

Economía digital e inteligencia artificial en México

Efectos en la política económica

Tomo
II

Irma Delgado Martínez
Eric Hernández Ramírez
(Coordinadores)



ECONOMÍA DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MÉXICO.
EFECTOS EN LA POLÍTICA ECONÓMICA
TOMO II





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda

Secretaria General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Dr. Miguel Armando López Leyva

Coordinador de Humanidades



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Dr. Armando Sánchez Vargas

Director

Dr. José Manuel Márquez Estrada

Secretario Académico

Dra. Nayeli Pérez Juárez

Secretaria Técnica

Mtra. Graciela Reynoso Rivas

Jefa del Departamento de Ediciones

ECONOMÍA DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MÉXICO. EFECTOS EN LA POLÍTICA ECONÓMICA

TOMO II

Irma Delgado Martínez
Eric Hernández Ramírez
(Coordinadores)

Armando Sánchez Vargas
José Manuel Márquez Estrada
(Coordinadores de la colección)



UNAM
*Nuestra gran
Universidad*



Primera edición digital en pdf, diciembre 2024

D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Ciudad Universitaria, Coyoacán,

04510, Ciudad de México.

Instituto de Investigaciones Económicas

Circuito Mario de la Cueva s/n

Ciudad de la Investigación en Humanidades

04510, Ciudad de México.

www.iiiec.unam.mx

ISBN obra completa: 978-607-30-9986-8

ISBN volumen (Tomo I): 978-607-30-9987-5

ISBN volumen (Tomo II): 978-607-30-9988-2

Coordinadores de la colección: Armando Sánchez Vargas y José Manuel Márquez Estrada.

Diseño de portada: Laura Elena Mier Hughes.

Diseño de interiores: Juan Carlos Burgoa.

Cuidado de la edición: Héliida De Sales Y.

Preparación y cuidado editorial del libro electrónico: Salvador Ramírez.

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Esta obra fue arbitrada por pares académicos en un proceso doble ciego, a cargo del Comité Editorial de Publicaciones No Periódicas del IIEC-UNAM.

Las opiniones expresadas en cada uno de los trabajos son de exclusiva responsabilidad de las autoras y de los autores.

Prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de esta obra por cualquier medio o procedimiento, sin autorización escrita o expresa de la UNAM.

Hecho en México.



Introducción <i>Irma Delgado Martínez</i>	9
1. Retos en materia de capacitación del trabajo humano e inteligencia artificial en México <i>Mildred Yólatl Espíndola Torres</i>	13
2. Condicionamiento tecnológico de nueva generación en la política pública de sostenibilidad laboral en México <i>Ernesto Bravo Benítez</i>	31
3. Implicaciones económicas de las criptomonedas: un análisis crítico <i>César Duarte Rivera</i>	55
4. Actividades extractivas y militarización en la era digital: el ciclo hacia la extinción <i>David Barrios Rodríguez</i>	77
5. La dimensión fiscal de las plataformas digitales: retos y acciones en México, América Latina y el resto del mundo <i>Francisco Javier Fonseca Corona</i>	91
6. Indicador de bienestar laboral en la economía digital <i>Raúl Porras Rivera</i>	107
7. Economía digital y pobreza. Programas sociales: ¿disminuyen la brecha digital? <i>Florentino Bernardo Ramírez Pablo, Araceli Olivia Mejía Chávez y Verónica Ofelia Villarespe Reyes</i>	135
8. Situación y desafíos de la educación pública mexicana en la era digital <i>Rosa Iris Guevara González</i>	143
Conclusiones generales <i>Irma Delgado Martínez</i>	153
Semblanzas	157

Introducción

Irma Delgado Martínez



A medida que transitamos de la economía industrial a la economía digital, se han modificado casi todos los aspectos de la vida humana. Las revoluciones tecnológicas o nuevos paradigmas técnico-económicos constituyen transformaciones en los sistemas tecnológicos tan formidables que alteran el funcionamiento de toda la economía, desde la forma de producir y de organizar la producción, propagando profundos cambios en la sociedad, entre otros aspectos importantes.

Esta revolución tecnológica y su efecto en nuestras economías están acompañados de grandes retos. El desarrollo de la llamada inteligencia artificial (IA) ha supuesto grandes avances en todas las industrias y ha tenido una repercusión económica palpable. Entre los primeros sectores que empezaron a utilizar la IA se encuentran la salud, el transporte, la educación, los servicios minoristas y financieros, entre otros.

No cabe duda de que la influencia económica de la IA es primordial para los sectores productivos, así como para la sociedad. Uno de los beneficios es la rápida detección de problemas, ineficiencias y procesos duplicados. Sin embargo, la llegada de la automatización también supone la pérdida de millones de puestos de trabajo en todo el mundo. El crecimiento de la economía digital genera importantes cuestiones éticas sobre su uso, la gobernanza y la regulación de estas, particularmente de los macrodatos y la inteligencia artificial.

En este segundo tomo del proyecto editorial titulado *Economía digital e inteligencia artificial en México*, se mantienen las preguntas que guiaron la construcción de este proyecto: ¿cuáles son los fundamentos teóricos en la disciplina económica en las ciencias sociales que pueden construir una alternativa para afrontar las ventajas y desventajas que la innovación tecnológica provocará?, ¿cuáles son los retos y desafíos que enfrenta la economía mexicana en un escenario de innovación tecnológica? Y, ¿cuáles son las rutas



que se pueden definir para un proceso de política pública bien implementada? El resultado de las reflexiones e ideas desarrolladas por parte de la comunidad académica del Instituto de Investigaciones Económicas (IIEC) se revisan a lo largo de los ocho capítulos que lo conforman, las repercusiones que esta nueva revolución industrial ha tenido y está teniendo en México. Se presenta amplia información relacionada con la evidencia y los hallazgos sobre las ventajas y desventajas derivadas de esta nueva revolución tecnológica y aspectos de políticas públicas en materia de programas sociales, educación, en el ámbito laboral, capacitación, entre otras. Se abordan los desafíos que enfrenta el país y se trazan escenarios posibles para afrontar desde la ciencia económica con las mejores herramientas el cambio tecnológico. Este se considera el principal aporte de los trabajos que conforman este segundo tomo de la obra.

Mildred Yólatl Espíndola Torres, en el capítulo uno, "Retos en materia de capacitación del trabajo humano e inteligencia artificial en México", nos presenta el cambio al que se enfrenta el mercado laboral a medida que los programadores y científicos de todo el mundo trabajan en el desarrollo de inteligencia artificial, donde se involucran las habilidades y los conocimientos en los que deberían estar trabajando estudiantes, trabajadores e investigadores en universidades, institutos y empresas en México, para enfrentar el reto que representa la aplicación e interacción con la inteligencia artificial. Para ello, define las características de la IA, los requerimientos para su desarrollo y su importancia, lo que le permite mostrar cuáles son las características cognitivas que demanda su creación y mantenimiento, para poder evaluar los avances en materia de IA en México y compararlos con los de los países con un mayor desarrollo en este campo. Esto a partir de la revisión de la literatura y de los indicadores de innovación y educación publicados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

En el segundo capítulo, "Condicionamiento tecnológico de nueva generación en la política pública de sostenibilidad laboral en México", Ernesto Bravo Benítez aborda cómo la cuarta transformación industrial genera cambios muy importantes en los ámbitos social, político y económico del México actual, sobre todo en el caso del empleo, la ocupación, el ingreso, la pobreza y la desigualdad, lo cual amenaza la sostenibilidad del proceso de desarrollo económico que tiende a fragmentar y precarizar aún más al mercado de trabajo caracterizado históricamente por sus altos niveles de desempleo, subocupación e informalidad laboral. De ahí la importancia de elaborar políticas públicas que permitan, en el caso de la economía mexicana, la implementación de medidas científico-tecnológicas que vayan de la mano de una genuina política industrial, vinculada con el sensible incremento de los presupuestos federales destinados a estos rubros. Además de la estrecha colaboración de los tomadores de decisiones (empresarios, sindicatos, universidades y gobiernos subnacionales) para, de esta manera, beneficiar a la economía

mexicana y a sus distintas regiones, a los trabajadores, a la población estudiantil, y asegurar con ello el incremento de su calidad de vida, así como la sostenibilidad del crecimiento y desarrollo económicos en México.

En el tercer capítulo, "Implicaciones económicas de las criptomonedas: un análisis crítico", César Duarte Rivera hace un recuento del surgimiento de las criptomonedas y su consolidación, así como una explicación de sus principales características. También presenta algunos argumentos en favor de las criptomonedas considerando sus posibles beneficios económicos y sociales, que giran en torno a la idea de contar con un dinero "para todos", que vaya más allá del manejo que actualmente se realiza de los medios de pago, el cual en muchos casos busca sólo beneficiar a unos cuantos participantes en los mercados. Además, explica con claridad que, desde una perspectiva de teoría monetaria, no se puede afirmar que las criptomonedas sean efectivamente dinero y que su comportamiento las coloca como un activo financiero, el cual es objeto de altos niveles de especulación, lo que pone en entredicho los posibles efectos positivos que tienen las criptomonedas para el bienestar.

Por su parte, David Barrios Rodríguez, en el cuarto capítulo, titulado "Actividades extractivas y militarización en la era digital: el ciclo hacia la extinción", apunta a la posibilidad de una catástrofe socioambiental por los nuevos procesos productivos necesarios para la producción de los insumos requeridos para los componentes digitales; así como con la dimensión militar de los procesos de acumulación en un desdoblamiento entre expresiones legales e ilegales. En función del análisis del moderno sistema-mundo capitalista que, durante cinco centurias, ha tendido a profundizar la heterogeneidad y polarización y no la convergencia, en donde esta polarización ha incluido procesos de despojo, ecocidio y explotación de la fuerza de trabajo; mismos que han acompañado el avance tecnológico durante las últimas cinco centurias. Tendencia marcada por la rapidez del avance tecnológico, la dependencia que se genera en torno a este y la masividad del proceso que coloca al planeta en su conjunto en una situación muy apremiante por la voracidad de estas actividades respecto a energía y minerales.

Francisco Javier Fonseca Corona, en el quinto capítulo, "La dimensión fiscal de las plataformas digitales: retos y acciones en México, América Latina y el resto del mundo", nos presenta un panorama de la situación fiscal de las plataformas digitales en los ámbitos internacional, regional (América Latina) y local (México). Para ello, nos explica qué son las plataformas digitales y por qué se les considera como un punto de referencia para abordar el tema fiscal. Así como de la problemática y los retos que plantean las plataformas digitales a las autoridades fiscales, y menciona una serie de posibles propuestas de solución a esta problemática, de conformidad con las ideas surgidas de la OCDE y la Unión Europea, respectivamente; además de referirse a las medidas específicas en el plano internacional y a las que han asumido algunas naciones latinoamericanas, y ante todo en México.

En el sexto capítulo, “Indicador de bienestar laboral en la economía digital”, Raúl Porras Rivera formula un índice de bienestar laboral digital (IBLD) que le permite analizar el grado de calidad de vida de los trabajadores ante el cambio técnico digital introducido en el ámbito productivo; para lo cual la estimación se centra en la actividad productiva. Su delimitación tiene como base la introducción de elementos digitalizadores ocurrida en actividades de bienes y servicios, tendientes a elevar la rentabilidad de sus procesos productivos. Para ello, considera el supuesto de que las actividades que presentan mayor cambio en su demanda agregada tienen la capacidad de impulsar a otras en una dinámica de crecimiento, porque poseen cambio técnico en su estructura productiva. El trabajo aporta evidencia de que la mayor tecnificación corresponde a las actividades manufactureras, información de medios masivos y los servicios financieros, sin que sus tasas de productividad de capital y de trabajo se correspondan con una mejora en las remuneraciones y en la calidad de los puestos de trabajo ocupados.

Florentino Bernardo Ramírez Pablo, Araceli Olivia Mejía Chávez y Verónica Ofelia Villarespe Reyes, en el capítulo siete, presentan el trabajo “Economía digital y pobreza. Programas sociales: ¿disminuyen la brecha digital?”, acerca cómo el discurso sobre la manera de enfrentar la pobreza se ha ido modificando y con ello también ha cambiado el enfoque de los programas contemporáneos de combate a la pobreza, que están en un periodo de transición asistencialista a una visión de desarrollo de capacidades y habilidades de los pobres, que se requieren para poder participar por completo de la economía, incluyendo por supuesto participar en la economía digital, dentro de la lógica del mercado, lo que permitiría que los beneficiarios de dichos programas lograran superar la situación de pobreza en la que se encuentran.

En el último capítulo, “Situación y desafíos de la educación pública mexicana en la era digital”, Rosa Iris Guevara González analiza la situación de la educación pública nacional en la era digital, en función del surgimiento de la pandemia de covid-19, que evidenció las severas carencias de la educación a distancia en México. El análisis se sitúa en el contexto de la relevancia de la economía digital en la actual etapa de desarrollo de la economía capitalista, en la cual el sector electrónico informático transformó las relaciones económicas y de acceso a la comunicación y la información en todos los ámbitos económico-sociales, entre ellos, el educativo.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales de este segundo tomo donde se sintetizan las principales sugerencias de las investigaciones.

1. Retos en materia de capacitación del trabajo humano e inteligencia artificial en México

Mildred Yólatl Espíndola Torres

INTRODUCCIÓN

El cambio al que se enfrenta el mercado laboral a medida que los programadores y científicos de todo el mundo trabajan en el desarrollo de inteligencia artificial (IA) lleva a cuestionarnos cuáles son las habilidades y los conocimientos en los que deberían estar fortaleciendo estudiantes, trabajadores e investigadores en universidades, institutos y empresas en México, para enfrentar el reto que representa la aplicación e interacción con la IA.

Para conocer qué tan preparado está México para afrontar este desafío, es importante evaluar su posición en rubros como educación, e investigación y desarrollo en ciencia y tecnología, importantes pilares para el desarrollo de la IA. Por ello, el objetivo del presente trabajo será, primero, definir las características de la inteligencia artificial, los requerimientos para su desarrollo y su importancia; en segundo lugar, indicar las características cognitivas que demanda su creación y mantenimiento y, en tercer lugar, evaluar los avances en materia de IA en México y compararlos con los de los países con un mayor desarrollo en este campo. Esto luego de la revisión de la literatura y de los indicadores de innovación y educación publicados por la OCDE y por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Según Lu y Zhou [2021] con frecuencia el concepto de inteligencia artificial se relaciona con automatización, robótica, digitalización o computarización; sin embargo, hay diferencias en estos conceptos y estos pueden ser o no parte de la inteligencia artificial. Por ejemplo, la robótica puede ser, pero no siempre, una forma de IA. La

automatización y los robots no son con precisión inteligencia artificial, ya que tan sólo pueden programarse para realizar una tarea determinada o un conjunto de tareas, y los trabajadores pueden supervisar y mantener los robots.

Para Cockburn *et al.* [2019], el dominio de la IA contiene robótica, redes neuronales, aprendizaje automático y sistemas simbólicos. La IA procesa datos y, con base en ellos, toma decisiones o toma datos del entorno físico y decide qué hacer, o usa esos datos para aprender. Una característica fundamental de la IA es que puede aprender o entrenarse a sí misma de la nada para derrotar a los expertos humanos. Esto representa un gran avance y tiene importantes implicaciones para la sociedad humana [Lu *et al.*, 2021].

La IA es un conjunto de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) avanzadas que permiten el funcionamiento de

máquinas capaces de imitar ciertas funcionalidades de la inteligencia humana, incluidas características como la percepción, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, la interacción mediante el lenguaje y hasta la producción de trabajo creativo [Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología (Comest), 2019, en UNESCO, 2021: 10].

Giraldi [2019] señala que la IA implica la capacidad de procesamiento de grandes cantidades de información con arreglo a algoritmos, a una velocidad que supera las habilidades del cerebro humano. Así, la IA conlleva la posibilidad del autoaprendizaje; es decir, la capacidad de los algoritmos de incorporar de continuo nueva información y perfeccionar de forma automática sus recursos para analizarla, permitiendo a las máquinas generar su propio capital cognitivo. De hecho, el concepto de singularidad, aplicado en el ámbito de la tecnología, hace referencia al momento en que las máquinas podrían alcanzar una inteligencia igual o superior a la del ser humano. “Es decir, se trata de máquinas (computadoras, robots, *softwares*) capaces de aprender por sí solas y de mejorarse a sí mismas, susceptibles de inaugurar un inédito proceso de creación de inteligencia” [Girardi, 2019: 76].

Así, lo que diferencia a la IA actual de otras tecnologías de automatización (robotización, computadoras, máquinas automatizadas u otras) es que se basa en un mecanismo de aprendizaje en el que la acumulación de datos permite la mejora continua de los dispositivos.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL DESARROLLO DE LA IA EN MÉXICO?

Desde la primera revolución industrial, el trabajo humano ha tenido que adecuarse a las necesidades que demandan los avances tecnológicos. En este sentido, la introducción

de IA pone de nuevo a prueba la capacidad creativa de los seres humanos para incorporarse al proceso productivo y demás labores en las que la IA se inserta, y/o para ubicarse en aquellas tareas en las que esta no ha podido desarrollarse o es poco eficiente, por ejemplo, en términos de costos de aplicación.

En la actualidad, la oferta de robots inteligentes en el mundo se encuentra en Alemania, Corea del Sur, China, Estados Unidos y Japón, entre los principales mercados productores, y se ubica sobre todo en la industria automotriz, eléctrica y metalmecánica [Aguirre, 2022]. En tanto, Alemania, Austria, Canadá, Corea del Sur, China, España, Estados Unidos, Francia, India, Israel, Italia, Reino Unido, Singapur, Suecia y Suiza son los países con mayor penetración de habilidades en IA.¹

A pesar de los avances realizados en los últimos años en IA, su desarrollo es relativamente reciente. Esta situación brinda la oportunidad a los países menos desarrollados, dependientes de la tecnología generada por los países desarrollados, de insertarse y participar en la generación de conocimientos para la creación de IA. Por supuesto, esto debe acompañarse de una política que promueva la investigación y el desarrollo en IA.

Entre los riesgos de no incluirse en el desarrollo de esta tecnología están, por un lado, acrecentar la dependencia de tecnología de los países desarrollados de los menos desarrollados y, por otro, la posibilidad de que las actividades informales aumenten como resultado de la relativa incapacidad de crear nuevos y suficientes empleos en sectores donde se introduzcan los avances en IA. De acuerdo con Salama:

existen oportunidades para que los países latinoamericanos rompan con su marginación creciente, siempre y cuando adopten políticas industriales y fiscales que los alienten a invertir más de lo que lo hacen y, sobre todo, a aumentar considerablemente sus esfuerzos en términos de investigación y desarrollo [Salama, 2018: 22].

A medida que se integre la IA a la multiplicidad de procesos en los que se puede aplicar, se espera que la demanda y las características de los puestos de trabajo se modifiquen. En aquellos sectores donde la IA se vaya incorporando, se requerirán empleos altamente calificados, capaces de realizar tareas especializadas y relacionadas con el desarrollo de la IA. Sin embargo, junto con la progresiva incorporación de la IA coexistirán aquellos trabajos que requieran una baja calificación y en los que la IA no tendrá cabida.

¹ "Muestra la prevalencia de las habilidades de IA en todas las ocupaciones, o la intensidad con la que los miembros de LinkedIn usan las habilidades de IA en sus trabajos. Se obtiene calculando las frecuencias de las habilidades que añaden los usuarios de LinkedIn en un área determinada entre 2015 y 2021, y luego volviendo a ponderar esas cifras mediante el uso de un modelo estadístico para obtener las 50 habilidades representativas principales en esa ocupación" [Zhang *et al.*, 2022: 149].

Aunque no hay consenso en cuanto a las afectaciones en el empleo en los diferentes sectores derivados de la introducción de la IA, la mayoría de los estudios indica que todos los tipos de profesiones serán afectadas; es decir, los de baja, media y alta calificación [Benhamou, 2022: 14].

Según Subirats [2019: 43], no es fácil conocer con certeza las actividades que serán más afectadas, pues se esperan cambios, no sólo en un determinado proceso productivo, sino un conjunto de transformaciones tecnológicas que abarcarán desde la comunicación personal hasta el funcionamiento del hogar, el consumo, las transacciones financieras, el transporte y hasta la seguridad en las ciudades. Señala que tampoco está claro si resultarán afectadas tareas concretas (como transmitir información y conocimiento a los alumnos, por ejemplo) o la propia ocupación en su conjunto (ser profesor). Acaso la automatización no pueda sustituir la inteligencia social, la creatividad y la capacidad de juicio que muchas profesiones o tareas requieren.

Algunos autores coinciden en que las profesiones cualificadas menos expuestas serán las que requieren competencias sociales (como los profesores o los cargos directivos, entre otros) o en las competencias cognitivas para gestionar problemas complejos. Los empleos relacionados con la investigación, o con niveles académicos altos (doctorado), que involucran capacidades de análisis de fenómenos complejos no se verán afectados [Brynjolfsson *et al.*, 2018 en Benhamou, 2022: 15]. Otros empleos que probablemente no se afectarán son cierta destreza de movimientos (como el personal de limpieza, cocineros, instructores de *fitness*, entrenadores deportivos o masajistas, entre otros) [Benhamou, 2022: 15].

Tal situación dará lugar al incremento de la desigualdad de los ingresos laborales relacionados con la brecha en la calificación de los empleados. Para reducir esta brecha, es preciso que en México se diseñe una estrategia de capacitación para el trabajo humano en aquellas habilidades que requieran la aplicación de IA con el objetivo de que complementen los requerimientos de la tecnología, en lugar de verse desplazado por ella [Aguirre, 2022]. Al mismo tiempo, se debe continuar capacitando a los trabajadores en aquellas tareas que, aunque de menor calificación, sean indispensables a causa de la inoperancia de la IA y, en esta medida, valorarlas y retribuir las, para evitar que se amplíe la brecha entre los trabajos altamente calificados y los que, aunque de baja o media calificación, sean indispensables porque la IA sea inoperante.

Aunque se prevé que las máquinas sustituirán buena parte de los procesos productivos, debe reconocerse que el camino para que la inteligencia artificial pueda sustituir al ser humano en múltiples tareas en la mayor parte del mundo se vislumbra como una transformación que llevará varias décadas [Soria, 2020]. Se estima que la capacidad de autoperfeccionamiento de la IA y su aplicación más extensiva llevarán aproximadamente 10, 20 o 30 años, en buena medida por la cantidad de factores que intervienen en cada uno de sus procesos.

Today, overall automatization is still relatively low in less technology-driven sectors and in middle-and low-income economies (with the exception of China). This holds true not only for physical automatization via physical robots, but also for automatization via soft robots, such as artificial intelligence (IA).

(Hoy en día, la automatización general sigue siendo relativamente baja en los sectores menos impulsados por la tecnología y en las economías de ingresos medios y bajos —con la excepción de China—. Esto es válido no sólo para la automatización física por medio de robots físicos, sino también para la automatización a través de robots blandos, como la IA) [World Intellectual Property Organization, 2022: 36].

Uno de los obstáculos para el desarrollo de la IA en el corto plazo es que depende del avance de sus componentes. Esta limitante se relaciona, por ejemplo, con el acceso a internet; con la obtención de macrodatos y la calidad de estos; con la incapacidad de la IA para comprender y explicar mecanismos complejos que no se basan en leyes deterministas; y con el bajo porcentaje de especialistas en IA.

Estas limitantes podrían convertirse en la oportunidad para que México se inserte en alguna de las múltiples especialidades que requiere la IA, o incluso desarrolle la tecnología en aquellos sectores donde todavía no se ha probado su efectividad. Sin embargo, para lograrlo es fundamental invertir en investigación y desarrollo, además de capacitar y aprovechar la creatividad de los seres humanos que por el momento es una cualidad en la que superamos a la IA.

