C., Wagner, C., Goenaga, X., & Jonkers, K. (2021). What Do China's Scientific Ambitions Mean for Science and the World? *Issues in Science and Technology*.
- Suarez, M., & Dutrenit, G. (2015). The role of policy incentives in the reproduction of asymmetries within nanotechnology knowledge networks. *Science and Public Policy*, 42(1), 59–71. <https://doi.org/10.1093/scipol/scu005>
- Vessuri, H. (2006). Gobernabilidad del riesgo de la convergencia tecnológica. *CINVESTAV*, 10.
- Xie, Y., Zhang, C., & Lai, Q. (2014). China's rise as a major contributor to science and technology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(26), 9437–9442. <https://doi.org/10.1073/pnas.1407709111>
- Zayago, E. (2013). The Social Relevance of Nanotechnology in Mexico. *Sociología y Tecnociencia*, 24.
- Zayago, E., Frederick, S., & Foladori, G. (2014). Twelve years of nanoscience and nanotechnology publications in Mexico. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(1), 2193. <https://doi.org/10.1007/s11051-013-2193-1>