Un dato que habla de la importancia de participar en el desarrollo y capacitación para la IA es el trabajo de Frey y Osborne [2017] que, aunque no dan información exclusivamente de la IA, sí brindan una idea respecto a la posibilidad de que el trabajo humano sea desplazado. Estos autores encuentran que a consecuencia de la informatización en 702 ocupaciones en Estados Unidos, cerca de 47% del empleo total en ese país podría automatizarse. Por otro lado, Morikawa [2017] recopila datos de encuestas de más de 3 000 empresas japonesas que operan en los sectores de fabricación y servicios para investigar sus puntos de vista sobre la posible incidencia de la IA en los negocios y el empleo en el futuro, y encuentra que las empresas esperan que la IA y la robótica tengan un efecto favorable en sus negocios y, en general, consideran que es importante mejorar el capital humano. Es decir, la literatura actual indica que los patrones de empleo cambiarán en el futuro en respuesta al desarrollo de la IA [Lu, 2022: 1 163] y aunque los cambios pueden darse en diferentes sentidos, no hay duda de que es importante la capacitación y la formación de nuevas habilidades en los trabajadores.

En otro sentido, la inminente llegada de la IA puede ser benéfica para los seres humanos en la medida en que sustituya el trabajo que requiere movimientos repetitivos para el cuerpo humano o que implica trabajos estresantes o un fuerte desgaste físico. El

desplazamiento del trabajo humano por la IA en estas actividades se debe pensar como la oportunidad para que las personas se dediquen a tareas que demanden la creatividad e inventiva del ser humano. Siguiendo a Salama [2018], estos cambios no tienen necesariamente que derivar en despidos si se compensan con la creación de nuevos puestos de trabajo.

Al respecto, Berger *et al.* [2017] muestran que el porcentaje de empleados que tiene la oportunidad de dejar sus trabajos en industrias antiguas para encontrarlo en nuevas cayó fuertemente en Estados Unidos, entre la década de 1990 y la de 2000, y pasó de 4.4 % a poco menos de 0.5 %. Sin embargo, la oportunidad de acceder a empleos para los trabajadores poco calificados en las nuevas industrias dependerá de que se lleve a cabo una política de capacitación particularmente activa [Salama, 2018: 14].

Es decir, se debe aprovechar el surgimiento de una nueva demanda de tareas y trabajar en la planeación de una nueva forma de educación y capacitación, que genere los conocimientos que hagan indispensable involucrar a los seres humanos en los procesos productivos.

Como se señaló antes, la revolución tecnológica actual parece beneficiar a quienes tienen más capacidades cognitivas, a quienes mejor se manejan en entornos digitales, a aquellos con mayor creatividad y capacidad para replantearse procesos. Pero, además, beneficiará a aquellas empresas o países líderes en su aplicación. Los beneficios de la IA también se derivan de su capacidad de intensificar y agilizar los procesos en los sectores productivos. Las empresas que incorporen a sus procesos IA podrán obtener ganancias extraordinarias en tanto no se generalice el uso de dicha tecnología [Foladori y Ortiz-Espinoza, 2022].

De acuerdo con el portal Oxford Insights, los países de primer mundo están mejor posicionados para tomar ventaja de los beneficios de la implementación de la IA, no así los de menor desarrollo, por lo que estos últimos pueden quedarse excluidos de la cuarta revolución industrial y no sólo perderse los beneficios de la IA sino abrir aún más las brechas de desigualdad si no toman acción en el corto plazo [Oxford Insights, 2019, en Coalición IA2030Mx, 2020: 76]. Esta es otra de las razones por las que es urgente trabajar de forma acelerada en la planeación de un proyecto de desarrollo industrial vinculado a la creación de IA.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL DESARROLLO DE LA IA

En la literatura se señalan diferentes elementos que hacen posible el desarrollo de la inteligencia artificial [Soria, 2020]: obtención de datos, acceso y almacenamiento de información; inversión en tecnología y poder computacional; infraestructura de conectividad e internet de las cosas; capacidad digital; especialistas en ciberseguridad; capacitación; educación y desarrollo de habilidades cognitivas.

Por ello, la aplicación y desarrollo de la IA representan un enorme reto. Al respecto, uno de los desafíos de gobiernos, empresas y personas es lograr el equilibrio entre trabajo humano, robots y algoritmos. Es decir, alcanzar el objetivo de crear nuevas oportunidades de empleo para los seres humanos que se integren con la IA, considerando que para adoptar esta tecnología es indispensable contar con recursos humanos educados y capacitados. Actualmente, la escasez de talento humano es uno de los factores que limitan el desarrollo de esta tecnología [Fu, 2018; UNESCO, 2021: 110].

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO, 2021], la falta de personal capacitado ha llevado a algunas empresas a establecer centros mundiales de investigación en búsqueda de expertos en IA en centros tecnológicos locales; también ha propiciado que las propias empresas ofrezcan cursos de capacitación sobre análisis de datos; a realizar convocatorias abiertas para mejorar los algoritmos y encontrar fallas; a detectar especialistas mediante competencias abiertas; y a desarrollar herramientas de IA que puedan ser utilizadas por empresas que no se dedican a la tecnología, para que estas no tengan que invertir en la formación de recursos humanos expertos en IA [UNESCO, 2021: 113].

Hasta la fecha, AT&T ha gastado más de \$200 millones por año para diseñar este plan de estudios de capacitación interna, conocido como T University, y ya ha logrado más de 4 200 pivotes de carrera con 70% de los puestos ocupados internamente por personas que fueron readaptadas. En un esfuerzo similar, Shell lanzó un esfuerzo de educación en línea titulado Programa de Desarrollo Shell.ai, que se enfoca en enseñar habilidades de inteligencia artificial a sus empleados [World Economic Forum, 2020: 48].

Esto da cuenta de que el nivel actual de desarrollo de la IA y la escasez de personal capacitado en esta materia constituyen una oportunidad para que los países que cuentan con un proyecto de inversión y desarrollo en IA puedan convertirse en líderes globales en esta materia.

Entre las habilidades que se requieren de los seres humanos para el desarrollo de esta tecnología están la autogestión; por ejemplo, aprendizaje activo, resiliencia, capacidades de persuasión y negociación, coordinación y gestión del tiempo; sumados al juicio crítico, capacidad analítica, creatividad, pensamiento sistémico, cooperación y trabajo en equipo. Estas capacidades tienen el propósito de contribuir a descifrar, entender y ponderar fenómenos complejos e interdependientes, para aportar soluciones operativas a problemas que respondan a las necesidades y expectativas de las organizaciones y los individuos.

Como se señaló antes, los datos son una materia prima fundamental para el desarrollo de la IA; en ese sentido, se debe contar con personal experto en la llamada ciencia de datos,

una combinación de ciencias exactas, arte y análisis estadístico, que integra las técnicas ya conocidas de minería de datos y minería de texto agregando nuevas funcionales como el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*) y puesto a disposición de los usuarios analistas en un formato industrializado [Coalición IA2030Mx, 2020: 25].

Además, es necesario contar con expertos capaces de analizar los resultados arrojados de los procesos de la IA [Benhamou, 2022: 45], y especialistas en ciberseguridad [Soria, 2020], y en instalación, mantenimiento, diseño y programación de tecnología [World Economic Forum, 2020].

Para cubrir estas necesidades, es necesario formar profesionistas en ciencias, tecnologías, ingeniería, computación, física, matemáticas y técnicos especializados, así como incorporar especialistas de otras disciplinas como las humanidades [Coalición IA2030Mx, 2020].

Aguirre [2022] señala que será importante que la educación transite de la enseñanza basada en conceptos a otra en la que se desarrollen habilidades como la creatividad, la aritmética, la programación y la resolución de problemas. Además, es necesario incluir el tema de IA por medio de talleres de robótica y programación. La formación de las capacidades se debe iniciar desde los primeros niveles educativos y complementarse hasta los últimos.

El fortalecimiento y la creación de las nuevas capacidades y habilidades tiene que acompañarse de un mayor acceso a la tecnología y a los recursos educativos y materiales que permitan un mejor aprendizaje sobre temas relacionados con IA; actualización constante de la planta docente en todos los niveles de educación y creación y fortalecimiento de mecanismos de colaboración entre instituciones educativas para favorecer el intercambio de conocimientos [UNESCO, 2021].

En el ámbito gubernamental, también es indispensable la capacitación del personal, pues la IA puede contribuir a mejorar los procesos y la administración pública, pues la falta de técnicas básicas de gestión de datos y de estructuras gubernamentales puede limitar su potencial como habilitador de la IA [OCDE, 2022].

En el proceso de capacitación y educación de recursos humanos, el Estado debe convertirse en el vínculo entre las empresas y el sector educativo tanto de los sectores público como privado para que en conjunto se promueva la creación de programas y planes de estudio, y se establezcan las estrategias de capacitación y creación de habilidades que atiendan a las necesidades de la aplicación y desarrollo de IA en empresas públicas y privadas. Este plan de capacitación, además, debe incluir una política fiscal activa de fomento de investigación y desarrollo, así como la reestructuración del gasto en educación en tareas dirigidas, en especial a la promoción de generación de conocimientos y habilidades que impulsen la aplicación de la IA.

MÉXICO FRENTE A LOS LÍDERES EN IA

En esta parte analizaremos el desempeño de México en relación con los países líderes en IA, para lo cual revisaremos los principales indicadores de innovación y desarrollo de ciencia y tecnología publicados por la OMPI y la OCDE. Estos indicadores, si bien no se refieren exclusivamente a factores relacionados con el impulso a la IA, permiten visualizar el progreso en algunos de los componentes indispensables para su desarrollo.

La innovación es fundamental para impulsar la IA y el índice mundial de innovación (GII, por sus siglas en inglés) 2022, publicado por la OMPI, clasifica a 132 economías mundiales según su capacidad de innovación.

El Índice Mundial de Innovación 2022 se calcula a partir del promedio de dos subíndices. Con el subíndice de aportaciones a la innovación se evalúan elementos de la economía que permiten y facilitan las actividades innovadoras, y se agrupa en cinco pilares, a saber: 1) instituciones, 2) capital humano e investigación, 3) infraestructura, 4) desarrollo de los mercados y 5) desarrollo empresarial. El subíndice de los resultados de la innovación refleja los resultados de las actividades innovadoras dentro de la economía y se divide en dos pilares, a saber: 6) producción de conocimientos y tecnología, y 7) producción creativa [OMPI, 2022].

Conforme a este indicador, los países de altos ingresos líderes en innovación son Suiza, seguida por Estados Unidos y Suecia. Los líderes entre las naciones de ingreso medio alto son China, Bulgaria y Malasia; y de los países con un ingreso medio bajo, el primer lugar lo ocupa India, seguido de Vietnam e Irán.

Respecto de esta clasificación, México cayó en 2022 al lugar 58 en relación con 2021, cuando ocupó la posición 55. Por región, nuestro país se ubica en el tercer lugar, por debajo de Chile que se sitúa en el primer lugar en innovación; (en el lugar 50 de acuerdo con el *ranking* general), seguido por Brasil que entró en 2022 (lugar 54 de los 132). Aunque Brasil se ubica en el primer lugar en desarrollo de IA de América Latina.

De acuerdo con la OMPI, la posición que ocupa México en el índice de innovación va de acuerdo con su grado de desarrollo. Sin embargo, si se considera esta posición a la vista de las necesidades actuales del mercado laboral y se suma la competencia derivada de la llegada de la IA en otros países, se debe reconocer que hay mucho trabajo por hacer en materia de innovación. El objetivo debe ser acercarse a los niveles de innovación de los países con mayor desarrollo en IA. En la medida en que se mejore la posición en los rubros que evalúa este índice se podrá incorporar mayor cantidad de trabajo humano en los procesos y así evitar que la deficiente capacitación lleve al extremo de importar recursos

humanos especializados en esta tecnología, provocando el incremento del desempleo y/o la informalidad en el país a causa de una deficiente capacitación.

En el actual grado de desarrollo de la IA, incluso los países con mayor desarrollo han hecho evidente la carencia de personal capacitado para la puesta en marcha y mantenimiento de muchos de sus procesos, como se mencionó antes, por lo que en este momento se debe aprovechar esta escasez para adentrarse y cubrir los faltantes en el mercado laboral que requiere la IA.

Se debe desatacar a Estados Unidos como líder en investigación de inteligencia artificial de primer nivel, con casi 60% de los investigadores de primer nivel trabajando para universidades y empresas estadounidenses. Este país basa su liderazgo en atraer talento internacional, y más de 60% de los investigadores de inteligencia artificial de primer nivel que trabajan en Estados Unidos han obtenido su título universitario en otros países. Además, poco más de la mitad de los investigadores dedicados a la IA del más alto nivel se compone de inmigrantes o ciudadanos extranjeros que actualmente trabajan en un país diferente de donde recibieron sus títulos universitarios.

Esto refleja la necesidad de contar con personal especializado y la oportunidad de capacitar y emplear personal, formado en México, que incluso tenga la posibilidad de trabajar en otros países vía remota y cubrir la demanda de especialistas en Estados Unidos. Es decir, México se podría convertir en exportador de trabajo humano especializado en IA altamente calificado. Obviamente para lograr este objetivo se debe trabajar en la formación y la capacitación de estudiantes, investigadores y empleados.

Por supuesto, el reto para México es enorme. Una de las primeras tareas es eliminar la persistente desarticulación entre las habilidades de los trabajadores y las capacidades que se demandan en el mercado laboral. Existe una fuerza laboral comparativamente poco calificada respecto de los países de la OCDE, y las habilidades de muchos trabajadores no se aprovechan de manera efectiva. Alrededor de 26 % de los trabajadores mexicanos tiene un grado de educación superior y alrededor de 31 % cuenta con una educación insuficiente para su trabajo. Alrededor de 40 % de los graduados terciarios empleados trabaja en una ocupación sin relación con su campo de estudio. Además, las empresas reportan escasez de habilidades y problemas para encontrar la mano de obra calificada que necesitan [OCDE, 2017: 20].

Para solucionar este problema, se debe fortalecer la colaboración en investigación y desarrollo (I+D) entre las universidades y la industria. Un dato que brinda información relevante al respecto es que México ocupa el lugar 84 en este rubro, en tanto países como Estados Unidos, Israel, Suecia, Países Bajos y China, que reportan un alto nivel de innovación, ocupan los primeros cinco lugares.

En el caso de Estados Unidos, la estrategia nacional en IA está centrada precisamente en empoderar al trabajador estadounidense en materia de educación y capacitación;

además de promover una inversión sostenida en IA, liberar recursos federales para gasto en esta tecnología, eliminar barreras a la innovación y promover un entorno internacional que favorezca la innovación de tecnología estadounidense [The White House, 2018; Soria, 2020: 178].

Los clústeres de ciencia y tecnología² son una pieza clave para el desarrollo del conocimiento y por lo tanto de la IA. China y Estados Unidos son líderes en creación de clústeres, cuentan con 21 clústeres de ciencia y tecnología. Les sigue Alemania con diez clústeres, encabezados por Colonia y Múnich, y Japón con cinco clústeres, con Tokio-Yokohama y Osaka-Kobe-Kyoto a la cabeza [GII, 2022]. Entre las economías de ingresos medios, Argentina, Egipto, Malasia y Tailandia tienen clústeres de ciencia y tecnología. Se debe destacar que en esta materia México ha logrado desarrollar una buena cantidad de clústeres que lo ubican en el lugar 37 en el *ranking* de innovación.

En el ámbito internacional, otra estrategia que se ha establecido para satisfacer la demanda de educación en IA ha sido que las universidades ofrezcan más carreras de grado y cursos en línea relacionados con la IA. Por ejemplo, en el Imperial College London se imparte una maestría en ciencias en IA y en la Columbia University un curso en línea sobre el aprendizaje automático [Value Colleges, 2019; Marr, 2018 en UNESCO, 2021: 213]. En México, la UNAM ofrece cursos en línea de IA. En China, el Ministerio de Educación aprobó un programa para agregar la IA como especialización de grado en 35 universidades [Fang, 2019; UNESCO, 2021: 213]. Según la UNESCO, en general, el promedio de inscripciones en los cursos de introducción a la IA y de aprendizaje automático se multiplicó por tres o por cuatro entre 2012 y 2017 en varias universidades en todo el mundo [UNESCO, 2021].

Incluso en África se están realizando esfuerzos para fortalecer la educación mediante la creación del programa de licenciatura de maestría en IA de África (AMMI) en el Instituto Africano de Ciencias Matemáticas de Kigali, en Rwanda. El programa, lanzado en asociación con Google y Facebook en 2019, tiene por objetivo dar a conocer las investigaciones más avanzadas y ofrecer una enseñanza a cargo de expertos a estudiantes africanos en África [UNESCO, 2021].

Son muchos los componentes que se incluyen en el índice de innovación; sin embargo, se debe destacar que Estados Unidos y China, líderes en IA, se ubican dentro de las primeras cinco posiciones de los índices en innovación: inversionistas corporativos globales

² Un clúster de ciencia y tecnología es una estructura que favorece la gestión del conocimiento y la innovación, crea vínculos sólidos entre las instituciones académicas, los laboratorios de investigación nacionales y estatales, secretarías, socios de la industria, empresas emergentes, mipymes, gobiernos estatales, fundaciones filantrópicas y organizaciones internacionales [Office of the Principal Scientific Adviser to the Government of India, 2022; Artech et al., 2013: 135].

en I+D; QS World University Rankings (Clasificación mundial de universidades QS); trabajadores del conocimiento (*knowledge workers*³); desarrollo y profundización de clústeres; acuerdos de empresas conjuntas y alianzas estratégicas; creación de conocimiento; patentes por origen; índice *h* de documentos citables; e impacto del conocimiento.

Entretanto, México se ubica en estos rubros en los lugares: 35 en inversionistas corporativos globales en I+D; 29 en la Clasificación mundial de universidades QS; 91 en trabajadores del conocimiento (*knowledge workers*); 37 en desarrollo y profundización de clústeres (del pilar desarrollo del negocio); 104 en acuerdos de empresas conjuntas y alianzas estratégicas; 73 en creación de conocimiento; 77 en patentes por origen; 34 en el índice *h* de documentos citables; y 71 en impacto del conocimiento.

De acuerdo con el GII, las fortalezas de México en innovación están en: Clasificación mundial de universidades QS, top 3 (*ranking* R29); importaciones de alta tecnología, como porcentaje del comercio total (R9); documentos citables índice *h* (R34); manufactura de alta tecnología, % (R11); producción y exportación compleja (R18); exportaciones de alta tecnología, como porcentaje del comercio total (R9); intensidad de activos intangibles, top 15, % (R16); y exportaciones de bienes creativos como porcentaje del comercio total (R1). Mientras que las debilidades se ubican principalmente en estabilidad política y operativa (R116); políticas para hacer negocios (R120); financiamiento del gobierno/alumno, secundaria, % PIB/capital (R90); movilidad entrante terciaria (R95); inversores de capital de riesgo, transacciones/bn PPP\$PIB (R80); importaciones de servicios TIC, % comercio total (R131); crecimiento de la productividad laboral, % (R106); ICT servicios de exportación, % comercio total (R132); exportaciones de servicios culturales y creativos, % comercio total (R112); e impresión y otros medios, % fabricación (R90).

Otro elemento que se debe destacar es que los países que presentan los mayores avances en IA son los que destinan un alto porcentaje de su gasto a la investigación y el desarrollo como porcentaje del producto interno bruto (PIB). China y Estados Unidos, que ocupan los primeros lugares en el desarrollo de inteligencia artificial, destinaron a este rubro 3.63 % y 3.47 % de su PIB en 2020. Alemania, Corea del Sur y Japón, donde se tiene la mayor producción de robots inteligentes en el mundo [Aguirre, 2022], registraron un gasto en I+D de 3.13 %, 4.80 % y 3.27 % de su PIB respectivamente. Entretanto, Israel y

³ "El primer subpilar incluye cuatro indicadores cuantitativos sobre trabajadores del conocimiento: empleo en servicios intensivos en conocimiento; la disponibilidad de capacitación formal a nivel de empresa; I+D realizada por la empresa comercial (GERD) como porcentaje del PIB (es decir, GERD sobre el PIB); y el porcentaje del gasto bruto total en I+D que financia la empresa comercial. Además, el subpilar incluye un indicador relacionado con el porcentaje de mujeres empleadas con títulos avanzados. Este indicador, además de dar una idea de la distribución laboral por género de las naciones, ofrece más información sobre el grado de sofisticación del capital humano local actualmente empleado" [WIPO, 2022].

Cuadro 1. Indicadores de ciencia y tecnología

Año 2020	Gasto interno bruto en investigación y desarrollo										Total de investigadores	Personal total en I+D	
	Total	Financiado por el sector empresarial	Financiado por el gobierno	Financiado por los sectores de educación superior e instituciones privadas sin fines de lucro	Financiado por el resto del mundo	Financiado por empresas	Financiado por el gobierno	Gasto en educación superior		Total de investigadores			
								Porcentaje del PIB	Porcentaje				Porcentaje del PIB
País													
Dinamarca	2.97	59.25	28.65	6.46	5.64	1.72	0.83	1.03	44 553	14.53	20.87		
Finlandia	2.91	55.96	27.68	2.27	14.09	1.63	0.81	0.72	41 707	15.14	20.40		
Alemania	3.13	62.61	29.70	0.37	7.31	1.96	0.93	0.59	450 796	10.45	16.34		
Israel	ND	40.03	8.94	0.85	50.18	2.28	0.51	0.44	ND	ND	ND		
Corea	4.80	76.57	22.40	0.79	0.24	3.67	1.07	0.43	446 739	16.05	20.27		
México	0.30	17.79	76.89	4.06	1.27	0.05	0.23	0.15	44 966	0.85	1.87		
Países Bajos	2.32	56.88	30.30	2.45	10.35	1.32	0.70	0.65	102 077	10.89	17.41		
Suecia	3.49	62.42	24.24	4.25	8.84	2.11	0.82	0.81	80 089	14.51	18.87		
Suiza	3.19	64.67	27.36	1.94	6.03	2.06	0.87	0.92	47 699	8.92	16.86		
Reino Unido	2.93	57.49	19.55	11.06	11.90	1.68	0.57	0.66	295 842	8.86	13.87		
Estados Unidos	3.47	66.30	21.25	5.81	6.65	2.30	0.74	0.38	1,493 075	9.21	16.10		
Taipei Chino	3.63	82.49	16.78	0.62	0.11	1.64	0.61	0.28	163 536	13.67	24.31		
Singapur	2.22	58.30	34.29	2.98	4.43	1.29	0.76	0.54	42 579	11.46	13.69		

Fuente: OECD, Main Science and Technology Indicators, consultado el 20 de febrero de 2024 <<https://stats.oecd.org/>>.

Para Dinamarca los valores: gasto interior bruto en I+D (GERD) financiado por el sector empresarial, GERD financiado por los sectores de educación superior e Instituciones privadas sin fines de lucro (PNP); GERD financiado por empresas como porcentaje del PIB; y GERD financiado por el gobierno como porcentaje del PIB corresponden a 2019.

Para Suecia los valores: gasto interior bruto en I+D (GERD) financiado por el sector empresarial; GERD financiado por el gobierno; GERD financiado por el resto del mundo; GERD financiado por los sectores de educación superior y PNP; GERD financiado por empresas como porcentaje del PIB; y GERD financiado por el gobierno como porcentaje del PIB corresponden a 2019.

Todos los valores para Suiza corresponden a 2019.

Para Reino Unido los valores: total de investigadores (FTE); investigadores totales por cada mil trabajadores y personal total en I+D por cada mil trabajadores corresponden a 2017.

ND: No disponible.

Suecia, también ubicados dentro de los países líderes en innovación, destinaron 5.71 % y 3.49 % de su producto respectivamente. El promedio de los países de la OCDE destinó 2.74 %, mientras México sólo gastó en investigación y desarrollo 0.30 %, el monto más bajo de entre los países de la OCDE.

En concordancia con la clasificación de la OCDE, las fuentes de financiamiento para investigación y desarrollo pueden proceder del gobierno; del sector empresarial; del sector de educación superior y el sector no privado sin fines de lucro; y del resto del mundo. En México, se debe destacar que el mayor porcentaje del gasto interno bruto en investigación y desarrollo se realiza por el gobierno en 76.89 % (GII58). En Alemania, éste representa 29.70 % del total (GII8); en Suiza, 27.36 % (2019) (GII1); en Suecia es de 24.24 % (2019) (GII3); en Corea de 22.40 % (GII6); en Estados Unidos, 21.25 % (GII2); en China, éste corresponde a 16.78 % (GII11), y en Japón es de 15.19 % (GII13).

En nuestro país, la segunda fuente de financiamiento más importante es el sector empresarial con 17.79 %; sin embargo, se ubica muy por debajo del realizado en los países que destacan en IA como China en donde este tipo de financiamiento representa 82.49 %; en Japón, 78.31 %; en Corea, 76.51 %; en Estados Unidos, 66.30 %; en Alemania, 62.61 %; en Suecia, 62.42 % (2019); en Suiza, 64.67 % (2019); en Reino Unido, 57.49 % (GII4); Países Bajos, 56.88 % (GII5); Finlandia, 55.96 % (GII9); y Dinamarca, 59.25 % (2019) (GII10).

Una fuente de financiamiento poco importante en México es la procedente del sector educación superior y el sector no privado sin fines de lucro (PNP sector), pues apenas representa 4.06 %. Destaca Chile con un 23.86 %, Colombia con 16.40 % y Canadá con 15.09 % como los países que obtienen el mayor financiamiento por este medio. Mientras tanto, para China y Estados Unidos sólo representa 0.62 % y 5.81 % del total respectivamente.

El financiamiento del resto del mundo es el menos importante para México, sólo representa 1.27 % del total. Destaca Israel con 50.18 % e Islandia con 30.93 %, los cuales reciben el mayor financiamiento del resto del mundo. Por su parte, los países que reciben el menor financiamiento son Japón con 0.54 %, México con 1.27 % y China con 0.11 por ciento.

Como porcentaje del PIB, el gasto de investigación y desarrollo financiado por empresas en México es de apenas 0.05 %, tanto que en Corea representa 3.67 %, en China 2.99 %, en Japón 2.56 % y en Israel 2.28 %. En cuanto al financiamiento del gobierno a la investigación y el desarrollo como porcentaje del PIB, en México representó 0.23 %, y el más alto corresponde a Corea con 1.07 %; seguida por Noruega con 1.04 %, Alemania con .93 % y Finlandia con .81 % [OCDE, s.f.].

Esta importante diferencia se vincula con la estructura de financiamiento del gasto en investigación y desarrollo y la baja recaudación de ingresos tributarios registrada en nuestro país comparada con la de estos países. Por ejemplo, en México la principal fuente de financiamiento para la investigación y el desarrollo es el gobierno con casi 77 %

del total, con una recaudación de ingresos tributarios que representa apenas 17.8 % del PIB. Mientras que en China y Estados Unidos el financiamiento gubernamental es mucho menor, 16.78 % y 21.25 %, respectivamente, con ingresos tributarios superiores a los de México como porcentaje del PIB: 20.1 % y 25.8 % respectivamente. Además, en China y Estados Unidos el financiamiento empresarial para la investigación y el desarrollo es mucho mayor que en nuestro país. En China representa 82.49 % y en Estados Unidos 66.30 % del total, mientras que en México es de 17.79 por ciento.

En el mundo, en 2021, el país líder en inversión privada total en empresas de inteligencia artificial financiadas fue Estados Unidos, con aproximadamente 52.9 mil millones de dólares, más de tres veces el siguiente país en la lista, China (17.2 mil millones de dólares). En tercer lugar, Reino Unido (4.650 mil millones de dólares), seguido de Israel⁴ (2.400 mil millones de dólares) y Alemania (1.980 mil millones de dólares) [Zhang *et al.*, 2022: 154].

Como se señaló antes, contar con profesionales especialistas en IA con una buena formación en educación superior será fundamental y el gasto que se realice al respecto es una pieza importante (que no única) para lograrlo. Al respecto, el país que realiza el mayor gasto en educación superior como porcentaje de PIB es Dinamarca (GII10) con 1.03 %; seguida por Noruega (GII22) con .75 %; Suecia (GII3) con 0.81 %; Austria (GII17) y Canadá (GII15) con .72 %. En México (GII58) apenas se dedica .15 por ciento.

Un dato interesante es que el mayor porcentaje del gasto en educación superior financiado por el sector negocios se realiza en Rusia con 26.99 %; seguido por Corea (13.78 %); Alemania (12.94 %) y China (Taipei, 11.70 %). Entretanto, en México se dedica 0.33 por ciento.

En la formación de nuevas capacidades para el trabajo que demanda la aplicación de IA, es fundamental contar con personal especializado en investigación y desarrollo capaz de crear nuevo conocimiento. La cantidad de personal con educación superior que se ubica de tiempo completo en investigación y desarrollo puede dar una idea del potencial de los países al respecto; según información publicada por la OCDE, la cantidad de este personal en Estados Unidos es de 440 035, seguida por Japón (212 150), Alemania (151 691) y Francia (122 003), mientras que en México apenas son 27 085. Otro indicador que brinda información al respecto es el número de investigadores por cada mil trabajadores, en México es de 0.85, en tanto que el promedio de la OCDE es de 8.99, en Estados Unidos es de 9.21 y en China (Taipei) es de 13.67. Corea, Finlandia y Dinamarca destacan por tener 16.05, 15.14 y 14.53 investigadores por cada mil trabajadores.

⁴ Israel ocupa el primer lugar en gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB y se ubica en la quinta posición en la tasa relativa de penetración de habilidades de IA (tasa relativa de penetración de habilidades, TRPH).

Es claro que urge priorizar el gasto en educación, investigación y desarrollo. Así como crear vínculos entre el sector privado y el Estado que favorezcan el desarrollo de habilidades con alta calificación; es decir, tanto un mayor número de investigadores como de especialistas en las diferentes áreas que demandan las empresas que aplican IA en sus procesos. De acuerdo con los datos publicados por la OCDE, la mayoría de las empresas no invierte significativamente en talento y conocimiento.

Un dato que señala la importancia de dicha colaboración es el publicado por la Universidad de Stanford, en el Artificial Intelligence Index Report 2022 [Zhang *et al.*, 2022], donde se indica que de 2010 a 2021 la colaboración entre organizaciones educativas y sin fines de lucro produjo la mayor cantidad de publicaciones de IA, seguida de la colaboración entre empresas privadas e instituciones educativas y entre instituciones educativas y gubernamentales [Zhang *et al.*, 2022].

CONCLUSIONES

Esta información muestra la necesidad de trabajar en la producción de trabajadores del conocimiento, en la creación de conocimiento y la promoción de alianzas estratégicas.

Aunque para México el desafío es muy grande, el ejemplo de India puede ser un buen aliciente. Este país actualmente cuenta con mayor penetración de las habilidades de IA en su industria. Ocupa el lugar 11 en el porcentaje de graduados en ciencias e ingeniería; la posición 16 en inversionistas corporativos globales en investigación y desarrollo; el 8 en financiamiento para empresas emergentes (*start-ups*); y el 15 en difusión del conocimiento. En estos mismos índices, México ocupa los lugares 37, 35, 47 y 39.

La India es un ejemplo de lo que se puede lograr con un plan de desarrollo en IA, pues incluso ha logrado superar a Estados Unidos en cuanto a influencia de las habilidades de IA en su industria. Usando tecnologías de vanguardia, las empresas indias están dando saltos significativos en innovación. Al hacerlo, contribuyen a la transformación socioeconómica del país. Además, una cultura de empresas emergentes se ha arraigado en todo el país, posicionando a India como la tercera economía de empresas emergentes más grande del mundo [2020].

No debe perderse de vista que el proceso de introducción de IA difícilmente tendrá marcha atrás y lejos de resistirse a este cambio conviene estar preparado para enfrentarlo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, R. [2022], "La cuarta revolución industrial. Análisis de viabilidad e impacto", *Palermo Business Review*, 25: 39-58.

- Arteche, M. De; M. Santucci y S. V. Welsh [2013], "Redes y clúster para la innovación y la transferencia del conocimiento. Impacto en el crecimiento regional en Argentina", *Estudios Gerenciales*, 29: 127-138.
- Berger, T.; Ch. Chen y C. B. Frey [2017], "Cities, industrialization and job creation: evidence from emerging countries", mimeo, Oxford Martin School.
- Benhamou, S. [2022], *La transformación del trabajo y el empleo en la era de la inteligencia artificial: análisis, ejemplos e interrogantes*, Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/85), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal).
- Coalición IA2030MX [2020], *Agenda nacional mexicana de inteligencia artificial*, <<https://www.ia2030.mx/>>, consulta: 13 de marzo de 2023.
- Cockburn, I. M.; R. Henderson y S. Stern [2019], "The impact of artificial intelligence on innovation: An exploratory analysis", A. Agrawal, J. Gans y A. Goldfarb (eds.), *The economics of artificial intelligence. An agenda*, Chicago, National Bureau of Economic Research, Inc.:115-146.
- Fang, A. [2019], "Chinese colleges to offer AI major in challenge to US", *Nikkei Asian Review*, <<https://bit.ly/49it2Cu>>, consulta: 7 de noviembre de 2022.
- Foladori, G. y A. Ortiz-Espinoza [2022], "La relación capital-trabajo en la industria 4.0", *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, 73: 161-177, Flacso-Ecuador.
- Frey, C. y M. Osborne [2017], "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?", *Technological Forecasting & Social Change*, 114: 254-280.
- Fu, L. [2018], "Four key barriers to the widespread adoption of AI", *MIT: Professional Education*, <<https://bit.ly/3uEgExv>>, consulta: 7 de noviembre de 2022.
- Giraldi, E. [2019], "Digitalización, política e inteligencia artificial. ¿Qué futuro podemos esperar?", *Nueva Sociedad*, 283.
- GII [2022], Cluster ranking, the GII reveals the world's top 100 science and technology (S&T) clusters and identifies the most S&T-intensive top global clusters, World Intellectual Property Organization.
- Lu, Chia-Hui [2022], "Artificial intelligence and human jobs", *Macroeconomic Dynamics*, 26 (5): 1162-1201.
- Lu, Y., y Y. Zhou [2021], "A review on the economics of artificial intelligence", *Journal of Economics Surveys*, 35: 1045-1072.
- Macro Polo [sin fecha], The global AI talent tracker, <<https://goo.su/mUvdX56>>, consulta: 20 de febrero de 2024.
- Morikawa, M. [2017], "Firms' expectations about the impact of AI and robotics: Evidence from a survey", *Economic Inquiry*, 55: 1054-1063.
- OCDE [2022], Estudios de la OCDE sobre gobernanza pública, uso estratégico y responsable de la inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe.

- OCDE [2017], *OECD skills strategy diagnostic report. Mexico 2017*, <<https://goo.su/OCQpn1>>, consulta: 9 de diciembre de 2022.
- OCDE [sin fecha], Statistics, <<https://stats.oecd.org/>>, consulta: 18 de enero de 2023.
- Office of the Principal Scientific Adviser to the Government of India [2022], <<https://www.psa.gov.in/st-clusters>>, consulta: febrero 2024.
- OMPI [2022], "Índice Mundial de Innovación 2022: Suiza, los Estados Unidos y Suecia lideran la clasificación del Índice Mundial de Innovación; China se acerca al puesto 10; ascenso rápido de la India y Türkiye; la innovación centrada en la incidencia, necesaria en tiempos convulsos", <<https://goo.su/BqhLaP>>, consulta: 20 de febrero de 2024.
- Oxford Insights AI Readiness [2019], Government AI Readiness Index 2023, <<https://goo.su/UtnmG>>, consulta: 14 de marzo de 2023.
- Salama, P. [2018], "Nuevas tecnologías: ¿bipolarización de empleos e ingresos del trabajo?", *Problemas del Desarrollo*, 195(49).
- Soria, J. [2020], "Análisis de políticas públicas para el desarrollo de inteligencia artificial en España", *Ekonomiaz*, 98: 172-193.
- Subirats, J. [2019], "¿Del poscapitalismo al postrabajo?", *Nueva Revista Socialista*, 10.
- The White House [2018], "Artificial Intelligence for the American People".
- UNESCO [2021], El aporte de la inteligencia artificial y las TIC avanzadas a las sociedades del conocimiento: una perspectiva de derechos, apertura, acceso y múltiples actores, <<https://bit.ly/3uBNBux>>, consulta: 7 de noviembre de 2022.
- Value Colleges [2019], *Top 50 Best value bachelor's in artificial intelligence and machine learning*, consulta: 18 de octubre de 2019, Value Colleges.
- WIPO [2022], *Global innovation index 2022: what is the future of innovation-driven growth?*, <<https://bit.ly/42KCA6B>>, consulta: 9 de diciembre de 2023.
- World Economic Forum [2020], *The future of jobs. Report 2020*, <<https://bit.ly/3UMWjRh>>, consulta: 15 de diciembre de 2022.
- Zhang, D., N. Maslej, E. Brynjolfsson, J. Etchemendy, T. Lyons, et al. [2022], "The AI Index 2022 Annual Report", *AI Index Steering Committee*, Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University.

2. Condicionamiento tecnológico de nueva generación en la política pública de sostenibilidad laboral en México*

Ernesto Bravo Benítez

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de nueva generación como las de información y comunicación (TIC),¹ el internet de las cosas IdC (IoT, como se conoce en inglés)² y el *big data*³ están incidiendo en México en todos los ámbitos de su actividad humana, social, económica y de tipo gubernamental; por ello, conforme avanza su adopción, esto también tiende a condicionar su presente, futuro y la sostenibilidad misma de sus procesos de crecimiento y desarrollo económicos,⁴ todo lo cual es más que válido también para el ámbito laboral

* Esta investigación forma parte del proyecto colectivo de investigación denominado “El pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología e innovación para el desarrollo. Análisis y valoración en la era del conocimiento”, Proyecto PE307618.

¹ Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios que permiten la compilación, el procesamiento, almacenamiento y la transmisión de información como voz, datos, texto, video e imágenes [Mintic, s.f.].

² El internet de las cosas hace referencia a la interconexión de los diversos objetos domésticos comunes, pero también los sistemas de las ciudades inteligentes [Red Hat, s.f.].

³ Conceptualmente, se entiende al *big data* como el manejo de datos en términos de su mayor variedad, mayor volumen y velocidad superior en el procesamiento de ellos mismos [Oracle Cloud, s.f.].

⁴ El economista Olivier Blanchard [2008] diferencia los conceptos de crecimiento y de desarrollo económicos en función, fundamentalmente, del proceso tecnológico, en donde cuando éste es dirigido por las instituciones gubernamentales, se estaría entonces en presencia de desarrollo económico más que de crecimiento económico.

mexicano.⁵ Sin embargo, dichas tecnologías son parte de un proceso más complejo polémicamente denominado como cuarta transformación industrial (4TI), la cual comenzó a verificarse a escala global y más concretamente desde la segunda década del siglo XXI, afectando de lleno a la economía mexicana puesto que es una de las más abiertas por su incorporación al Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (AGAAC) en 1986, hoy Organización Mundial de Comercio (OMC), así como por la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1994 con su reciente actualización en el año de 2019 bajo nuevos estándares de operatividad, denominándose Tratado México-Estados Unidos-Canadá (T-MEC).

Puede afirmarse que las transformaciones tecnológicas están manifestándose en ámbitos específicamente relacionados con el mercado laboral y derivado de ello en las industrias manufactureras, farmacéutica, automotriz, servicios financieros, comercio electrónico, pero también y de manera muy importante en la administración pública, tanto en términos del gobierno electrónico como de la forma en que gestiona, por ejemplo, las fricciones en el mercado laboral como un problema de política pública laboral; estas transformaciones tecnológicas están afectando la sostenibilidad económica y, por tanto, los estándares de vida presentes y futuros de los involucrados en el proceso, representando, como consecuencia, nuevas oportunidades de integración social, de incremento en los niveles de productividad y competitividad de las actividades productivas y comerciales, así como la provisión de bienes y servicios públicos. Pero también y no menos importante es la existencia de riesgos relacionados con la pérdida de empleo [Álvarez y Rodríguez, 2020], la polarización de los salarios [Salama, 2018], así como la generación de islas autárquicas de alta productividad sin derramas tecnológicas hacia otros sectores, que es lo que comienza a suceder según la evidencia empírica para el caso de la economía mexicana [Chávez, 2023].

La inteligencia artificial, junto con otros elementos presentes en la cuarta transformación industrial, no necesariamente garantiza beneficios globales para la economía mexicana, ya que al no estar adecuadamente regulada e implementada según sus necesidades en el largo plazo y de tipo sectorial, puede en los hechos desplazar a la fuerza laboral [Mendoza, 2023], contribuyendo con esto a la precarización e informalización del

⁵ Al respecto, Paulo Rodríguez [1996] afirma, en relación con el impacto socioeconómico de las TIC, lo siguiente: “Gracias a ello se ha iniciado una enorme avalancha de innovaciones tecnológicas para la recolección, almacenamiento, procesamiento, transmisión y presentación de datos que no solo en el propio sector de la tecnología de la información en un campo de actividades sumamente dinámico y en expansión —al crear nuevos mercados, y generar nuevas inversiones, ingresos y empleos—, sino que también ha ofrecido a otros sectores mecanismos, más rápidos y eficientes para responder a los cambios en las pautas de demanda y en las ventajas comparativas internacionales mediante procesos de producción más eficientes y productos y servicios nuevos y mejorados”.

empleo y la ocupación, además de que puede también contribuir a la formación de estructuras monopólicas que acaban erigiéndose en bolsones económicos autárquicos sin que éstos impacten positivamente los niveles generales de productividad y competitividad de la diversidad sectorial que nos caracteriza como economía.

Así lo comprueban las mediciones que hace el Foro Económico Mundial (FEM), las cuales se reportan en su Índice Global de Competitividad (IGC) y que sitúan a la economía mexicana en niveles competitivos muy por debajo del tamaño que ésta ocupa en el plano internacional; en este sentido es que se requiere una intervención gubernamental más proactiva que regule la adopción de los procesos tecnológicos relacionados con la 4^{TI} para hacer de ella una palanca de impulso a la generación y el mejoramiento del empleo, y con ello al pleno crecimiento y desarrollo económicos de México.

Con base en lo anterior, este trabajo se divide en cinco apartados en donde el primero se dedica a la introducción de la problemática relacionada con las luces y sombras derivadas de la adopción de las tecnologías de nueva generación y su repercusión en términos de la sostenibilidad de los procesos económicos y de la intervención gubernamental en México; la sección 1 aborda aspectos relacionados con los referentes teórico-conceptuales en torno a la sostenibilidad económica, la 4^{TI} y el intervencionismo económico estatal; la sección 2 se dedica por una parte a rastrear los antecedentes histórico-económicos relacionados con las etapas del desarrollo económico contemporáneo y su condicionamiento tecnológico; la sección 3 se dedica a evidenciar el soporte institucional nacional e internacional, así como el entramado administrativo encargado de su ejecución e implementación en el plano nacional; la sección 4 se dedica a los hechos estilizados relacionados con el empleo y la ocupación, el gasto gubernamental en ciencia, tecnología e innovación, así como el impacto que las tecnologías de nueva generación tendrán en materia de generación y destrucción de empleos en México; mientras que la última parte se dedica a las conclusiones y recomendaciones de política pública relacionadas con el tema de la necesaria regulación de las tecnologías con fines de protección al empleo, para hacer de estas tecnologías una palanca que impulse al crecimiento y al desarrollo económico del país y no una pala que sepulte dichas aspiraciones.

ELEMENTOS TEÓRICOS SOBRE SOSTENIBILIDAD, 4TI E INTERVENCIONISMO ESTATAL

Sostenibilidad económica es la capacidad que tiene una organización para administrar sus recursos y generar rentabilidad de manera responsable y en el largo plazo [Orellana, 2020]. Sin embargo, una definición amplia de este concepto se refiere a las decisiones que apoyan el desarrollo económico a largo plazo de una empresa o de un país, protegiendo al mismo tiempo los elementos medioambientales, sociales y culturales [BBVA, s.f.]; en este sentido, se tiene en términos de economía pública el concepto de sostenibilidad

fiscal⁶ que hace referencia a una condición en donde se utiliza: "...al déficit ajustado cíclicamente (o de pleno empleo) para evaluar —entre otros aspectos de la política fiscal— la sostenibilidad de las políticas fiscales actuales" [Talvi y Végh, 2000].

Los procesos científico-tecnológicos vinculados con la 4^{ta},⁷ como la inteligencia artificial [Perasso, 2016], siguen influyendo en el desempeño productivo de las economías industrializadas y emergentes, pero éste es un fenómeno que dista mucho de haberse concluido en cuanto a su implantación productiva en los planos global, nacional y sectorial; de esta manera, se entiende como 4^{ta} a la sucesión de eventos de industrialización que se han presentado desde el último tercio del siglo XVIII con el uso de la máquina a vapor a las actividades productivas y de transporte, la segunda transformación identificada con el uso de la energía eléctrica y el acero, la tercera transformación verificada en el último tercio del siglo XX con el uso de la teleinformática en los procesos productivos y la cuarta transformación en donde convergen los procesos digitales, biológicos y físicos en los ámbitos productivos, sociales y gubernamentales [Schwab, 2016].

Sin embargo, antes de los procesos de industrialización mencionados existió una primera revolución industrial que se operó en tiempos de la etapa del neolítico y se relaciona con la sedentarización de las sociedades humanas a causa de la invención de la agricultura y a la transformación de metales como el cobre, el hierro y la invención del bronce para la fabricación de herramientas y utensilios domésticos [Fernández y Hernando, 2016]. Asimismo, en la actualidad no se acepta del todo que los procesos de convergencia tecnológica involucrados en la denominada cuarta transformación industrial configuren como tal una revolución [Rivera *et al.*, 2023], y esto no obstante lo acelerado en que dicho proceso se esté presentando ya que por el poco tiempo que ha pasado desde el inicio de la tercera revolución y por la existencia previa de los factores físicos, biológicos y cibernéticos involucrados en él, en realidad estaríamos en una fase más de la tercera revolución industrial.

La 4^{ta} está transformando las nociones de tiempo y espacio en que se desenvuelven las relaciones geopolíticas entre países y bloques económicos, los procesos productivos, así como a las personas, afectando con ello al mercado del trabajo y por lo tanto a

⁶ La sostenibilidad fiscal en términos nominales se determina a partir de la restricción presupuestal siguiente:

$$B_t = (1-i) B_{t-1} + M_{t-1} - M_t + G_t - Z_t$$

donde: B_t es la restricción presupuestaria en términos nominales; B_{t-1} es la deuda pública acumulada al final del periodo $t-1$; M_{t-1} es la base monetaria final del periodo $t-1$; G_t es el gasto del gobierno durante el periodo t ; Z_t son los ingresos totales durante el periodo t ; i es la tasa de interés nominal (constante) entre el periodo $t-1$ y t .

⁷ El concepto de cuarta transformación industrial se esgrimió por primera vez en 2011, pero quedó consignado en el texto seminal de Klaus Schwab [2016].

la distribución del ingreso [Ordoñez, 2021]; en este sentido, el proceso puede estar contribuyendo a una mayor segmentación del mercado de trabajo haciéndolo más complejo en su dinámica, fomentando con ello la desigualdad del ingreso y la precariedad laboral, incidiendo, por tanto, también de manera negativa en términos de pobreza y desigualdad del ingreso [Fernández, 2010].

Con base en lo anterior, la 4^{TI} se integra por múltiples elementos de carácter científico-tecnológico que en términos técnicos se podrían definir como:

La Industria 4.0 se puede entender como una nueva forma de abordar las expectativas, retos y desafíos que tenemos por delante como sociedad a través del uso y combinación adecuada de las nuevas tecnologías. El concepto 4.0 es aplicable más allá de la optimización de procesos dentro de la propia industria o del ámbito empresarial. Es extensible a cualquier organización, administración, etc. De hecho, está empezando a cambiar algunos aspectos de nuestra vida en ámbitos como la domótica, el transporte (vehículos autónomos), la gestión y funcionamiento de las ciudades (concepto de Smart Cities o ciudades inteligentes), edificios inteligentes [García, 2021: 3].

Por tanto, si bien los diversos procesos tecnológicos inmersos en la denominada 4^{TI} están revolucionando el perfil de ciertas actividades productivas, lo cierto es que en los hechos pueden proceder como islas que confinan en ellas mismas los efectos de la eficiencia productiva a causa de la debilidad de los eslabonamientos productivos, actuando como elementos de contención de las externalidades positivas y ampliando con ello las brechas tecnológicas [Cálix y Blanco, 2020], pero también el desempleo tecnológico [Kurihara, 1977], lo que es particularmente importante para aquellas economías con problemas de subempleo y desempleo tecnológico derivados de su abundancia de trabajo.

Como resultado de esto, los gobiernos tienen la obligación, debiendo de cuidar que en su implementación no se polaricen las remuneraciones laborales, de impulsar por medio del fomento económico a la 4^{TI}, reponer de inmediato las plazas de trabajo que desaparecen a causa de su adopción reduciendo al mínimo posible el desempleo friccional para que sea temporal y no derive en un problema estructural difícil de superar en el mediano y en el largo plazos. De esta manera, el Estado, al tener dentro de sus funciones la distribución del ingreso, además de la estabilización y asignación [Musgrave, 1992], tiene que compaginar esta realidad productiva con las necesidades específicas de los países, no sólo en términos de generación, disponibilidad y capacitación laboral, sino también de tipo ambiental [Neffa *et al.*, 2006].

El Estado contemporáneo, para el cumplimiento de sus funciones legales, como de sus funciones económicas [Andrade, 2021], concentra su atención en los ámbitos

microeconómico y mesoeconómico detectando fallas del mercado, las cuales están relacionadas con los mercados incompletos, los problemas de información, las externalidades, los problemas de competencia económica, así como la existencia de bienes públicos. Sin embargo, el gobierno también es un agente económico sujeto a sus respectivas restricciones [Stiglitz, 2016] que se relacionan con la información limitada, dificultades para controlar a la iniciativa privada, dificultades para controlar a la burocracia y los problemas derivados de los procesos político-electorales en las sociedades democráticas [Simmons, 2011].

En relación con el impulso al avance científico-tecnológico, el Estado debe jugar un papel estratégicamente relacionado con los siguientes elementos:

el rol del Estado es clave porque debe conducir el proceso de cambio estructural, promoviendo los caminos promisorios y desincentivando los que atentan en contra. En el caso específico del avance tecnológico, es además clave para desarrollar la investigación básica que luego articula con el sistema productivo [Lucotti, 2020].

ELEMENTOS HISTÓRICOS DEL DESARROLLO ECONÓMICO DE MÉXICO Y DE SU CONDICIONAMIENTO TECNOLÓGICO

Cuando en México concluye el movimiento armado iniciado a inicios del siglo xx se da a la tarea de hacer realidad el programa económico de la Revolución, por lo cual busca asegurar por principio el control de determinadas materias primas y asegurar los procesos de financiamiento del desarrollo, pone en marcha desde la década de los años cuarenta la estrategia de industrialización conocida como “sustitutiva de importaciones”, donde se identifican tres etapas: 1) crecimiento con inestabilidad macroeconómica, 2) desarrollo estabilizador, y 3) la que se compone de dos, la primera concerniente al desarrollo compartido y la segunda la alianza para el progreso que concluye con la crisis de la deuda externa de 1982. Ésta motivó el abandono del modelo sustitutivo de importaciones bajo la idea de su fracaso cuando en realidad sólo correspondía al agotamiento de una de sus etapas, pero también causó la adopción de la Estrategia de Apertura Económica con la entrada en 1986 al Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (AGAAC), posteriormente Organización Mundial de Comercio (OMC), pero, sobre todo, con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 y su posterior renovación en julio de 2020 bajo el concepto del Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC).

También existen los tratados de libre comercio que tiene México con múltiples países, entre los que destacan, en particular, el Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea

(TLCMUE) vigente desde el año 2000, así como el Acuerdo de Continuidad Comercial con el Reino Unido (ACCRU), firmado entre ambas naciones en 2020 [Secretaría de Economía, 2020], además de otras naciones asiáticas con las que se mantienen estrechos lazos comerciales como Japón, con el que se tiene el Acuerdo de Asociación Económica (2004) y Corea del Sur, que actualmente negocia un TLC con México [Secretaría de Economía, 2022], todo esto sin dejar de mencionar a China, que pertenece desde el 2001 a la Organización Mundial de Comercio (OMC) y que en la actualidad también quiere posicionarse productivamente con sus empresas en México.

Lo anterior dio pie al establecimiento por parte de México de múltiples acuerdos comerciales con diversos países configurando su economía como una de las más abiertas del mundo, lo cual se combinó con la irrupción del fenómeno de la globalización y las cadenas globales de valor. Sin embargo, de esta apertura no se derivaron mayores niveles de crecimiento y desarrollo para el país, lo cual motivó un voto de castigo en las elecciones federales del 2018 que derivó en la llegada de Andrés Manuel López Obrador a la presidencia de México, quien posteriormente atendió los estragos de la pandemia de la covid-19, así como sus secuelas económicas en términos de ralentización económica e inflación. En este contexto, las autoridades federales implementaron cambios en las leyes para matizar su condición de Estado rector permitiéndole fungir como Estado promotor, usando esto para hacer avanzar su programa de gobierno e intervenir de manera proactiva en el fenómeno del *nearshoring* con la finalidad de emplear a la mano de obra desempleada y subempleada y, con ello, a la desigualdad y a la pobreza y pobreza extrema.

El proceso de apertura económica reseñado en párrafos anteriores se empalmó con la irrupción del fenómeno globalizador y la subsecuente conformación de cadenas globales de valor, transformando su perfil productivo en los ámbitos industrial-manufacturero, en el de los servicios y el comercio, así como en la agroindustria perteneciente al sector primario de la economía. Sin embargo, los resultados en términos de crecimiento y desarrollo económicos no fueron los esperados por los grupos mayoritarios de la sociedad mexicana, propiciando que en 2018 sus ciudadanos votaran mayoritariamente por un personaje con perfil ideológico distinto al neoliberal y con un programa de gobierno de corte transicionista, el cual tuvo que enfrentar al inicio de su gobierno una de las pandemias más agresivas que ha vivido la humanidad con sus lamentables efectos sanitarios y de carácter económico en ámbitos relacionados con la producción (*nearshoring-friendshoring* y *onshoring*), el comercio (crisis logística), y la inflación que afecta al sistema de precios internacionales.

Por lo anterior, el gobierno del presidente Andrés Manuel López se ha caracterizado, desde su llegada al poder, por impulsar cambios en leyes primarias y secundarias de carácter económico-social, adecuando también el marco administrativo que lo sustenta, pero teniendo como fundamento los artículos constitucionales que le confieren al Estado

mexicano una limitante condición rectora del desarrollo económico, en lugar de la condición promotora del desarrollo económico que se tenía hasta antes de la adopción del modelo de apertura económica, pero que le permitía al gobierno federal intervenir directamente, en este caso bajo el modelo sustitutivo de importaciones, en la generación de empleo y a través de ello en el combate a la pobreza y desigualdad, mediante políticas laborales que promovían la estabilidad y la defensa del trabajo [González, 2017].

Lo estipulado anteriormente cambió con la adopción, luego de la crisis de la deuda externa, del modelo neoliberal en donde los trabajadores quedaron de lado en términos de la generación de empleo, la defensa del salario y seguridad social, quedando a expensas de las fuerzas del mercado que exigía una creciente flexibilización laboral, el abatimiento del costo de la mano de obra y en general la precarización de la fuerza de trabajo para hacer con esto a la plaza mexicana competitiva en el plano internacional, todo lo cual estuvo presente hasta la administración del presidente Enrique Peña y su reforma estructural de tipo laboral, con el *outsourcing* liderando el tema de la generación de empleos, la cual fue cancelada al inicio de la actual administración del presidente López Obrador dada la acelerada precarización del mercado laboral en México [Millán y Cota, 2021].

SOPORTE INSTITUCIONAL Y GESTIÓN ADMINISTRATIVA DEL CONDICIONAMIENTO TECNOLÓGICO DE NUEVA GENERACIÓN Y DEL MERCADO LABORAL

Actualmente, existe en México un complejo entramado institucional y administrativo que soporta la adopción y el impulso científico-tecnológico y de innovación de nueva generación comúnmente denominado como tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC); esta institucionalidad, por principio, es esgrimida en el plano internacional por la Organización de las Naciones Unidas (ONU)⁸ en la Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH) en su artículo 27 en donde se establece que: “Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente de la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten”.

Al anterior ordenamiento internacional, le sigue lo estipulado en el numeral 9 de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 (ADS2030) de la ONU en donde se establece también que la innovación y el progreso tecnológico son claves para descubrir soluciones duraderas

⁸ Como una forma de impulsar a la sociedad de la información (SI) y para darle cumplimiento al artículo 27 de la DUDH, la ONU auspició en 2003 y 2005 la cumbre mundial sobre sociedades de la información, realizándose la primera de ellas en 2003 en Ginebra, Suiza, y la segunda en 2005, en Túnez, <<https://goo.su/STQsgzi>>, consulta: 19 de marzo de 2023.

para los desafíos económicos y medioambientales, como el aumento de la eficiencia energética y de recursos. A nivel mundial, la inversión en investigación y desarrollo (I+D), como porcentaje del PIB, aumentó de 1.5 % en 2000 a 1.7 % en 2015, y continuó casi en el mismo nivel en 2017. Sin embargo, en las regiones en desarrollo fue inferior a 1 por ciento.

La Organización de Estados Americanos (OEA) desde 2016 impulsa, en el marco de la ADS2030, a la Alianza TIC 2030 para integrar a las TIC a las políticas nacionales de los países miembros con el apoyo de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (Citel), teniendo como objetivos las siguientes actividades [OEA, 2023]:

- Trabajar conjuntamente para contribuir a la meta global de poner en línea a 1 500 millones de personas para el año 2030 en todo el mundo.
- Asegurar que todas las escuelas públicas de las Américas estén conectadas a internet antes del año 2030 y crear contenidos locales relevantes.
- Promover la capacitación digital para contribuir a elevar la calidad de la educación y desarrollar talentos para la nueva economía digital.
- Fortalecer la participación democrática en las Américas a través de las TIC.

La UNESCO ratificó en 1999 el convenio de colaboración con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en materia de intercambio de información y financiación de proyectos relacionados con las telecomunicaciones y, por tanto, al impulso de las tecnologías que las hacen posible, y donde además la Organización Mundial de Comercio (OMC) suscribió en 1996 el Acuerdo sobre Tecnología de la Información (ATI) que establece obligaciones para sus miembros relacionados con este tema.

EL ATI fue suscrito originalmente por 29 países en 1996 sumándose a partir de ese momento nuevos participantes, llegando en la actualidad a 83 naciones que concentran más del 95 % del comercio internacional relacionado con las tecnologías de la información, comprometiéndose a eliminar los aranceles a este tipo de productos, ampliándose posteriormente a muchos más productos, permitiendo así que el comercio de los mismos supere los 1.3 mil millones de dólares [WTO, 2023].

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE, 2022] tiene acuerdos sobre ciencia, tecnología e información, en donde se establecen recomendaciones de política pública para impulsar a la innovación por parte de sus miembros como un proceso que contribuye al fortalecimiento del crecimiento económico de sus miembros, por último, se tiene a la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI), que se encarga de normar todo lo relacionado con las patentes en el ámbito internacional, lo cual funge como un importante incentivo para seguir creando tecnologías de nueva generación.

Por tanto y en lo que respecta al plano nacional, en su artículo 1º la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [2023] plasma el derecho humano de acceso

a la tecnología, recayendo en el 3º constitucional su implementación, remarcando la obligación que tiene el Estado mexicano de proveer de educación a los ciudadanos, así como de impulsar a la ciencia, la tecnología y la innovación; esto último queda tipificado en la fracción V de dicho artículo, que al respecto establece lo siguiente:

Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. El Estado apoyará la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y garantizará el acceso abierto a la información que derive de ella, para lo cual deberá proveer recursos y estímulos suficientes, conforme a las bases de coordinación, vinculación y participación que establezcan las leyes en la materia; además alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura.

Por su parte, en el artículo 73 se faculta al Congreso de la Unión a legislar todo lo relacionado con esta materia, mientras que en lo concerniente al empleo se tiene contemplado en el artículo 123 la capacitación permanente del trabajador, por lo que implícitamente queda tipificada la obligación por parte de las empresas de instruir a la fuerza laborar en el manejo de las tecnologías convencionales, así como las de nueva generación. Asimismo, y a manera de complemento, se cuenta para el desahogo de estas responsabilidades por parte del Estado mexicano con el llamado capítulo económico de la Constitución, integrado por sus artículos del 25 al 28, pudiendo también ser auxiliados para el buen desahogo de dichas funciones por otros ordenamientos constitucionales como lo son el 6º para transparencia, el 79 para la fiscalización de los recursos utilizados, el 80 para la adscripción de las dependencias gubernamentales federales involucradas en el procesos y el 134 para todo lo relacionado con las compras gubernamentales en las que quedan implícitamente incluidas las relacionadas con este tema, entre los más importantes.

Del enramado constitucional mencionado se desprenden leyes de carácter secundario y reglamentarias, entre las que destacan leyes generales como las de educación, de transparencia, de acceso a la información pública y de tipo federal como las del trabajo, de ciencia y tecnología, de fiscalización superior de la federación y la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, junto con sus respectivos reglamentos interiores, entre otras; en este sentido, la normatividad mencionada se implementa temporalmente hablando sobre la base del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, del cual se desprenden los programas federales de tipo institucional, sectorial, especiales, regionales y los de tipo transversal.

Con base en lo anterior, uno de los programas más importante al respecto es el Plan Nacional para la Innovación (PNI) cuyo objetivo principal es:

establecer políticas públicas que permitan promover y fortalecer la innovación en los procesos productivos y de servicios, para incrementar la competitividad de la economía nacional en el corto, mediano y largo plazos. Para ello, se busca promover y fortalecer la innovación en los procesos productivos y de servicios para incrementar la productividad y la competitividad del aparato productivo nacional.

Del PNI se deriva el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (Peciti) que a la letra estipula lo siguiente:

El Peciti establece las bases estratégicas de una política de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (HCTI) que contribuya al bienestar social, el cuidado ambiental y la protección de la riqueza biocultural de México, a partir de los principios del humanismo, la equidad y la no discriminación. De tal manera que se garantice para las y los mexicanos el derecho humano a la ciencia y el acceso universal al conocimiento.

Para su ejecución, estos programas son delegados a diversas secretarías y entidades gubernamentales, destacando entre las más importantes las secretarías de Educación Pública, de Economía y del Trabajo y Previsión Social, y organismos públicos como el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), que cuenta con oficinas regionales en la mayoría de los estados de la República Mexicana. Pero, a diferencia de lo que hacen al respecto organismos gubernamentales de este tipo en otros países, el nuestro no financia proyectos de innovación, ya que dicho organismo sólo se encarga a nivel nacional del registro de patentes [Hernández, 2023]. Esto contrasta con el número de patentes de China, que en 2020 lideró este proceso con cerca de 1 400 000, seguido de los Estados Unidos con cerca de 250 000 o Corea del Sur con cerca de 190 000 solicitudes de este tipo, en comparación con México que presentó para ese mismo año sólo 1 132 solicitudes de patentes, de las cuales 92% fueron de no residentes en el país. [Chávez, 2023].

Para la implementación de la normatividad mencionada, el Estado mexicano cuenta con diversas entidades administrativas de carácter federal, entre las que destacan diversas secretarías como la de Educación Pública, del Trabajo y Previsión Social, de Economía, así como el Instituto Nacional de Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (Inai), la Auditoría Superior de la Federación (ASF) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt),⁹ sobre del cual recae la responsabilidad

⁹ Recientemente, se promulgó la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI) que transforma al Conacyt en el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conhacyt), en donde se establece que el gobierno federal deberá: “formular y publicar

de coordinar los trabajos del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación [Trejo *et al.*, 2018; Dutrénit *et al.*, 2010], junto con el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, así como el Comité Intersectorial para la Innovación, entre otros organismos participantes.

Asimismo, en el país también existen organismos privados y sociales involucrados en la generación, difusión e implementación de las tecnologías convencionales y de nueva generación, por lo que en el caso de los primeros se tiene a las empresas privadas generadoras, nacionales y foráneas, así como a sus organizaciones gremiales como el Consejo Coordinador Empresarial (CCE), la Confederación Patronal Mexicana (Coparmex), la Confederación de Cámaras Industriales (Concamin), la Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo (Concanaco-Servitur), mientras que con respecto a los organismos sociales se tiene a las universidades públicas, tanto nacionales como estatales, además de organizaciones sin fines de lucro como las fundaciones de origen nacional e internacional.

Por lo que respecta a la parte laboral, se tiene con base en el ya mencionado artículo 123 constitucional a la Ley Federal del Trabajo con su respectivo reglamento que determina lo concerniente a este tema, junto con lo estipulado en convenios internacionales signados por México con organismos como la ONU y su Agenda para el desarrollo sustentable, la Organización Internacional de Trabajo (OIT), la OCDE, así como por lo estipulado en el marco del T-MEC, que es retomado en el PND y sus respectivos programas nacionales en el ámbito laboral, teniendo como organismos administrativos ejecutores de dichas políticas a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STYPS), pero también de manera complementaria a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje (JFCYA), a la Comisión Nacional de Salarios Mínimos (Conasami) y otras dependencias federales como el IMSS, ISSSTE, de Pemex y de los encargados de la seguridad social de las fuerzas armadas, así como las secretarías de Economía, Hacienda, Salud y Gobernación, entre las más importantes.

el Programa Especial en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, incluyendo las propuestas que presenten las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que fomenten, realicen o apoyen actividades de investigación de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo a cargo del Consejo Nacional.

[...] Establece el Sistema Nacional de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación para conjuntar el esfuerzo de la Federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México para la ejecución de los instrumentos de planeación estratégica y participativa de la política pública en la materia a través de facultades concurrentes”.

HECHOS ESTILIZADOS DEL CONDICIONAMIENTO TECNOLÓGICO DE NUEVA GENERACIÓN, DEL MERCADO LABORAL Y DE SU GESTIÓN PRESUPUESTAL

La economía mexicana, dada su posición geoestratégica, no ha estado exenta de los efectos de la 4^{TI}, los cuales se redimensionaron por el contexto económico-institucional en que dicho proceso se ha insertado, debido en este caso a la existencia del Tratado de Libre Comercio (TLC), vigente desde 1994 para México, Estados Unidos y Canadá y su subsecuente renovación en 2018 con el Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). Sin embargo, también han influido en este proceso fenómenos como el *offshoring* y sus modalidades complementarias denominadas *nearshoring-friendshoring* y *onshoring* liderados por países como Vietnam, Estados Unidos y, últimamente, México [Aguilar, 2023], los cuales recientemente se están verificando a escala global potencializados en parte por los efectos sanitarios y económicos derivados del surgimiento de la pandemia de covid-19, que generó problemas económicos a causa de la saturación de los principales puertos marítimos y sus efectos ralentizadores en las cadenas globales de valor, pero también debido a los conflictos geopolíticos entre Estados Unidos y China por el tema de Taiwán en la parte oriental, como por el conflicto en Occidente entre los países de Rusia y de Ucrania e indirectamente con los países miembros de la OTAN.

Algunos de los efectos antes mencionados se deben a que en México no existe una política industrial bien estructurada, que marque a su vez el derrotero de las actividades relacionadas con el crecimiento, el desarrollo y con todo lo relacionado con la ciencia, la tecnología y la innovación,¹⁰ todo lo cual contribuye a explicar la causa de los bajos niveles de inversión pública federal en dichos rubros, los cuales no han sobrepasado en los últimos lustros en promedio 0.4 % del PIB (cuadro 1), cuando naciones como Corea o Israel están destinando en la actualidad casi 5 % de dicho indicador [Banco Mundial, 2023].

¹⁰ Algunos analistas afirman que, históricamente, en México los efectos del cambio tecnológico en el ámbito laboral se han manifestado de múltiples maneras [Chávez, 2023], y una de ellas es el grado de calificación de la fuerza de trabajo, evidenciándose que:

- a) En el siglo XIX, el cambio tecnológico favoreció la demanda de trabajo no calificado.
- b) Durante la mayor parte del siglo XX, la tecnología complementó al trabajo calificado.
- c) En el siglo XXI, las aplicaciones tecnológicas han estado reemplazando al trabajo calificado.

Cuadro 1.
México. Presupuesto federal para ciencia, tecnología e innovación

Fecha	% del PIB a la función ciencia, tecnología e innovación	% del transversal 12 en el PIB
2022	0.2	0.4
2021	0.2	0.4
2020	0.2	0.4
2019	0.2	0.4
2018	0.2	0.4
2017	0.2	0.4
2016	0.3	0.5
2015	0.3	0.5
2014	0.3	0.5
2013	0.3	0.4
2012	0.3	0.4

Fuente: elaboración propia con base en CEF [2020] y el PEF [2022].

El Índice Mundial de Innovación (IMI) publicado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) informa que en 2022 Suiza aparece en primer lugar y la economía mexicana aparece en el lugar 58, descendiendo tres lugares con respecto a 2021 (cuadro 2), siendo superada en América Latina por Chile [OMPI, 2022];¹¹ en este sentido, dicha posición se explica por el bajo nivel de recursos presupuestales a esta función respecto al PIB por parte de los distintos gobiernos federales, incluido el actual [SHCP, 2022], lo cual no corresponde en ningún sentido con el tamaño de la economía mexicana que en 2022 fue considerada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) como la decimocuarta a nivel global [Expansión, 2023].

¹¹ El IMI es publicado desde hace 15 años por la OMPI, dependiente de la ONU, e incluye en su medición lo realizado al respecto en el año por 132 naciones.

Cuadro 2.
Posición de México en la clasificación mundial de la innovación

<i>Fecha</i>	<i>Clasificación de la innovación</i>	<i>Índice de innovación</i>
2022	58°	31.0
2021	55°	34.5
2019	56°	36.1
2017	58°	35.8
2015	57°	38.0
2013	63°	36.8
2011	81°	30.4

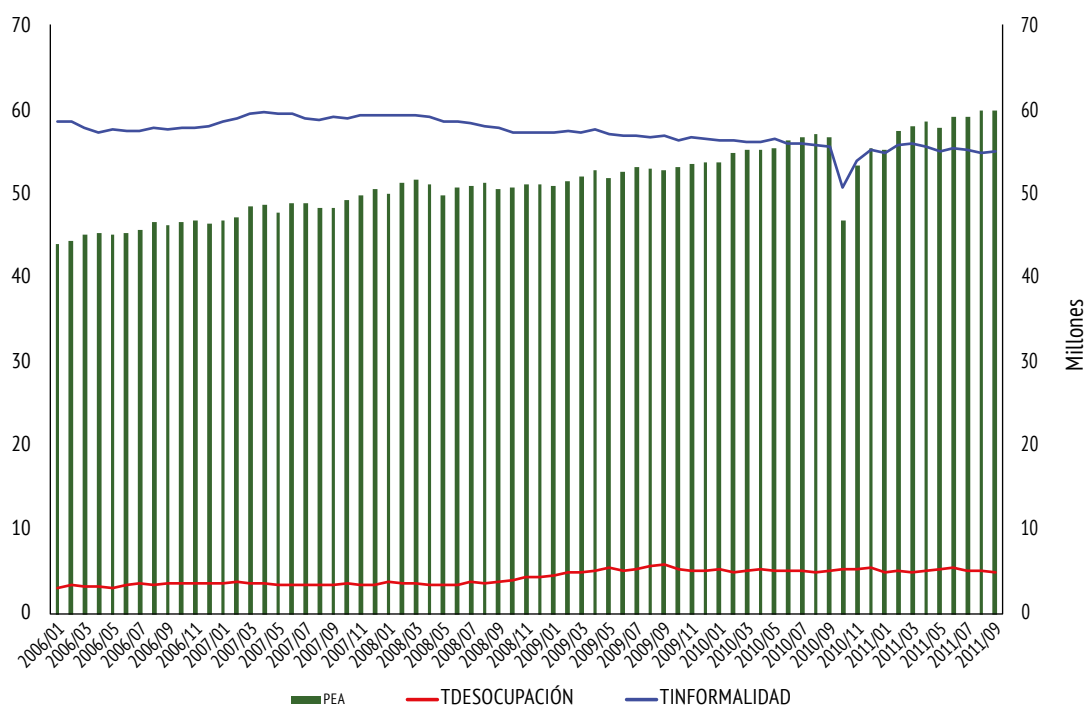
Fuente: elaboración propia con base en IMI, varios años, y de *Expansión* [2023].

El débil impulso presupuestal mencionado, para el caso de la economía mexicana, ignora los efectos que las inversiones públicas en investigación y desarrollo (I+D) han tenido en otras economías emergentes en temas como el impulso al crecimiento de la productividad de la mano de obra, la cual pasó de un crecimiento anual promedio de 0.4 % entre 1995 y 2003 a 0.7 % en el periodo comprendido entre los años de 2004 a 2014 [Aslam *et al.*, 2018]. De esta manera, los resultados muestran el impacto de las tecnologías de nueva generación (TNG) en un ámbito tan importante del desempeño económico como el de la productividad de la mano de obra, evidenciando con esto el reconocimiento explícito de su influencia en el devenir económico y social, pero también el sentido en que dichas tecnologías deberían de influir, desde el punto de vista gubernamental.¹²

¹² En México, esta condición ya había sido evidenciada desde fines de los noventa para el caso de las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones (TIC), recomendándose un involucramiento gubernamental mayor para direccionar sus efectos en los distintos ámbitos específicos [Lafuente, 1997].

Desafortunadamente, en el caso de México, al ser tan mínimo el esfuerzo fiscal destinado para tal fin, se imposibilita a las autoridades relacionadas con estos ámbitos a influir decididamente en la direccionalidad de este tipo de procesos, lo que nos define como una economía usuaria pero, sobre todo, importadora de las TNG (que pueden acrecentar los problemas ya mencionados, en lugar de utilizarlas como potentes palancas que incidan en el crecimiento y el desarrollo de la economía mexicana); esto último debería ser adecuadamente tomado en cuenta por parte de las autoridades gubernamentales, ya que la economía mexicana se ha caracterizado, a raíz de la adopción del neoliberalismo, por tener un alto porcentaje de su población económicamente activa (PEA) en la informalidad y un porcentaje significativo en el desempleo (gráfica 1).

Gráfica 1.
PEA:* informalidad y desocupación
(unidades y tasas de participación)



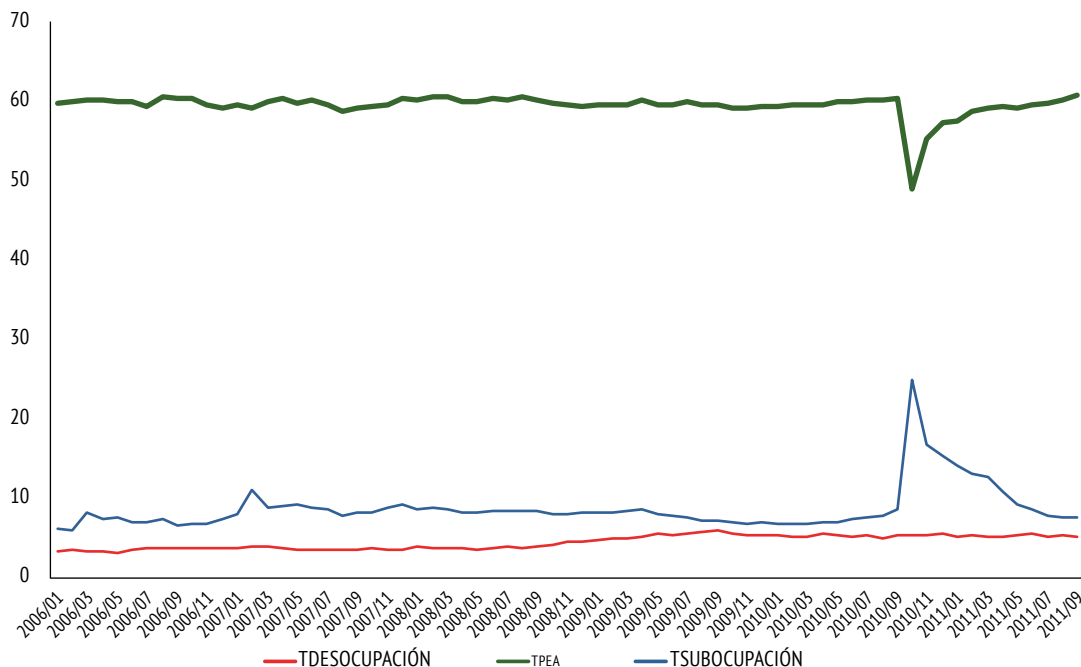
* La PEA está indicada en unidades.

Fuente: elaboración propia con base en datos del Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/>>, 14 de abril de 2023.

Asimismo, un porcentaje muy importante de la población ocupada en México se mantiene en condiciones de subocupación (gráfica 2), situación que fue particularmente

evidente en el contexto de la crisis sanitaria de covid-19,¹³ todo lo cual implica que en México deberían estarse generando actualmente más de un millón de plazas laborales al año [González, 2010, 2017].

Gráfica 2.
PEA, * subocupación y desocupación
(tasas de participación)



* Tasa neta de participación de la PEA con respecto a la población total.

Fuente: elaboración propia con base en datos del Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/>>, 14 de abril de 2023.

En este complejo escenario de precarización histórica del empleo en México [Bouzas, 2012], se inserta la revolución de la 4^{ta}, la cual ha llegado sin haber previamente generado en México las condiciones para su incorporación acorde con las especificidades del desarrollo económico mexicano y, sobre todo, de su mercado laboral [Solo, 1979], motivo por el cual en términos de políticas públicas se observan rezagados en la identificación de sus potencialidades y de los riesgos que conlleva su adopción irrestricta, ya que no se deben perder de vista los nexos cada vez más estrechos

¹³ Estos y otros problemas son inmanentes al neoliberalismo y fueron evidenciados por múltiples análisis desde inicios del presente milenio [Forrester, 2000, 1997; Stiglitz, 2002].

que su acelerada dinámica produce entre los países generadores y los consumidores de este tipo de tecnologías, siendo la economía mexicana una de ellas [Salama, 2018], algo que ya había sido advertido por diversos analistas desde fines del siglo anterior [Rodríguez, 1996]; en este sentido, autores como Minian y Martínez [2018] encuentran evidencia empírica sobre el alto riesgo que existe en México de que la mano de obra sea sustituida por los procesos de automatización, dependiendo de su grado de calificación.

El complejo escenario mostrado en párrafos anteriores en materia laboral es en donde se inserta la demanda de nuevas profesiones y oficios por parte de las tecnologías convencionales como las de nueva generación; en este sentido y por lo que respecta a la 4^{ta}, la STYPS informa en su Observatorio Laboral (Ola) que dos terceras partes de los niños mexicanos que están actualmente iniciando su educación primaria se emplearán en las áreas de servicios innovadores en puestos que aún no existen y en donde por factores relacionados con la naturaleza, los cambios en los entornos laborales y trabajos flexibles y a distancia, desaparecerán en los próximos años más de cinco millones de empleos en segmentos ocupacionales relacionados con las siguientes áreas:¹⁴

- a) Millones en áreas de oficina y administración.
- b) 1.6 millones en manufactura y producción.
- c) 497 000 en construcción.
- d) 151 000 de artes, diseño, deportes y medios.
- e) 109 000 en el campo legal.
- f) 40 000 de instalación y mantenimiento.

Por su parte, en lo que corresponde a la creación de empleos, éstos superarán en los próximos años en México la cifra de los dos millones de empleos en áreas relacionadas con la informática, la arquitectura, las matemáticas y las ingenierías, agrupándose por áreas, de la siguiente manera:

- a) 416 puestos gerenciales.
- b) 405 000 de computación y matemáticas.
- c) 399 000 de arquitectura e ingeniería.
- d) 303 000 de ventas.
- e) 66 000 de educación y capacitación.

¹⁴ El Ola es un sitio electrónico generado por la STYPS que tiene la finalidad de proveer información a los tomadores de decisiones, así como a los estudiantes y trabajadores sobre las tendencias del mercado de trabajo en los ámbitos profesionales y técnicos. La dirección electrónica es <<https://goosuwxl.com>>.

Como puede observarse en las cifras mostradas, el saldo en materia de pérdida de empleos en los próximos años para el país es muy importante, todo lo cual obliga al gobierno a establecer políticas de corto y mediano plazos relacionadas con la capacitación permanente de la fuerza de trabajo que les permita desarrollar habilidades específicas, el manejo de diversas técnicas, la sociabilidad, así como actitudes colaborativas. Sin embargo, también deberá estrecharse la colaboración y entendimiento del gobierno con los empleadores, ya que ellos son la principal fuente de información debido a que conocen la naturaleza y dinamicidad de sus procesos productivos, los cuales están actualmente marcando la demanda de perfiles laborales en las áreas profesionales y técnicas.

CONCLUSIONES

El análisis desarrollado a lo largo del presente artículo permite afirmar que la 4^{ta} está ya influyendo en el mercado de trabajo mexicano, la cual, al no estar siendo regulada a causa de inadecuadas políticas laboral y científico-tecnológica, por la ausencia de una política industrial, amenaza con precarizar las condiciones laborales y de bajos ingresos, perpetuando así los desequilibrios productivos y competitivos que caracterizan actualmente a la economía mexicana. Para hacer sostenibles el crecimiento y desarrollo económico del país en los próximos lustros, se requieren aumentar, por principio, los presupuestos al rubro científico-tecnológico, involucrando a los tres niveles de gobierno para acercarlos a los niveles que en este sentido ejercen naciones emergentes de la talla de Brasil, Corea del Sur o Israel, o los ejercidos por nuestros socios comerciales en el marco del T-MEC.

Asimismo, se debe implementar una agresiva y genuina política industrial que marque los lineamientos, no sólo de las políticas científico-tecnológicas, sino también las de tipo laboral, educativa y demográficas, así como las relacionadas con el comercio exterior y la inversión extranjera, manteniendo una estrecha relación con los tomadores de decisión, sobre todo los empresarios, los sindicatos y las universidades, pero también con las agencias internacionales y los gobiernos foráneos para el establecimiento de acuerdos que optimicen la multiplicidad de tratados de libre comercio que actualmente tiene nuestro país y poderlos escalar a los ámbitos relacionados con la transferencia y asistencia científico-tecnológica, así como con la certificación internacional de oficios, profesiones y movilidad estudiantil

Por tanto, si no se llevan a cabo dichas políticas por parte del gobierno, estaremos entonces perdiendo para beneficio del país la actual e irrepetible ventana de oportunidades que significan el bono demográfico, la llegada de crecientes recursos foráneos derivados del *nearshoring*, así como la irrupción de la 4^{ta} en los sectores industrial-manufacturero, de servicios y del gobierno.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, Ma. L. [2023], "Da efecto *nearshoring* mayor atractivo a México entre países emergentes de A. Latina en 2023: Estrategas", *Fortuna*, <<https://goo.su/B3CN>>, consulta: 09 de enero de 2023.
- Álvarez, H. y S. Rodríguez [2020], *El impacto de la inteligencia artificial en el trabajo. Desafíos y propuestas*, Ed. España: 124.
- Andrade, E. [2021], *Teoría general del Estado*, 4ª ed., México, Tirant lo Blanch.
- Aslam, A.; J. Eugster, G. Ho, F. Jaumotte y R. Piazza R. [2018], "La globalización facilita la difusión transfronteriza de la tecnología y el conocimiento", IMF blog, <<https://bit.ly/3HZxFW6>>, consulta: 15 de marzo de 2023.
- Banco Mundial [2023], Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB), <<https://goo.su/yva45Nz>>.
- BBVA [s.f.], "¿Qué es la sostenibilidad económica y cuáles son sus implicaciones?", <<https://bit.ly/315dWUM>>, consulta: 21 de febrero de 2023.
- Blanchard, O. [2008], *Macroeconomía*, 4ª ed., Madrid, Pearson-Prentice Hall.
- Bouzas, A. [2012], *¿Trabajar para qué?*, México, IIEC-UNAM.
- Cálix, Á. y M. Blanco (coords.) [2020], *Los desafíos de la transformación productiva. Perfiles nacionales y tendencias regionales*, México, Friedrich-Ebert-Stiftung.
- CEFP [2020], "Evolución de los recursos federales aprobados para la ciencia y el desarrollo, 2012-2021", nota informativa, <<https://bit.ly/49yv4Oo>>, consulta: 15 de mayo de 2023.
- Chávez, B. A. [2023], *Las tecnologías del siglo XXI y sus efectos sobre el trabajo*, tesis de licenciatura, México, FE-UNAM.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [2023], <<https://goo.su/93fAI>>.
- Dutrénit, G.; M. Capdevielle, J. Corona, M. Puchet, F. Santiago y A. O. Vera [2010], *El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos*, México, UAM.
- Expansión [2023], "México-Índice Mundial de Innovación", <<https://goo.su/mKUA>>, consulta: 20 de abril de 2023.
- Fernández, A. M. y A. Hernando [2016], "La revolución tecnológica e industrial del Bronce Final en Europa continental y atlántica", A. Ma. Fernández, *Las sociedades metalúrgicas*, vol. 2, Madrid, Editorial Universitaria Ramón Areces: 282-302.
- Fernández-Huerga, E. [2010], "La teoría de la segmentación del mercado de trabajo: enfoques, situación actual y perspectivas de futuro", *Investigación Económica*, 69(273): 115-150.
- FMI [2023], Producto mundial bruto real. Grupo Banco Mundial, <<https://www.imf.org/external/datamapper>>, consultado el 10 de abril de 2023.
- Foro Económico Mundial [2022], *Annual Report 2021-2022*, Ginebra, World Economic Forum.
- Forrester, V. [2000], *Una extraña dictadura*, México, FCE.
- Forrester, V. [1997], *El horror económico*, México, FCE.

- García, B. [2021], "Industria 4.0. La cuarta revolución industrial", Universidad Politécnica de Valencia, <<https://bit.ly/3UNjb35>>, consulta: 27 de noviembre de 2023.
- González, G. [2017], *Mercado de trabajo en México. Acumulación, salario y ganancia*, México, IIEC-UNAM.
- González, G. [2010], *Perspectivas del trabajo en México*, México, IIEC-UNAM.
- Hernández, N. [2023], "Una aproximación empírica al crecimiento económico: caso para países emergentes y avanzados", tesis de licenciatura: 104.
- Inegi [2023], Cifras de ocupación y empleo, <<https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/>>.
- Kurihara, K. [1977], *Ensayos de economía macrodinámica*, Buenos Aires, FCE.
- Lafuente, R. [1997], *En el umbral del cambio: las tecnologías de la información y la comunicación*, México, UNAM.
- Lucotti, F. [7 de febrero de 2020], "Argentina podría quedarse atrás en la cuarta revolución industrial", *Sputnik*, <<https://bit.ly/3l2jcsf>>, consulta: 15 de enero de 2023.
- Mendoza, H. [9 de mayo de 2023], "Inteligencia artificial vs. inteligencia humana", *Nexos*, <<https://bit.ly/3l2fgb1>>, consulta: 9 de mayo de 2023.
- Millán, H. y E. C. Cota [2021], "México: el efecto de la eliminación de la subcontratación de personal sobre el empleo", *Cofactor*, 10(19): 33-64.
- Minian, I. y Á. Martínez [2018], "El impacto de las nuevas tecnologías en el empleo en México", *Problemas del Desarrollo*, 49(195): 27-53.
- Mintic (Colombia) [s.f.], "Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)", <<https://goo.su/7V7uCq>>, consulta: 16 de marzo de 2023.
- Musgrave, R. [1992], *Hacienda pública teórica y aplicada*, México, McGraw Hill.
- Neffa, J. C., M. Félix, D. Panigo y P. E. Pérez [2006], *Teorías económicas sobre el mercado de trabajo. 1. Marxistas y keynesianos*, México, FCE.
- OEA [2023], "Alianza TIC 2030", Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (Citel), <<https://acortar.link/y94vsk>>, consultado el 15 de abril de 2023.
- OCDE [2022], *Perspectivas de la OCDE sobre Ciencia, Tecnología e Innovación 2021. Oportunidades en tiempos de crisis*, México, Universidad Anáhuac e Instituto Politécnico Nacional, México: 309.
- OMPI [2022], Informe mundial sobre la propiedad intelectual, <<https://www.wipo.int/wipr/es/2022>>, consultado el 18 de diciembre de 2023.
- Oracle Cloud [s.f.], "¿Qué es big data?", Oracle México, <<https://goo.su/zGcDXP>>, consulta: 23 de marzo de 2023.
- Ordóñez, S. [2021], *Nuevo ciclo industrial, núcleo dinámico y vías de desarrollo en el mundo actual. La originalidad de México*, México, IIEC-UNAM.
- Orellana Nirian, P. [3 de agosto de 2020], "Sostenibilidad económica", en *Economipedia*, <<https://goo.su/D72IDGU>>, consultado el 21 de marzo de 2024.

- PEF [2022], Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2022, <<https://goo.su/1qZPF>>, consulta: 10 de noviembre de 2023.
- Perasso, V. [2016], "Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos)", *BBC Mundo*, <<https://goo.su/jUdGOQS>>, consulta: 7 de enero de 2023.
- Presidencia de la República [2019], *Plan Nacional de Desarrollo*, <<https://goo.su/w3bmC>>, consulta: 15 de abril de 2023.
- Red Hat [s.f.], "¿Qué es el internet de las cosas (IoT)?", <<https://goo.su/BKpW7>>, consulta: 15 de marzo de 2023.
- Rivera, M. Á.; O. D. Araujo, J. García y J. B. Lujano [2023], *El capitalismo del quinto Kondratiev. Acumulación de capital, tecnología digital y procesos socioinstitucionales*, México, FCE.
- Rodríguez, P. [1996], "Las nuevas tecnologías oportunidades y riesgos", J. Salomón J., F. Sagasti y C. Sachs (comps.), *Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo*, México, FCE (Lecturas, 82, El Trimestre Económico), pp. 498-542.
- Salama, P. [2018], "Nuevas tecnologías ¿bipolarización de empleos e ingreso del trabajo?", *Problemas del Desarrollo*, 49(95): 3-25.
- Salesforce Latam [2018], "¿Qué es la cuarta revolución industrial?", <<https://goo.su/zCTewS>>, consulta: 7 de enero de 2023.
- Schwuab, K. [2016], *La cuarta revolución industrial*, Barcelona, Debate, España.
- Secretaría de Economía [2022], México y Corea del Sur acuerdan negociaciones para un Tratado de Libre Comercio, <<https://n9.cl/8snm9>>, consulta: 15 de julio de 2023.
- Secretaría de Economía [2020], Acuerdo de continuidad comercial entre los Estados Unidos Mexicanos y el Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte, <<https://n9.cl/gnhp9>>, consulta: 15 de julio de 2023.
- SHCP [2022], Presupuesto de egresos de la federación 2022/ Metodología para la elaboración de los anexos transversales/ Programa de ciencia tecnología e innovación, <<https://acortar.link/s4Pw0Q>>, consulta: 18 de abril de 2023.
- Simmons, R. [2011], *Beyond politics the roots of government failure*, California, Independent Institute.
- Solo, R. [1979], "La capacidad para asimilar una tecnología avanzada", *Sostenibilidad económica*, <<https://acortar.link/rvkCLF>>, consulta: 21 de marzo de 2023.
- Stiglitz, J. [2002], *El malestar en la globalización*, México, Editorial Penguin Random House-Grupo Editorial, México: 447.
- Stiglitz, J. [2016], *El malestar en la globalización*, México, Penguin Random House-Grupo Editorial.
- Talvi, E. y C. Végh (comps.) [2000], *¿Cómo armar el rompecabezas fiscal? Nuevos indicadores de sostenibilidad*, Washington, D.C., BID.
- Trejo, K. S.; A. Gámez, F. Conesa, M. Villa, A. Boncheva y L. F. Beltrán [2018], "El sistema nacional de innovación de México. Una comparación con España y Estados Unidos de América", *Acta Universitaria*, 28(1): 87-98.

WIPO [2022], *Global innovation index 2022. What is the future of innovation-driven growth?*, Ginebra, WIPO, DOI <10.34667/tind.46596>, consulta: 12 de abril de 2023.

WTO [2023], <<https://goo.su/wvga>>, consulta: 15 de febrero de 2023.

3. Implicaciones económicas de las criptomonedas: un análisis crítico

César Duarte Rivera

INTRODUCCIÓN

El término criptomoneda es cada vez más común en los medios especializados de economía, pero también en el lenguaje cotidiano. La presencia de las criptomonedas en los sistemas económicos es cada vez más evidente para la mayoría de las personas. No obstante, y tal vez porque su aparición es relativamente reciente, aún existe mucha incertidumbre en torno a lo que representan en sí las criptomonedas.

Lo que salta de inmediato es la idea de moneda, por tanto, las criptomonedas se presentan como una especie de dinero alternativo, caracterizado por no ser emitido por ningún ente privado o público específico. Así, las criptomonedas se presentan como un dinero meramente digital que, al no estar regulado por nadie, está regulado por la comunidad en su conjunto, lo cual en principio podría representar un dinero utilizado en búsqueda del bienestar para la mayoría de la población. De ser así, las criptomonedas podrían representar un punto de quiebre en la historia de los sistemas monetarios modernos; no obstante, ello no ha ocurrido. El objetivo de este artículo es analizar precisamente las características fundamentales que tienen las criptomonedas desde una perspectiva de teoría monetaria, con el fin de identificar las razones por las cuales este “dinero alternativo” no ha tenido implicaciones más profundas en el funcionamiento de los sistemas económicos.

Para ello, en la primera sección se hace un recuento del surgimiento de las criptomonedas y su consolidación, así como una explicación de sus principales características. En el segundo apartado se presentan algunos argumentos a favor de las criptomonedas, considerando sus posibles beneficios económicos y sociales, que giran en torno a la idea de contar con un dinero “para todos”, que vaya más allá del manejo que actualmente se realiza de los medios de pago, el cual en muchos casos busca sólo beneficiar a unos cuantos

participantes en los mercados. En la tercera y cuarta sección se explica que, desde una perspectiva de teoría monetaria, no se puede afirmar que las criptomonedas sean efectivamente dinero y que su comportamiento las coloca como un activo financiero, el cual es objeto de altos niveles de especulación; esto pone en entredicho los posibles impactos positivos que tienen las criptomonedas para el bienestar. Finalmente se presentan algunas reflexiones.

El problema clave se encuentra justamente en encontrar la definición de dinero. La discusión en torno a este fenómeno viene ocurriendo desde los primeros intentos de construir algo que pudiéramos llamar teoría económica. Aunque actualmente no se está cerca de saldar este debate, especialmente si se plantea en términos históricos y se lleva a la búsqueda de los orígenes del dinero, en lo que se refiere a los sistemas monetarios modernos parecía que se había construido una especie de consenso. El dinero moderno es dinero fiduciario cuyo valor es respaldado por un Estado y que se emite mediante la creación de deudas por parte de un sistema bancario.

Lo interesante de la aparición de las criptomonedas es que nos hace por lo menos cuestionarnos ese supuesto consenso. Las monedas digitales no se apegan a elementos fundamentales que definen al dinero moderno; sin embargo, para un sector amplio de analistas se puede considerar como dinero. Ello nos obliga a abrir de nuevo el debate respecto a lo que es el dinero. Es en este sentido en el que se presenta este trabajo, ya que no se tiene la intención de saldar este debate, sino de plantear algunas interrogantes que permitan aproximarnos a una respuesta, a la vez que propone descartar por lo menos una de las opciones que ha sido muy socorrida para entender el fenómeno bitcoin. Cabe señalar que debido a que existe una gran cantidad de criptomonedas, las cuales, aunque comparten ciertas características fundamentales, difieren en otras de igual importancia, en este estudio se limita el análisis al bitcoin. La elección de esta moneda en particular se debe a que fue la primera que hizo su aparición en los mercados internacionales, y por tanto ha sido la que más atención ha recibido por parte de las publicaciones académicas.

Para realizar este análisis se presentan tres apartados. El primero hace un recuento del surgimiento del bitcoin y explica de manera muy general la manera en que funciona. En el segundo, se analizan algunas interpretaciones que se han hecho del bitcoin desde la perspectiva de la definición funcional del dinero. En el tercer apartado, se rescatan algunas visiones alternativas que interpretan al bitcoin desde perspectivas que permiten ampliar el panorama. Finalmente se presentan las conclusiones.

BREVE HISTORIA DE LAS CRIPTOMONEDAS

Las monedas virtuales o criptomonedas pueden entenderse como “un cierto tipo de dinero digital, no regulado, que es emitido y controlado usualmente por sus desarrolladores, y utilizado y aceptado entre los miembros específicos de una comunidad virtual

específica” [European Central Bank, 2012: 13]. Al ser un “tipo de dinero digital”, las criptomonedas forman parte de un grupo más grande que incluye el dinero electrónico y los depósitos bancarios a los cuales se puede acceder de manera virtual. Por tanto, la diferencia fundamental entre las criptomonedas, o lo que el Banco Central Europeo llama monedas virtuales, y el resto del dinero digital, es el hecho de que mientras que las primeras no están reguladas, las segundas son objeto de regulación y supervisión constante vinculada directamente con el control que se tiene sobre sus emisores, la banca central y el sistema bancario en general.

Así, mientras que el fenómeno del dinero digital puede remontarse a la década de 1990 con la aparición y expansión del internet, las criptomonedas se consolidan hasta la segunda década del siglo *xxi*. En mayo de 2009, se dio a conocer el *white paper* publicado por Satoshi Nakamoto [2009] en el cual se proponía la fundación del bitcoin, un método alternativo de dinero que contaba con la particularidad de no depender de un intermediario para funcionar adecuadamente. Aunque la propuesta de Nakamoto no era la primera en proponer una moneda digital alternativa a las emitidas por los intermediarios financieros, sí fue la primera en resolver un problema fundamental del dinero digital, la posibilidad del doble gasto.

Uno de los principales problemas que enfrenta el dinero digital, a diferencia del efectivo, es la posibilidad de utilizar la misma unidad para realizar dos compras. Mientras que con el efectivo se tiene que entregar la moneda o el billete al momento de realizar la compra, en el caso del dinero digital se tiene la posibilidad de realizar dos compras simultáneas con el mismo dinero. Ello explica la necesidad de un intermediario que garantice que el dinero sea gastado y transferido una sola vez. Este intermediario, ya sea privado o público, requiere tener acceso a la información del comprador que le permite garantizar la validez de las transacciones realizadas, además de mediar en caso de disputas entre el comprador y el vendedor. Ello genera costos adicionales e incertidumbre en los pagos, todo a causa de un sistema que funciona con base en la confianza en el intermediario: la institución financiera [Nakamoto, 2009].

En las transacciones físicas no es necesario que exista este intermediario entre comprador y vendedor, ya que el efectivo permite la realización de compra-ventas impersonales. El comprador no conoce al vendedor, el dinero es lo único necesario para llevar a cabo la transacción. Además, es imposible gastar la misma moneda dos veces, ya que una vez que se realiza la primera transacción la posesión de la moneda pasa de inmediato al vendedor. Como en el comercio en internet se magnifica la posibilidad del fraude, pero sobre todo la posibilidad de la reversibilidad de la transacción, es necesario contar con un intermediario de confianza para el comprador, pero en especial para el vendedor, papel que normalmente juega una institución financiera como un banco o una compañía de tarjetas de crédito.

Según Nakamoto, las criptomonedas vienen a resolver este problema al sustituir el sistema de pagos tradicional basado en la confianza por uno basado en pruebas criptográficas que permita eliminar el intermediario. Dado que la única manera posible de confirmar que una transacción no se repite es que se conozcan todas las transacciones, todas las transacciones deben anunciarse públicamente. Una vez hecho esto es necesario un sistema que permita que los participantes acuerden el orden en que las transacciones fueron realizadas. Este registro de todas las transacciones es conocido como cadena de bloques (*blockchain*), la cual, como su nombre lo indica, está conformada por una serie de bloques, cada uno de los cuales es un registro de un conjunto de transacciones hechas con bitcoin, donde se indica el momento en que dicha transacción fue realizada. Una vez procesado el bloque se incorpora a la cadena vinculándolo con el último bloque procesado, quedando la transacción verificada [Nakamoto, 2009].

El proceso de producción de bitcoin ocurre, entonces, mediante un proceso de creación de bloques. El que verifica las transacciones obtiene una recompensa, logrando así que se vayan creando nuevas criptomonedas al tiempo que se permiten las transacciones. Al completar un bloque, la recompensa es de 12.5 bitcoins, aunque se espera que para 2020 ésta se reduzca a 6.25 bitcoins. Para ser elegible para obtener dicha recompensa, los mineros deben verificar el equivalente al valor de 1 MB de transacciones; no obstante, esto no garantiza que se recibirán los bitcoins. Además de completar el bloque, se debe ser el primer minero en encontrar la solución a un problema matemático, a una *proof of work*. En realidad, más que un trabajo de resolver operaciones, lo que deben hacer los mineros es adivinar un número hexadecimal de 64 dígitos que sea igual o menor a un número determinado. Para realizarlo, los mineros utilizan equipos informáticos que se encargan de generar de manera aleatoria la mayor cantidad de números en el menor tiempo posible, sobre la base de un insumo que se obtiene de los bloques. Este proceso genera un número aleatorio, el cual es recompensado si es menor al número objetivo. Entre mayor sea la cantidad de mineros participando, menor será el número objetivo, lo que reduce la probabilidad de obtener la recompensa.

Cuando el minero logra encontrar el número menor al objetivo, obtiene la recompensa, que en este caso son 12.5 bitcoins. Los mineros obtienen así el nuevo bitcoin, el cual pueden introducir a la circulación, o mantenerlo en su cartera hasta el momento en que consideren necesario gastarlo. Para realizar este proceso, los usuarios deben poner a disposición del sistema su poder computacional, lo cual les permite recibir una recompensa: bitcoins. Por tanto, al tiempo que se verifican las transacciones realizadas con los bitcoins existentes, se emiten nuevas monedas. Este proceso es realizado por los mineros, que se encargan de utilizar el poder computacional a su disposición para resolver una serie de problemas computacionales. Cualquiera de los mineros está en posibilidad de resolver el problema, pero únicamente el primero en hacerlo recibe los bitcoins de

recompensa, por lo que hay competencia entre ellos. Ello genera un estímulo para ser los primeros en verificar las transacciones, garantizando que el tiempo de verificación se reduzca. "La adición regular de un monto constante de monedas es similar a los mineros de oro que gastan recursos para añadir oro a la circulación. En nuestro caso lo que se gasta es tiempo de CPU y electricidad" [Nakamoto, 2009: 4]. Dado que en la cadena de bloques se muestran todas las transacciones realizadas con bitcoin, la única manera de poder modificar o falsificar un bloque ya verificado sería rehacer la cadena de bloques en su totalidad, lo que disminuye al mínimo la posibilidad del fraude.

Adicionalmente, este sistema otorga privacidad a los participantes garantizando el anonimato de aquellos que aparecen en la cadena de bloques. Es decir, mientras que todas las transacciones son públicas, siendo conocido para todos que cierta cantidad de bitcoins se transfirieron de una llave a otra, nadie cuenta con información de quiénes son los poseedores de dichas llaves, ni el motivo por el que se realizó la transacción. "El público puede ver que alguien está mandando una cantidad a alguien más, pero sin información que vincule la transacción a nadie" [Nakamoto, 2009: 6].

El fin explícito de la propuesta es eminentemente práctico; eliminar al intermediario sin perder la capacidad de evitar el doble gasto del mismo recurso. Bitcoin buscaba resolver este problema creando un sistema similar al efectivo que pudiera funcionar en el entorno virtual. Eliminando al intermediario mediante un registro público accesible a cualquier participante en el sistema y garantizando la no reversibilidad del pago, se proponía una solución.

La red P2P de bitcoin comenzó operaciones en enero de 2009 y en 2010 se realizó la primera transacción comercial mediante la cual fueron adquiridas dos pizzas por 10 000 bitcoins. Sería en el año 2011 cuando el nuevo instrumento comenzaría a ganar notoriedad asociado principalmente al mercado negro, específicamente al sitio Silk Road que se encargaba de comercializar todo tipo de productos ilegales y que aceptaba bitcoin como único medio de pago. Sin embargo, la moneda digital también comenzó a ser aceptada por comercios que realizaban transacciones dentro de la ley, al tiempo que nuevas criptomonedas fueron apareciendo. Estas nuevas criptomonedas tienen características particulares que las distinguen del bitcoin; no obstante, tienen en común el hecho de no contar con un ente que centralice las transacciones, un intermediario, por lo cual no están reguladas.

Según el sitio Coin Market Cap, para principios de 2023 existían poco más de 9 000 diferentes criptomonedas, que juntas alcanzan una capitalización total de poco más de 630 000 millones de dólares. Bitcoin sigue siendo por mucho la más importante, pues representa alrededor del 45 % del mercado, seguida por ethereum con 18.5 % y Tether en tercer lugar con poco menos de 7 % del mercado. Por tanto, a pesar de la gran diversidad de criptomonedas, el mercado está sumamente concentrado en dos instrumentos que ocupan más de 60 por ciento.

LA DEMOCRATIZACIÓN DEL DINERO

Las criptomonedas surgieron con el objetivo de resolver un problema práctico, la necesidad de un intermediario que aumenta los costos de transacción y requiere contar con acceso a información de los usuarios que puede llegar a utilizarse para fines distintos a los pensados. No obstante, muy pronto se comenzó a ver a las criptomonedas como algo más que una mera innovación tecnológica que permitiera reducir costos. Las implicaciones políticas y sociales de la aparición de un instrumento monetario descentralizado no se hicieron esperar.

El primer bitcoin creado tiene un mensaje encriptado “canciller al borde del segundo rescate para los bancos”, tomado del titular del periódico *The London Times*, el día 3 de enero de 2009. La aparición del documento de Nakamoto y la emisión del primer bitcoin ocurrieron en un contexto en el cual existía una crítica generalizada al funcionamiento de los sistemas financieros como consecuencia de la crisis que estalló en 2007-2008. La quiebra y posterior rescate de los bancos dieron pie a un descontento generalizado entre la población que veía cómo se inyectaban miles de millones de dólares en estos grandes intermediarios, al tiempo que los niveles de desempleo aumentaban de manera considerable y miles de personas perdían sus hogares como consecuencia de la crisis hipotecaria.

Las criptomonedas buscaban representar un sistema monetario alternativo que no tuviera que depender de instituciones privadas y/o públicas que habían demostrado ser poco aptas para el manejo adecuado del sistema, al menos desde la perspectiva del bienestar para la población en su conjunto. Instrumentos como bitcoin permitirían “superar las limitaciones de las monedas tradicionales que resultan de la oferta monopólica y el manejo por parte de los bancos centrales” [European Central Bank, 2012: 19].

Según el Banco Central Europeo, en 2012 existían tres ideas centrales que eran compartidas por los defensores de bitcoin: 1) bitcoin puede ayudar a terminar con el monopolio de emisión de los bancos centrales; 2) fuerte crítica al sistema bancario en el cual los bancos pueden extender su oferta de crédito por encima de sus reservas al mismo tiempo que los depositantes pueden retirar sus fondos en cualquier momento, y 3) la idea de un sistema inspirado por el viejo patrón oro [European Central Bank, 2012].

La primera, la crítica al monopolio del banco central, remite de inmediato a la escuela austríaca de economía, sobre todo a las teorías de Mises y Hayek. El argumento central de estos autores es que el manejo del dinero por parte del gobierno y la capacidad de sobre-emisión por parte del sistema bancario son la explicación de los problemas de inestabilidad en el valor del dinero y de los ciclos económicos de auge y depresión, pues resulta muy fácil realizar emisiones excesivas de dinero.

Esto es así porque cuando ocurre una emisión excesiva de dinero la tasa de interés disminuye artificialmente por debajo de la que prevalecería en forma normal en el

mercado. Ello modifica las señales que los empresarios reciben de los mercados, llevándolos a embarcarse en inversiones que en otro contexto no hubieran realizado y que no corresponden a las necesidades del mercado. Eventualmente, estas inversiones probarán ser equivocadas al no contar con la demanda suficiente para ser redituables, generando quiebras que pudieran culminar en un período de depresión económica [Hayek, 1933; Mises, 1996].

Aunado a ello, aparece el mecanismo de precios, según el cual, cuando ocurre una emisión excesiva de dinero, el nivel general de precios cambia, pero de manera paulatina. El dinero adicional entra poco a poco en la circulación mediante la demanda de bienes y servicios que realizan los primeros agentes en recibir esos nuevos medios de intercambio. Ello hace que aumente la demanda de algunos productos específicos, elevando sus precios. Aunque eventualmente el aumento de la demanda y, por tanto, de precios se generaliza a todos los productos, ello no ocurre al mismo tiempo y en la misma proporción en todos ellos, lo que genera un cambio en los precios relativos. De este modo, el mercado manda señales equivocadas respecto de qué bienes son demandados más por el mercado, llevando a los empresarios a tomar decisiones equivocadas que tarde o temprano llevan a crisis económicas [Hayek, 1933; Mises, 1996].

Por esta razón, Hayek [1996], en su texto *La desnacionalización del dinero*, publicado originalmente en 1976, presenta una propuesta que busca eliminar el monopolio de emisión por parte de los bancos centrales. Según el autor austríaco, un sistema en el cual rija la libre competencia en la emisión de dinero sería mucho más eficiente, garantizando la estabilidad de su valor y eliminando las crisis recurrentes causadas por fenómenos monetarios. A la luz de esta idea, los bancos deberían tener la libertad de emitir distintas monedas que compitieran entre ellas. El mecanismo de competencia garantizaría, según Hayek, que los bancos buscaran sobre todo la estabilidad en el valor de su unidad de cuenta. En caso de no hacerlo, los usuarios preferirían otras monedas más estables, lo que obligaría al banco a cambiar su estrategia o eventualmente desaparecer del mercado [Hayek, 1996].

El proyecto de las criptomonedas pareciera semejarse mucho a la idea hayekiana, al presentar distintas monedas alternativas para que los usuarios puedan utilizarlas. En teoría, las monedas más utilizadas serían aquellas cuyo valor sea más estable y cuyo funcionamiento sea el más eficiente posible. El mercado de criptomonedas, al no estar regulado y estar descentralizado, permite la libre competencia entre las distintas opciones. Ello, en teoría, tendería a evitar los problemas señalados por la teoría austríaca, emanados del monopolio de emisión con el que cuentan los bancos centrales.

En lo que se refiere a la segunda idea, la crítica al sistema bancario, pareciera que el fundamento detrás de esta idea se encuentra en la posibilidad de corridas bancarias que da fragilidad al sistema financiero. Como se ha visto en 2023 con la quiebra y rescate de instituciones como el Silicon Valley Bank y Signature Bank en Estados Unidos, no ha desaparecido

la posibilidad de que una gran cantidad de depositantes retire su dinero ante un escenario de incertidumbre respecto a la situación de un banco. La manera misma en la que operan los bancos hace que ninguno de ellos sea capaz de enfrentar una corrida bancaria de cierta magnitud.

Cabe señalar que, considerando la crítica al sistema bancario en general, la solución planteada por Nakamoto es incluso más radical que la planteada por Hayek.

El objetivo de Hayek [...] era entregar la oferta monetaria a agentes privados operando en condiciones de competencia de tal manera que el lugar de la confianza fuera transferido del Estado al mercado [...]. Para Satoshi la solución consiste más bien en eliminar por completo la confianza de la esfera del intercambio económico al diseñar dinero sin confianza [Fantacci, 2019: 118].

Vinculado directamente con ello se encuentra “el riesgo moral que aparece con la intervención de los bancos centrales como prestamistas de última instancia en el caso de crisis financieras” [Fantacci, 2019: 109]. La certeza de que ante cualquier situación difícil los bancos serán rescatados por la banca central, lleva a las instituciones a tomar riesgos excesivos; sin embargo, esta actitud puede llegar a tener consecuencias negativas para la sociedad en su conjunto. “Los grandes bancos esencialmente escribieron las reglas para las finanzas estadounidenses para su beneficio en décadas previas a la crisis, pero las rompieron todas en su búsqueda indiscriminada de ganancias, lo que llevó a la crisis” [Marshall, 2018: 33]. En el mejor de los casos, si las repercusiones sobre la economía en general son mínimas, el rescate es realizado con recursos públicos que pudieran haber sido utilizados para alcanzar objetivos que mejoren el bienestar de sectores más amplios de la población. Mientras las ganancias se privatizan, las pérdidas se socializan.

Para los defensores de las criptomonedas, la necesidad de que no existan intermediarios en su funcionamiento puede llevar a evitar incurrir en este tipo de situaciones. Aquellos que incurran en pérdida por realizar actividades riesgosas no serían rescatados a costa del resto, además de que el sistema descentralizado garantizaría que los efectos de la quiebra de uno de sus participantes, por más grande que sea, no pondrían en riesgo al sistema en su conjunto.

Finalmente, se encuentra la idea de la relación con el patrón oro. Uno de los fundamentos del bitcoin es el límite a su emisión, 21 millones de bitcoins que se espera se alcancen alrededor del 2145. Ello junto con la idea de los mineros presenta un símil con la idea del dinero basado en el oro. Bitcoin pretende de esta manera funcionar de una manera semejante a como supuestamente funcionaba el patrón oro. La idea fundamental detrás del límite en la emisión consiste en garantizar el valor de la criptomoneda y evitar las presiones inflacionarias que desde esta perspectiva surgen de la emisión excesiva de dinero. Al establecer un

límite a la emisión de dinero, se garantiza que no habrá una sobre-emisión de bitcoin, manteniendo de esta manera su valor en el tiempo. Cabe mencionar que, aunque este límite ha sido establecido para la emisión de bitcoin, no es algo ajeno al resto de las criptomonedas. Ethereum tiene un límite de emisión de 18 millones anuales que, aunque es más flexible que el de bitcoin, es al fin y al cabo un límite.

Esto representa una vez más una crítica al proceder de los bancos centrales que al tener la capacidad de “crear dinero de la nada”, se considera que constantemente abusan de esa capacidad. La imposición de un límite a la emisión garantiza que no ocurra algo similar, haciendo eco a la propuesta de política monetaria planteada por Friedman [1969] según la cual la autoridad monetaria tendría que adoptar “públicamente la política de alcanzar una tasa sostenida de crecimiento de un total monetario específico” [Friedman, 1969: 174], lo cual permitiría evitar las oscilaciones constantes en los precios.

De esta manera, más allá de las ventajas técnicas ofrecidas por las criptomonedas, se han esgrimido argumentos económicos que tendrían como objetivo evitar los excesos en los que han incurrido los intermediarios financieros a lo largo de la historia y eludir el control de los sistemas de pagos de estas instituciones tanto públicas como privadas que han mostrado, desde esta perspectiva, que el interés público es lo menos importante para ellas. Así, para los defensores de las criptomonedas, su aparición significa la posibilidad de crear un sistema monetario descentralizado que, efectivamente, garantice que no será utilizado en detrimento de la sociedad en su conjunto y no sólo en beneficio de un puñado de personas.

¿LAS CRIPTOMONEDAS COMO DINERO?

Antes de analizar la posibilidad de que se alcancen los objetivos planteados por los defensores de las criptomonedas, es necesario dar un paso hacia atrás y plantear un interrogante aún más importante: ¿podemos considerar a las criptomonedas como dinero? Si la respuesta a esta pregunta es afirmativa, se pueden analizar las implicaciones que tiene su aparición como posibles sustitutos del dinero fíat (dinero por decreto) que rige en los sistemas económicos. Pero si la respuesta es negativa, la discusión, aunque interesante desde un punto de vista teórico, tendría pocas implicaciones para el funcionamiento real de los sistemas monetarios. Por este motivo, se presenta una discusión en torno a si es posible caracterizar a las criptomonedas como dinero. Esta discusión ha generado un amplio debate en la literatura económica, ya que muchas de las características de las criptomonedas son novedosas y no fácilmente identificables dentro de las teorías tradicionales del dinero, aunque han sido utilizadas de cualquier manera como primer intento de aproximación al fenómeno.

La definición más socorrida de dinero es aquella que parte de sus funciones, “el dinero es lo que el dinero hace”. Si un instrumento cumple las funciones esenciales del dinero entonces se puede considerar como dinero. Las funciones que debe realizar el dinero son medio de intercambio, unidad de cuenta y depósito de valor. “Desde la perspectiva de la teoría económica, si una moneda digital puede ser considerada como dinero depende de la medida en la que funciona como reserva de valor, medio de intercambio y unidad de cuenta” [Ali *et al.*, 2014: 276]. Ahora bien, no todas las mercancías que cumplen con alguna de estas funciones pueden ser catalogadas como dinero. Existe una jerarquización de las funciones del dinero, dependiendo de la postura teórica que se adopte.

La historia tradicional del surgimiento del dinero, contada en su versión más conocida por Adam Smith [1994] en *La riqueza de las naciones*, nos dice que en un inicio los intercambios se llevaban a cabo con base en el trueque. Una vez que los mercados comienzan a crecer el trueque se vuelve cada vez más complicado debido al problema de la doble coincidencia de necesidades. Para que el trueque sea posible es necesario encontrar a alguien que quiera exactamente lo que se le ofrece y tenga exactamente lo que se busca. El dinero surge para resolver este problema, ya que en lugar de aceptar lo que se busca en el intercambio, se acepta aquella cosa que es muy probable que acepten las demás personas. Así surge el dinero como una mercancía más, que tiene ciertas características específicas que la hace más deseable para todos [Menger, 2006; Smith, 1994]. Una de las implicaciones principales de esta historia es que el dinero es eminentemente un medio de intercambio. Una vez que comienza a funcionar de esta manera, asume las funciones de depósito de valor y eventualmente de unidad de cuenta.

Desde esta perspectiva, para que el dinero fiduciario sea aceptado como medio de intercambio es necesario que las personas tengan la confianza en que su instrumento será aceptado también por otros. La confianza generalizada en el dinero es indispensable para que funcione como medio de intercambio. Por tanto, para que las criptomonedas logren obtener esa confianza, no pueden recurrir a su valor intrínseco como mercancía, sino que debe construirse con base en su aceptación como medio de intercambio. “Parece razonable considerar que el valor ‘fundamental’ del bitcoin en su papel como dinero fiduciario se deriva de su función de medio de intercambio” [Lo y Wang, 2014: 7].

El problema con ello es que, aunque el uso de las criptomonedas para realizar pagos ha ido en aumento, la alta volatilidad de su precio ha complicado su generalización [Ametrano, 2014; Lo y Wang, 2014]. La mayoría de las personas prefiere más bien mantener sus tenencias en bitcoin en lugar de utilizarlas para transacciones diarias [Ali *et al.*, 2014]. Las compras y ventas de mercancías que se realizan con criptomonedas son mínimas, si consideramos la cantidad de criptomonedas que se comercian diariamente. Los intercambios realizados con criptomonedas ocurren más bien para comprar o vender otras monedas oficiales.

Una visión alternativa, que también parte de la definición funcional del dinero, es la adoptada por algunos autores de influencia keynesiana o poskeynesiana, o ambos, quienes consideran que la función primordial del dinero es ser unidad de cuenta. Rompiendo con la historia tradicional construida por Smith, los defensores de estas teorías afirman que el problema de la doble coincidencia de necesidades se resolvió sin recurrir al uso de una mercancía. Los intercambios se realizan por medio de un intercambio de deudas, por tanto, el dinero es una deuda [Innes, 2004]. En este contexto, la función de unidad de cuenta, el nombre mediante el cual se miden esas deudas y que eventualmente es utilizado con la finalidad de determinar precios y valores, se vuelve fundamental para caracterizar algo como dinero [Ingham, 2004; Keynes, 2013]. Una vez que el dinero comienza a utilizarse como unidad de cuenta, es cuando puede funcionar como medio de intercambio y eventualmente como depósito de valor. El dinero fiduciario actual responde de mejor manera a esta idea del dinero-deuda que a la concepción de dinero-mercancía presentada líneas arriba. La mayoría del dinero en circulación se mantiene como depósitos bancarios y la principal forma de crear nuevo dinero es mediante el otorgamiento de préstamos. Los billetes emitidos por los bancos centrales podrían catalogarse igualmente como un pagaré en contra de dicha institución y en favor del poseedor.

La primacía de la unidad de cuenta parece asemejar más a las criptomonedas a lo que se puede considerar como dinero. Ello se debe a que la característica fundamental de las criptomonedas reside en la cadena de bloques, lo cual no es otra cosa que un registro contable. No existen *tokens* o algún producto similar que esté en “manos” del poseedor. La manera en la que se poseen criptomonedas es mediante una llave privada que se corresponde con una llave pública (el número que aparece en la cadena de bloques) asociada con la entrada de la última transacción en la cual el valor ha sido transferido al actual poseedor de la criptomoneda. Es decir “la posesión [por parte] de un negociador es esencialmente el derecho a una entrada en el libro contable” [Maurer, 2017: 220]. En realidad, no se posee el dinero y a diferencia de lo que ocurre con los bancos, no existe una cuenta en la cual se contabilizan los recursos de la persona. En la cadena de bloques se encuentra la evidencia de que determinada cantidad de criptomonedas ha sido transferida a determinada dirección a la cual tiene acceso solamente una persona. Por tanto, este dinero es más que nada una unidad de cuenta; sería dinero en su estado más puro, siendo sólo contabilidad. “Sin moneda, sólo contabilidad. Sin autoridad central emisora de dinero. [...] es una unidad de cuenta digital” [Maurer, 2017: 220]. La particularidad que tendrían las criptomonedas como unidad de cuenta, respecto al dinero fiduciario, además de tener una contraparte material, es que esta unidad de cuenta no es definida por el Estado, sino por una comunidad, por los participantes en el libro contable.

No obstante, ese registro contable no ha sido capaz de generalizarse más allá de las transferencias de criptomonedas. Una parte fundamental de la unidad de cuenta es su utilización para medir precios y valores de otras mercancías, y aunque algunos comercios establecen precios en bitcoin y otras criptomonedas, en realidad estos se ajustan respondiendo a los cambios en la cotización del instrumento en cuestión respecto del dólar, lo que significa que en realidad es el dólar el utilizado como unidad de cuenta [Ali *et al.*, 2014]. La aceptación de las criptomonedas se hace en su mayoría partiendo de la tasa de cambio de la moneda digital respecto a alguna moneda estatal como el dólar, lo que significa que su uso como unidad de cuenta “se ha derivado, y por tanto ha sido secundaria, de su función como medio de intercambio” [Lo y Wang, 2014: 10], y como se mencionó líneas antes, su función como medio de intercambio tampoco ha sido muy exitosa.

Aunque teóricamente las criptomonedas pueden llegar a funcionar como dinero, en la realidad no lo hacen debido a que no cumplen la función más importante del dinero, el ser medio de intercambio [Ametrano, 2014; Lo y Wang, 2014] o ser unidad de cuenta [Ali *et al.*, 2014]. Las criptomonedas cumplen las funciones asociadas al dinero, pero lo hacen sólo de manera imperfecta. “Para cumplir [sus funciones], el dinero debe tener idéntico valor en lugares distintos y mantener un valor estable a lo largo del tiempo” [Bank for International Settlements, 2018: 110]. Esta estabilidad en el valor del dinero es lo que genera la confianza indispensable para el éxito de cualquier instrumento que aspire a funcionar como dinero.

Las criptomonedas prometen mantener la confianza en la estabilidad de su valor mediante tres medios tecnológicos: el protocolo que establece la manera en que se llevan a cabo las transacciones; el registro contable que deja constancia de dichas transacciones, la cadena de bloques; y una red descentralizada de participantes que dan seguimiento a la cadena de bloques [Bank for International Settlements, 2018]. Estas bases han probado ser insuficientes para estabilizar el valor de las criptomonedas. La alta volatilidad en su precio, su poca flexibilidad para aumentar su oferta y la fragilidad de los cimientos sobre los que se basa la confianza en ellas [Bank for International Settlements, 2018] es lo que impide que las criptomonedas funcionen como medio de intercambio y como unidad de cuenta, al no existir la certeza para el vendedor de que lo que recibe valdrá por lo menos lo mismo en el momento en que quiera utilizarlo.

Se llega a esta conclusión partiendo de la definición funcional del dinero; sin embargo, cabría cuestionar la adopción de estas perspectivas considerando las características particulares de las criptomonedas. Las criptomonedas no están respaldadas en un valor intrínseco propio o en el de ninguna mercancía como el oro, por lo que no podemos partir de la teoría del dinero-mercancía para entenderlo. Tampoco podemos recurrir a la teoría fiduciaria del dinero ya que no hay ningún Estado o algún otro tipo de institución respaldando el valor

de la criptomoneda. El recurrir a la teoría del dinero-deuda tampoco nos ayuda. Los análisis que sostienen esta teoría ponen especial énfasis en el papel de los bancos, que se encargan de crear dinero cada vez que otorgan un préstamo, pero las criptomonedas se crean sin que ocurra una relación de endeudamiento [Bjerg, 2015]. Dado que como se mostró líneas antes, las funciones del dinero emanan directamente de la idea del dinero-mercancía o del dinero-deuda, el hecho de que las criptomonedas no se ajusten a ninguna de estas teorías podría explicar el hecho de que no adopten de manera perfecta ninguna de las funciones del dinero.

No obstante, las criptomonedas sí se comportan hasta cierto punto como una mercancía, como el oro, al establecer un límite fijo en su emisión, la cual además se lleva a cabo por una serie de mineros que deben invertir recursos para obtenerlo. También se comportan como dinero fiduciario al no tener valor intrínseco y circular con base en la confianza de la comunidad que utiliza el instrumento. Y finalmente, son una especie de dinero-crédito que no representa una obligación respecto de alguien en particular, sino una obligación impuesta sobre la sociedad que lo utiliza. Por tanto, podrían considerarse como un patrón oro sin oro, dinero-fiduciario sin Estado y dinero-crédito sin deuda [Bjerg, 2015].

Para Bjerg, lo que esto significa es que “el dinero no tiene una esencia transhistórica que se preste a una definición teórica general” [Bjerg, 2015: 58]. Graeber comparte una perspectiva similar, “el dinero no tiene esencia. No es ‘realmente’ nada; por tanto, su naturaleza siempre ha sido y presumiblemente siempre será una cuestión de contienda política” [Graeber, 2011: 372]. Esta conclusión puede interpretarse de dos maneras distintas. La primera, que me parece es la más cercana a lo que sostienen estos autores, es que es imposible encontrar una definición de dinero que pueda aplicarse siempre, en cualquier momento y en cualquier lugar. Más que poder afirmar que las criptomonedas no son dinero, su aparición obligaría a adoptar una definición distinta de dinero.

El problema con esta perspectiva radica en el hecho de que las criptomonedas conviven con otros instrumentos que históricamente han cumplido la función del dinero y no han sido capaces hasta ahora de ocupar el espacio de esos instrumentos. De ahí que no parece necesario modificar lo que se entiende por dinero como consecuencia de la aparición de las criptomonedas.

La otra interpretación que puede surgir desde la aparición de las criptomonedas, la cual sostengo, busca resaltar el carácter histórico del dinero, que al igual que cualquier fenómeno social cambia constantemente. Ello no significa que no se pueda construir una definición general de dinero, sino que se debe estar dispuesto a modificar esa definición en el momento en que la realidad cambie. Más en concordancia con esta idea, Marhsall [2018], retomando el principio fundamental de Polanyi [2003] que considera al dinero como una convención social, llega a la conclusión de que las criptomonedas son dinero siempre y cuando las

personas lo vean así. “Si bitcoin es una reacción a la percepción de degradación de la moneda, y si esa creencia es lo suficientemente fuerte, entonces se convierte en realidad y se quita valor de la moneda dominante” [Marshall, 2018: 32]. No importa si es una mercancía, si es una deuda, si está respaldada por un Estado, si cumple las funciones fundamentales del dinero; en la medida en que un grupo suficientemente grande de personas asuman a las criptomonedas como dinero, entonces la convención social se construye y por tanto se puede concluir que es dinero.

Sin embargo, a pesar de que existe una aceptación de las criptomonedas como dinero, ello se reduce a pequeños grupos sociales que no representan la mayoría de la sociedad. En el mejor de los casos, las criptomonedas pueden ser consideradas como dinero en pequeños espacios específicos donde se establecen precios y valores con base en ellas. Si se amplía la perspectiva, se vuelve evidente que esa convención social no se ha generalizado de una manera considerable, de ahí que sea difícil afirmar que las criptomonedas son dinero.

LAS CRIPTOMONEDAS COMO ACTIVOS FINANCIEROS

En la sección anterior se ha establecido que desde la perspectiva de la teoría económica es difícil afirmar que las criptomonedas puedan considerarse como un tipo de dinero; por tanto, queda abierta la cuestión en torno a cómo podemos entenderlas en el contexto económico actual.

Según Keynes [2003], todos los bienes poseen tres atributos fundamentales en distintos grados: generan un rendimiento al participar en algún proceso productivo o proporcionar servicios a un consumidor; su posesión implica un costo de almacenamiento ya que el correr del tiempo suele implicar un desgaste de sus propiedades; y tienen una prima de liquidez que representa el poder que la posesión de este bien otorga para disponer de otro bien determinado, lo cual provee una conveniencia o seguridad que se puede obtener a partir de su posesión, independientemente de si se consume o utiliza para producir otros bienes.

... es una diferencia esencial entre el dinero y todos los demás (o la mayoría [de bienes]) que en el caso del primero su prima de liquidez exceda con mucho a su costo de almacenamiento, mientras que en el de los otros bienes este último es mucho mayor que la prima de liquidez [Keynes, 2003: 224].

A ello podríamos añadir que el rendimiento asociado al dinero es prácticamente nulo también. El dinero por sí mismo no proporciona servicios al consumidor ni participa en algún proceso productivo; para que pueda cumplir alguna de esas funciones, tiene que ser

transformado en otro bien, de ahí que, en esencia, el atributo fundamental del dinero es su liquidez, el poder que otorga de disponer de otro bien en cualquier momento.

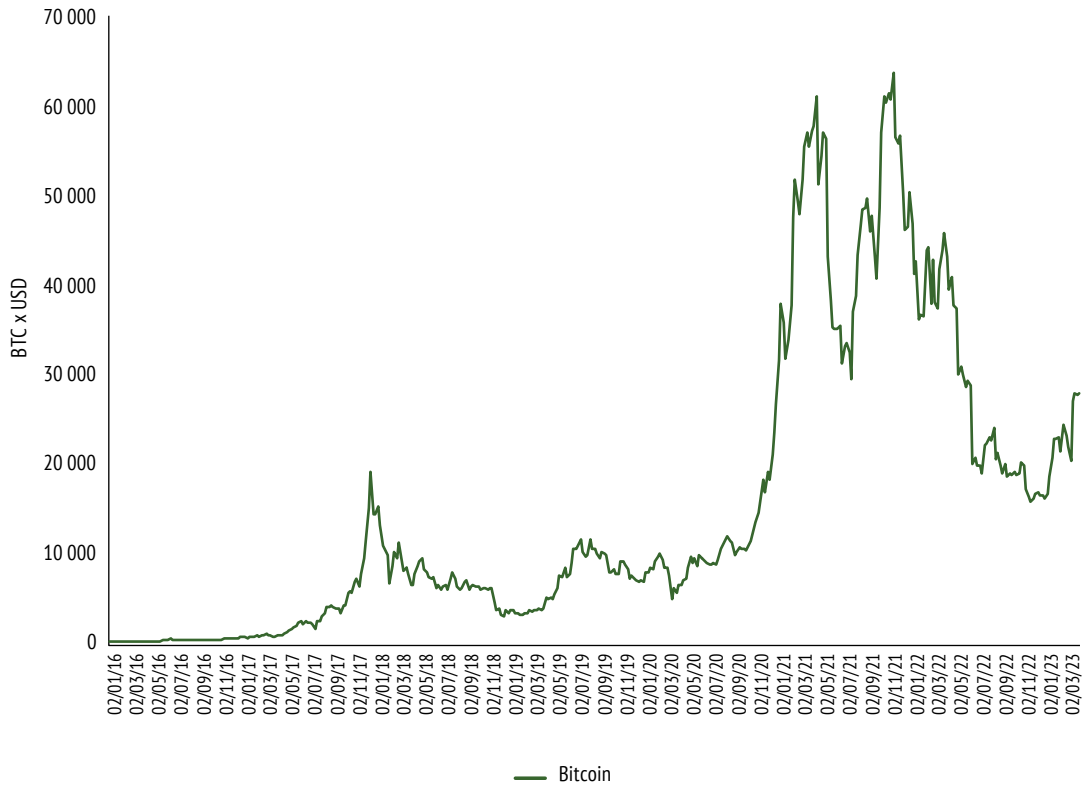
Por tanto, el dinero tiene un costo de almacenamiento casi nulo, su posesión no genera rendimiento, pero su prima de liquidez es la más alta entre todos los bienes existentes. De ahí que las personas busquen el dinero por su liquidez, por la facilidad que su posesión implica para la obtención potencial de cualquier otro bien.

Para que podamos entonces considerar a las criptomonedas como dinero, se pueden identificar las diferencias en los atributos que Keynes da al dinero. En lo que se refiere al costo de almacenamiento, no se encuentran diferencias de consideración. Mantener dinero no representa un costo de almacenamiento mucho menor que mantener criptomonedas, sobre todo si consideramos que el dinero legal asume cada vez más la forma de dinero digital.

La prima de liquidez y el rendimiento son los atributos que difieren enormemente entre las criptomonedas y el dinero. Mientras que la prima de liquidez del dinero es muy alta, la de las criptomonedas no está cerca de esos niveles. Aunque es verdad que las criptomonedas tienen un nivel de liquidez alto, ya que pueden transformarse en dinero legal con facilidad, lo que ello significa es que para adquirir otros bienes debe primero transformarse en aquello que es verdaderamente líquido, el dinero legal. Realizar la transformación de criptomonedas directamente en otros bienes se dificulta por la poca disponibilidad de vendedores dispuestos a intercambiar sus bienes y servicios directamente por criptomonedas. Por tanto, las criptomonedas se asemejan en este caso a cierto tipo de activos financieros como bonos y acciones que pueden transformarse sin esfuerzo en dinero legal, pero que no pueden utilizarse directamente para adquirir otros bienes.

El rendimiento otorgado por el dinero es casi nulo, su posesión no genera una ganancia ni en términos monetarios ni en términos de utilidad. Para las criptomonedas, éste no es el caso, ya existe la posibilidad de obtener rendimientos altos únicamente a partir de su posesión. En las gráficas 1 y 2, se presentan los precios de bitcoin y ethereum en dólares estadounidenses. Como se puede observar, en ambos casos la principal característica que salta a la vista es la gran inestabilidad en el valor de estos instrumentos. Aunque el precio de bitcoin en dólares estadounidenses (28 177 USD al 5 de abril de 2023) es considerablemente más alto que el de ethereum (1 849 USD al 8 de abril de 2023), ambos instrumentos han mostrado un aumento considerable en su valor en los últimos años. Entre 2016 y 2023, el valor de ethereum se ha multiplicado casi 2 000 veces, mientras el de bitcoin se ha multiplicado alrededor de 64 veces, ello sin considerar que ambas monedas se encontraron en 2023 muy lejos de sus máximos históricos ocurridos en 2021.

Gráfica 1.
Precio del bitcoin



Fuente: CoinMarketCap.

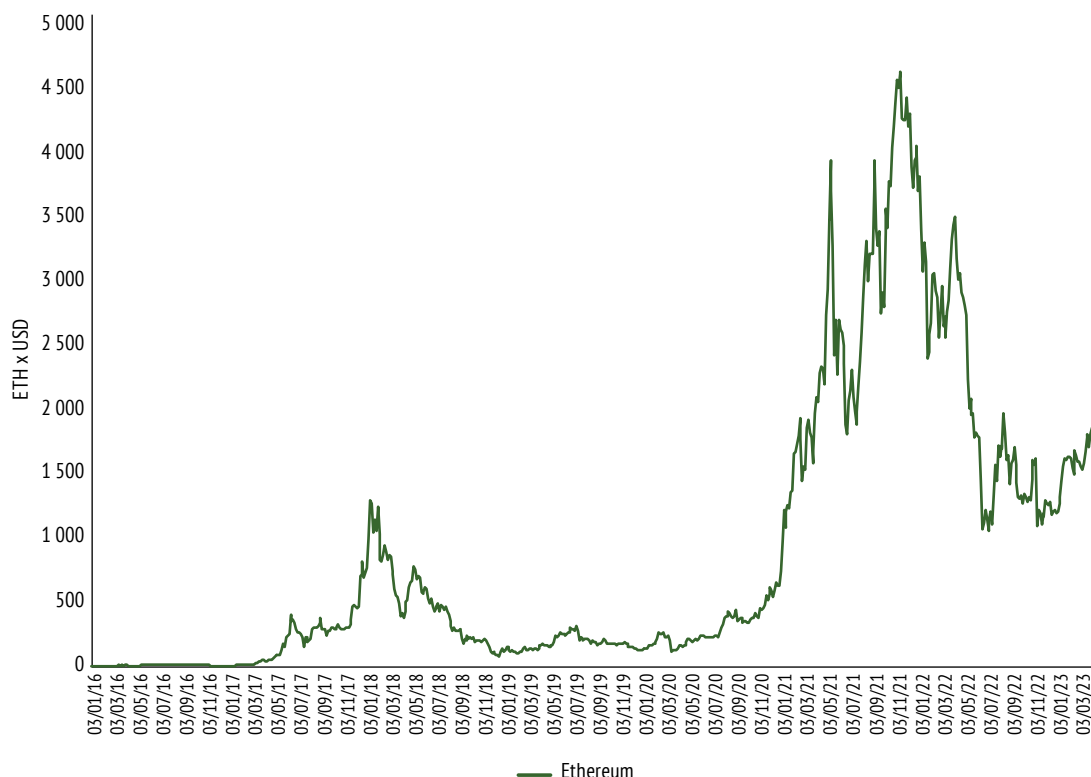
En consecuencia, mientras que si se hubiera tomado la decisión de mantener en 2016 un dólar, en términos reales, dados los niveles de inflación, el rendimiento generado por esta moneda hubiera sido negativo. Sin embargo, si se hubiera optado por mantener un bitcoin, el rendimiento obtenido hubiera sido muy alto, incluso descontando la inflación. Por consiguiente, en el caso del rendimiento que otorgan, las criptomonedas se asemejan más a las acciones y los bonos que al dinero.

De ahí que se pueda afirmar que las criptomonedas, más que una alternativa para el dinero, se han convertido en un activo financiero más, el cual es objeto de especulación. Las motivaciones para comprar o producir criptomonedas no tienen que ver con la búsqueda de facilitar las transacciones o adquirir bienes y servicios; tampoco con la búsqueda de un medio de pago alternativo que no esté sujeto al control de autoridades privadas o públicas que han mostrado llevar un mal manejo del poder de emisión con el que cuenta. La principal motivación detrás del interés de poseer criptomonedas se debe a las expectativas de ganancias

que su mera posesión supone. Retomando una vez más a Keynes [2003], el motivo transacción y precaución son prácticamente inexistentes en el caso de las criptomonedas, siendo el motivo especulación el más importante para la demanda de estos activos financieros.

Gráfica 2.
Precio del ethereum

Fuente: CoinMarketCap.



Esta perspectiva inscribe a las criptomonedas como un activo financiero más, que además comparte muchas de las características que tienen los mercados financieros actuales. Considerando el contexto de financiarización, proceso que podemos entender como el “desplazamiento a largo plazo del centro de gravedad de la economía capitalista de la producción al sector financiero” [Foster, 2010: 1], las criptomonedas que en un primer momento fueron creadas con fines de intercambio de mercancías, se han convertido en un objeto de especulación. “El principal atractivo del bitcoin parece radicar en que es un objeto de especulación en lugar de funcionar como dinero” [Cheah y Fry, 2015: 34]. Las criptomonedas se han enfrentado entonces a un proceso similar al de las acciones, bonos y otro tipo de

instrumentos financieros que en esencia son alternativas de financiamiento a las que pueden recurrir las empresas productivas. La lógica financiera se impone, dejando en segundo término la relación que los activos financieros tienen con la economía productiva, privilegiando la búsqueda de la ganancia rápida sobre la base de la lógica “comprar barato, vender caro”. Es irrelevante si lo que se compra es una acción, una criptomoneda o una *commodity*, lo único que importa es si su precio subirá de forma que se pueda obtener una ganancia al venderla posteriormente.

Los movimientos de los precios de las criptomonedas responden a una lógica de burbuja especulativa, guiada por expectativas optimistas irreales o modas, que hace que el valor que adquieren los activos no corresponda a su valor fundamental [Cheah y Fry, 2015]. Ello se ve acompañado por la presencia de comportamiento en manada en el mercado de criptomonedas, en el cual un grupo grande de inversionistas sin experiencia toman sus decisiones de inversión con base en información de redes sociales y otros foros en línea, cuya veracidad es cuestionable en muchas ocasiones. En este hecho el papel de las ballenas es fundamental, grandes poseedores de criptomonedas cuyas decisiones influyen de manera determinante sobre el mercado [Bouri *et al.*, 2019].

El mercado de criptomonedas es, por tanto, un mercado altamente especulativo, con burbujas constantes, en el cual participa un pequeño grupo de grandes inversionistas que controlan gran parte del mercado, seguido por un número muy grande de inversionistas individuales sin experiencia que toman sus decisiones con base en información no del todo confiable. Ello pone a estos pequeños inversionistas en una posición vulnerable, en la cual corren el riesgo de perder sus inversiones al momento del estallido de la burbuja, o como consecuencia de la decisión de alguno de los grandes inversionistas que puede sacar provecho del control que tiene sobre el mercado.

De esta forma, la idea de las criptomonedas como un activo financiero tampoco es compatible con una perspectiva que permita democratizar ya no el dinero, sino las grandes ganancias que se obtienen en los mercados financieros tradicionales. Las criptomonedas se han convertido en un objeto más de especulación, cuyos mercados terminan por beneficiar más a los grandes inversionistas, poniendo muchas veces en riesgo las inversiones de las personas que no tienen experiencia en la participación en mercados especulativos.

CONCLUSIONES

Las criptomonedas surgieron para dar solución a un problema que se presenta constantemente en el comercio electrónico: la posibilidad del doble gasto y el fraude asociado con él. Tradicionalmente, este problema se resuelve mediante un intermediario que se encarga de verificar la validez de las transacciones; sin embargo, ello implica

un sistema que se basa en la confianza en un ente central, usualmente un banco. Las criptomonedas no tienen que recurrir a un intermediario, al estar fundamentadas en la cadena de bloques, que en teoría facilita las transacciones.

Adicionalmente, el comportamiento de los bancos ha sido cuestionado sobremedida socialmente a la luz de los eventos ocurridos en 2007-2008 en el marco de la crisis financiera internacional. Se hizo evidente que muchos de estos intermediarios tomaron decisiones cuyo único fin fue maximizar sus ganancias y pusieron en riesgo, en algunos casos, al sistema económico mismo. Ello ha traído consigo una crisis de desconfianza en el sistema bancario que ha revivido en marzo y abril de 2023 a raíz de la quiebra de algunos bancos importantes tanto en Estados Unidos como en Europa. En este contexto, las criptomonedas, además de tener la capacidad de resolver potencialmente el problema técnico del doble gasto, para un sector de sus usuarios también representan una forma de democratizar el dinero. Al no requerir un intermediario, las criptomonedas parecen ser una alternativa que permita contar con un dinero de la comunidad, que no esté sujeto al manejo interesado de intermediarios financieros.

No obstante, en este capítulo se afirma que las criptomonedas han estado lejos de cumplir cualquiera de esas dos promesas, ya que en principio ni siquiera es posible considerarlas como dinero. Además de no cubrir con las características que algunas de las teorías atribuyen al dinero, su funcionamiento en la realidad no da indicios de que sean realmente utilizadas como una alternativa al dinero legal. Se afirma que deben ser más consideradas como un activo financiero, objeto de especulación con el fin de obtener ganancias rápidas. En este sentido, las criptomonedas no han sido capaces de convertirse en un instrumento alternativo que pueda traer beneficios para la sociedad en su conjunto.

Esto no implica que no exista la posibilidad de que puedan cumplir algunas de las promesas con se les han asociado. Sin embargo, para ello sería necesario que su comportamiento se modifique de manera fundamental, buscando convertirse sobre todo en una unidad de cuenta y un medio de pago con el cual se realicen transacciones cotidianas. Para ello, el primer requisito sería la estabilización de su valor y el fin de su uso con fines especulativos. Ya existen algunas alternativas que buscan estos fines como las *stablecoins* o incluso las monedas digitales de bancos centrales (CBDC, por sus siglas en inglés); sin embargo, en su mayoría siguen siendo proyectos alrededor de los cuales existe mucha incertidumbre sobre su viabilidad.

Adicionalmente, las potencialidades de la cadena de bloques van más allá de las criptomonedas. La cadena de bloques está en camino de ser implementada por algunos bancos centrales y comerciales para llevar un control más eficiente de sus transacciones; también puede funcionar para llevar registros contables de propiedad, o incluso para implementar contratos inteligentes capaces de resolver el riesgo de incumplimiento. Aunque todo ello sigue estando en desarrollo, lo cierto es que las aplicaciones de la tecnología que gira

alrededor de las criptomonedas pueden llegar a traer importantes beneficios para el funcionamiento de los sistemas económicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ali, R., J. Barrdear, R. Clews y J. Southgate [2014], "The economics of digital currencies", *Bank of England Quarterly Bulletin*, 16 de septiembre, Q3: 276-286.
- Ametrano, F. M. [2014], "Hayek money: the cryptocurrency price stability solution", 17 de abril, SSRN, <<https://doi.org/10.2139/ssrn.2425270>>.
- Bank for International Settlements [2018], *Annual Economic Report 2018*, junio, Suiza, Bank for International Settlements.
- Bjerg, O. [2015], "How is bitcoin money?", *Theory, Culture & Society*, 33(1): 53-72, <<https://doi.org/10.1177/0263276415619015>>.
- Bouri, E., R. Gupta y D. Roubaud [2019], "Herding behaviour in cryptocurrencies", *Finance Research Letters*, 29: 216-221, <<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.07.008>>.
- Cheah, E.-T., y J. Fry [2015], "Speculative bubbles in bitcoin markets? an empirical investigation into the fundamental value of bitcoin", *Economics Letters*, 130: 32-36, <<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.02.029>>.
- Ebeling, R. M. [1996], *The austrian theory of the trade cycle and other essays*, Alabama, Ludwig von Mises Institute, <www.mises.org>.
- European Central Bank [2012], *Virtual currency schemes*, Fráncfort, European Central Bank.
- Fantacci, L. [2019], "Cryptocurrencies and the denationalization of money", *International Journal of Political Economy*, 48(2): 105-126, <<https://doi.org/10.1080/08911916.2019.1624319>>.
- Foster, J. B. [2010], "The financialization of accumulation", *Monthly Review*, 62(5), <<https://goo.su/MSUNtV>>.
- Friedman, M. [1969], "La función de la política monetaria", *Cemla Boletín Mensual*, 15(4): 166-175.
- Graeber, D. [2011], *En deuda. Una historia alternativa de la economía*, Barcelona, Ariel.
- Hayek, F. A. [1996], *La desnacionalización del dinero*, Barcelona, Folio.
- Hayek, F. A. [1933], *Monetary theory and the trade cycle*, Nueva York, Sentry Press.
- Ingham, G. K. [2004], *The Nature of Money*, Massachusetts, Polity.
- Innes, A. M. [2004], "What is money?", L. Wray (ed.), *Credit and state theories of money*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, <<https://doi.org/10.4337/9781843769842.00007>>.
- Keynes, J. M. [2013], *A Treatise on money 1 The pure theory of money*, Londres, Cambridge University Press.
- Keynes, J. M. [2003], *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, México, FCE.
- Lo, S. y J. C. Wang [2014], "Bitcoin as money?", *Current Policy Perspectives*, 14(4).
- Marshall, W. [2018], "Deflación y criptomonedas", *Ola Financiera*, 11(30), <<https://doi.org/10.22201/fe.18701442e.2018.30.65515>>.

- Maurer, B. [2017], "Blockchains are a diamond's best friend. zelizer for the bitcoin momento", N. Bandelj, F. F. Wherry y V. A. Zelizer (eds.), *Money talks: explaining how money really works*, Nueva Jersey, Princeton University Press.
- Menger, C. [2006], "El origen del dinero", *Revista de Economía y Derecho*, 3(10), 85-94.
- Mises, L. von [1996], *The austrian theory of the trade cycle and other essays*, Ludwig von Mises Institute.
- Nakamoto, S. [2009], "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system", SSRN.
- Polanyi, K. [2003], *La gran transformación. Los orígenes políticos y económicos de nuestro tiempo*, México, FCE.
- Smith, A. [1994], *La riqueza de las naciones*, Madrid, Alianza.

4. Actividades extractivas y militarización en la era digital: el ciclo hacia la extinción

David Barrios Rodríguez

INTRODUCCIÓN

Las actividades extractivas cuentan con una historia profunda en la conformación del moderno sistema-mundo. Resultaron centrales para el avance del capitalismo en distintas etapas y, luego de reiterados ciclos productivos, señalaron el destino de regiones enteras del planeta. Desde diferentes perspectivas que se han construido en América Latina y el Caribe, la región desempeñó un papel central en la configuración de este modo de producción, en buena medida por la función que desde entonces se le asignó al área en la división internacional del trabajo.¹

En ese sentido, una condición trascendental fue la instauración, en el periodo colonial, de intercambios desiguales que, con la conformación del Triángulo Comercial Atlántico involucró a tres continentes. Se asignó en ese momento a América Latina y el Caribe la proveeduría de materias primas, con el correlativo proceso de esclavización de poblaciones de África para trabajar en plantaciones, haciendas y enclaves mineros. Europa, como es de sobra conocido, se benefició de estos intercambios impulsando la producción de manufacturas (con mayor valor), relación que a la postre sería condición de posibilidad para el despegue de la revolución industrial.

Ya en el periodo republicano, con el colapso del imperio español y el ascenso hegemónico de Gran Bretaña, la región mantuvo el papel de proveedora de materias primas, al mismo tiempo que era presa de la deuda externa como resultado de empréstitos y de la construcción de infraestructura de comunicaciones y transportes. Al mismo tiempo, las

¹ Cuyos precursores son las y los integrantes de la teoría marxista de la dependencia y el grupo modernidad-colonialidad.

redes de caminos, puertos y vías férreas contribuyeron con el mejoramiento de las condiciones para la explotación de minerales y otros bienes naturales. Esto fue notorio sobre todo durante el auge de los Estados oligárquico-autoritarios.

Los dos periodos antes esbozados permiten a la vez calibrar la relación virtuosa entre la creación de infraestructura, actividades extractivas y los procesos de control y disciplinamiento social que se enmarcan a su vez en la actividad colonial:

La imposición de valores coloniales —dominación ecológica, control autoritario, fetichización tecnológica y económica— requiere arreglos infraestructurales, pero también infraestructuras flexibles, como la policía y el ejército, para poder imponerlos. Las infraestructuras, la extracción y las fuerzas policiales forman un trilema catastrófico que hace que la invasión sea permanente [Dunlap y Brock, 2022: 16].

Durante el siglo xx, con la notable excepción de los países centroamericanos y caribeños, la mayor parte de la región acometió un proceso de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI). Dicho proyecto, impulsado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), buscaba cerrar la brecha en los términos de intercambio con los llamados países centrales, pero al mismo tiempo significó el dismantelamiento progresivo de las formas de vida campesinas, apuntalando no sólo la industrialización y los procesos de urbanización, sino reafirmando el papel de las actividades extractivas, entre las que destacaron la minería y, como emblema del siglo pasado y la catástrofe en curso, los hidrocarburos fósiles.

A 50 años de la implantación del neoliberalismo en América Latina y el Caribe, si consideramos como punto de arranque el golpe militar a la Unidad Popular en Chile, la región ha atravesado por distintas etapas en el despliegue de este modelo económico, todas ellas marcadas por el uso sistemático de la violencia.

Desde las últimas décadas del siglo xx, y con mucha claridad en lo que va del XXI, hemos atestiguado una renovada ofensiva sobre los territorios en pos de la apropiación de minerales, pero también para la construcción de infraestructura y la implantación del agronegocio. Una diferencia sustancial con los periodos previos es que algunas de las tecnologías empleadas son cada vez más destructivas y disruptivas con el entorno, como ocurre con la fractura hidráulica o la minería a cielo abierto; pero también con el uso de agrotóxicos y de organismos genéticamente modificados. La propia creación de infraestructura, que incluye los megaproyectos en boga a nivel mundial, resulta costosa en términos económicos y sociales, al mismo tiempo que emplean ingentes cantidades de materiales que profundizan la devastación del ambiente.²

² Datos de 2014 revelaron que alrededor de 8 % del producto interno bruto mundial estaba dirigido a la construcción de megaproyectos, mismos que abarcaban distintas modalidades. Dicha tendencia

En un estrato de mayor profundidad, podemos considerar que las actividades extractivas que proliferaron en el continente americano desde ese momento comportaron efectos generativos que posibilitaron el ascenso hegemónico de distintas potencias, al mismo tiempo que implicaron efectos destructivos para otras regiones del planeta [Gellert, 2012: 404]. Aun cuando el comportamiento sistémico ha variado con el paso de los siglos, la pervivencia, sofisticación y generalización de este tipo de actividades supone en la actualidad una trayectoria que pone bajo amenaza la vida humana y la no humana.

Al respecto, partimos de que el moderno sistema-mundo capitalista, durante cinco centurias, ha tendido a profundizar la heterogeneidad y polarización y no la convergencia-linealidad [Wallerstein, 2016], entendida esta última como el arribo a un estadio de igualdad que se concretaría sobre la base de la idea moderna-occidental en torno al desarrollo y el progreso.

Esa polarización ha incluido procesos de despojo, ecicidio y explotación de la fuerza de trabajo; mismos que han acompañado el avance tecnológico durante las últimas cinco centurias. En la actualidad, existe un cierto consenso en que habrá un pronunciado aumento en el papel de la movilidad electro-digital, teléfonos celulares, computadores, sensores, antenas, aeronáutica y armamento; es decir, aquellos componentes de lo que se ha denominado economía digital, proceso en el que la digitalización e interconexión resultan centrales [Pilgrim, 2017: 3].

Esa tendencia, marcada por la rapidez del avance tecnológico, la dependencia que se genera en torno a éste y la masividad del proceso, coloca al planeta en su conjunto en una situación muy apremiante por la voracidad de estas actividades respecto a energía y minerales. Incluso, otras afectaciones, cuyas características y efectos no podemos sino entrever, afectan la subjetividad, el ámbito organizacional y por supuesto a la sociedad en su conjunto.³

se encuentra al alza, a pesar de que la “ley de hierro” de los megaproyectos establece que es una característica general de este tipo de emprendimientos funcionar con sobrecostos y con mayor tiempo de construcción del originalmente previsto [Flyvbjerg, 2014]. A ello se deben agregar afectaciones socioambientales diversas.

³ Como elementos del “lado oscuro de la digitalización” se considera en el ámbito individual (lo que repercute en personas de todas las edades) una vinculación hedonista y utilitaria, a lo que se agregan usos problemáticos y adicciones relativas a estas tecnologías, estrés tecnológico, afectaciones a la salud, preocupaciones en torno a la seguridad y la privacidad, o ciberacoso. En lo que refiere al ámbito organizacional, destaca la “necesidad” de conectividad en todo momento o la pérdida de control sobre el trabajo. Finalmente, en términos sociales, algunos efectos negativos se relacionan con la pérdida o el desplazamiento de trabajos a causa de los procesos de automatización, retos derivados del comercio digital (consumismo, decepción respecto a los productos adquiridos) [Turel *et al.*, 2021: 127-128].

Christian Parenti planteó hace tiempo la conformación de una convergencia catastrófica como resultado de la conjunción entre neoliberalismo, militarismo y cambio climático, caracterizada como aquella en la que cada uno de sus componentes profundiza y se expresa en los otros [Parenti, 2016]. Pero a esa ecuación es preciso agregar las afectaciones específicas que se derivan del incremento e intensidad de actividades extractivas en materia de producción y, desde luego, aquellas resultantes de la materialidad misma del capitalismo contemporáneo. Con ello se hace alusión a la creación de infraestructura, el agronegocio, los procesos de militarización [Keck y Flachs, 2022] y los elementos que conforman la economía digital. Como será planteado a lo largo de estas páginas, las condiciones de posibilidad del patrón que marca la senda de la economía digital implican la profundización de un ciclo de muerte, que en las condiciones actuales podría ser nuestro ciclo hacia la extinción.

De esta forma, serán puestas en relación con una aproximación a la catástrofe socioambiental en que nos encontramos inmersas e inmersos, con los procesos productivos que se manifiestan necesarios para la producción de los insumos requeridos para los componentes digitales; así como con la dimensión militar de los procesos de acumulación en un desdoblamiento entre expresiones legales e ilegales.

CAMINANDO EN HIELO DELGADO

Nos encontramos en un momento crítico en términos civilizatorios, lo que no es obstáculo para la proliferación de discursos que buscan un efecto de ocultación y negación para administrar y distribuir la responsabilidad sobre la catástrofe ecológica en marcha. Avanzan en paralelo el extremo negacionista y el afán de lucro corporativo que, al entrar en sintonía con políticas de Estado, pisan el acelerador profundizando las actividades extractivas y la construcción de infraestructura, o los discursos “verdes” que simulan poder posponer o paliar los efectos del cambio climático. En relación con ello, no se debe perder de vista la razón de ser de este tipo de narrativas que, contra toda prueba objetiva, buscan redirigir el curso de la catástrofe reforzando los mecanismos sistémicos de seducción-alienación.

La economía verde resulta una técnica gubernamental de paz social interna, orden político y acumulación de capital que redirige las ansiedades ecológicas y climáticas hacia mecanismos económicos, de consumo y gubernamentales, con la intención de fabricar un cuerpo político dócil y aclimatado a infraestructuras, hábitos de producción y consumo capitalistas. “La economía verde desempeña una función contra insurreccional al servicio del Estado y del capital y en detrimento de los ecosistemas y el planeta” [Dunlap, 2023: 40].

En un momento caracterizado por la polarización que abarca distintas escalas y modalidades, la dimensión ecológica constituye el auténtico umbral civilizatorio, pese

a que la problemática no entró en el imaginario colectivo sino de manera relativamente reciente. Considérese el *doomsday clock* (reloj del fin del mundo) instaurado en 1947 por el *Bulletin of the Atomic Scientists* (fundado por la Universidad de Chicago y Albert Einstein), centrado en valorar las amenazas derivadas del desarrollo armamentístico en el contexto de la Guerra Fría. Al considerar sólo estos elementos, el momento de mayor peligro había sido situado entre 1952 y 1953 (en el marco de la Guerra de Corea), cuando se llevaron a cabo ensayos con bombas de hidrógeno y las manecillas del reloj fueron colocadas a dos minutos de la “medianoche” de la humanidad. De manera muy reciente, en 2007, se agregaron los peligros relacionados con el cambio climático y el calentamiento global. En 2018 y 2019, considerando el curso ecológico, el reloj volvió a la posición de mayor peligro desde que se comenzó a realizar este balance. Resulta significativo que en la edición de 2019 se aludiera a la conformación de un “nuevo anormal”, con lo que se intentó dar cuenta del peligro que representa la estabilización de esta modalidad crítica para la especie y que se caracterizaría entre otras cosas por la anomia y parálisis social, al mismo tiempo que *describes a moment in which fact is becoming indistinguishable from fiction, undermining our very abilities to develop and apply solutions to the big problems of our time* [Mecklin, 2019]. En 2020, el reloj indicó que nos encontrábamos a 100 segundos del “fin del mundo”, lo que se reiteró en 2021 y 2022. A inicios de 2023 y considerando la guerra en Ucrania, se plantea que estamos a 90 segundos de dicho punto de inflexión, por primera vez desde que fue instaurado el boletín.

Dejando de lado esta aproximación, hasta cierto punto metafórica, y que ha funcionado durante décadas como un intento de alerta sobre los procesos bélicos, los estragos de la energía nuclear y la dimensión ambiental de la crisis, en la actualidad otros indicadores dan cuenta de la liminalidad respecto del carácter irreversible del proceso.

Ejemplo de ello son los nueve límites esbozados por un grupo de científicos para la preservación de la estabilidad planetaria, y de los cuales, en 2022, habían sido sobrepasados cinco de ellos [Dixson-Declève *et al.*, 2022: 44]. Otra aproximación señala que hemos ingresado a la sexta extinción masiva de especies [Barnosky *et al.*, 2011]. Ante este panorama, se ha establecido tanto la perspectiva de las determinantes de la especie en el proceso y su legado geológico (Antropoceno), como aquellas que identifican en el modo de producción, con todas sus implicaciones relativas a la visión de mundo y lógicas en la apropiación de bienes naturales, la deriva catastrófica en la que nos encontramos (Capitaloceno) [Moore, 2015].

Los datos disponibles no dejan lugar a dudas sobre los peligros inminentes y derivados de esta forma de vida, inaugurada en el largo siglo *xvi* [Moore, 2013] y posibilitada por el hecho colonial:

40 % de los suelos del planeta están gravemente degradados; la biomasa de lombrices de tierra ha disminuido en un 83 %; las poblaciones de peces mundiales enfrentan un agotamiento del 85 %; las poblaciones de mamíferos se han reducido a la mitad; y “zonas muertas”; por escurrimientos químicos han hecho que el nitrógeno y el fósforo extiendan a lo largo de las costas de las regiones industrializadas [...]. La deforestación está en su punto más alto, a medida que los incendios forestales, las olas de calor récord (que resultan en muertes humanas y no humanas), clima errático e inundaciones se extienden por todo el mundo [...]. Mientras tanto, la situación actual continúa y se intensifica [...]. Los conflictos y las catástrofes ecológicas y climáticas son resultados bastante obvios de la industrialización, la formación de estados y las economías capitalistas, ya sea planificado, keynesiano o neoliberal [Dunlap, 2023: 39].

En relación con la extracción de minerales, tan costosos para el proyecto de la economía digital, ha sido acuñado el concepto de Thanatia, como descripción mineral del planeta después del Antropoceno y que fue pensado como una “referencia instrumental para saber la distancia termodinámica a que nos encontramos en términos planetarios de un hipotético estado muerto” [Valero *et al.*, 2021: 88]. Se trataría de “la encarnación de la muerte no violenta. Los autores utilizan el nombre para describir el posible estado de la Tierra cuando todos los recursos comercialmente explotables hayan sido consumidos” [Valero y Valero, 2014: 294].⁴

Pero volviendo a lo planteado con anterioridad, resulta plausible considerar los efectos de las actividades extractivas en el largo plazo y la manera como se acumulan en el presente obturando el porvenir. Es lo que ocurre con la propuesta en torno al complemento histórico del Capitaloceno: el Necroceno. El Capitaloceno se encuentra anclado a dos procesos principales relacionados con la dicotomía cartesiana sociedad/naturaleza. Estos son la explotación/apropiación de la naturaleza barata; a saber, trabajo, energía, comida y materias primas.⁵ En una perspectiva más amplia y como se señaló al inicio de este apartado, estos procesos no han sido sólo generativos, sino que:

Esa acumulación no sólo es productiva; es necrótica, despliega una violencia lenta, ocupando y produciendo temporalidades históricas, biológicas y geológicas superpuestas. El

⁴ Otras perspectivas desde la biología y la paleontología han denominado al planeta Gaia y Medea, de manera respectiva. En el primer caso, esto supone reconocer que el planeta es un sistema vivo e interrelacionado que favorece la vida y, en la medida en que se mantienen los patrones de funcionamiento (por ejemplo, energéticos), disminuyen sus capacidades de regulación. En el caso de Medea, la alusión al personaje mitológico radica en la potencia destructora de la vida misma: *The inherent property to evolve is also the source of the inherent suicidalness of life* [Ward, 2009: 3].

⁵ Proceso relacionado con el pasado colonial y la conformación de formas de existencia-humanidad diferenciadas por criterios raciales y de género.

capital es la Sexta Extinción personificada: se alimenta de los muertos y, al hacerlo, devora toda la vida [...]. El capitalismo deja a su paso la desaparición de especies, lenguas, culturas y pueblos. Busca la obsolescencia programada de toda forma de vida. La extinción está en el corazón de la acumulación capitalista [McBrien, 2016: 116].

Las nociones de bienestar y sustentabilidad en un contexto, como el que se enunció en las páginas precedentes, pueden ser consideradas como la adaptación a los tiempos que corren, de esa otra que en una época en la que los estragos ecológicos no eran siquiera considerados como un problema en el horizonte, fueron albergados en la noción de desarrollo. En ese sentido, resulta significativo poner de relieve que la resemantización de este último concepto, con el objeto de convertirlo en panacea a los males del atraso y encauzar el ascenso hegemónico de Estados Unidos [Esteva, 1996: 53], fue realizada por el responsable de arrojar bombas atómicas en Japón para concluir la Segunda Guerra Mundial. Algo similar ocurre con las denominadas “economías verdes”, que funcionan como dispositivos narrativos para relanzar y no detener los procesos de acumulación, por más destructivos que resulten.

La economía verde surge como una expresión de “economización” ecológica, articulando procesos cada vez más complicados e “inteligentes” de extractivismo ecológico mediante la mercantilización de la naturaleza, la financiarización, el monitoreo digital (por ejemplo, censores “inteligentes”) y la extracción de energía cinética por medio de infraestructuras bajas en carbono. La economía verde es una renovación del extractivismo y la conquista ecológica [Dunlap y Brock, 2022: 15].

MILITARIZACIÓN Y ACTIVIDADES EXTRACTIVAS EN LA ERA DIGITAL

Las condiciones de explotación y apropiación de la naturaleza, pese a todas las innovaciones tecnológicas, no han hecho sino recrudecer los efectos socioambientales de las actividades extractivas. Esto resulta válido tanto para los hidrocarburos fósiles, tan importantes e irremplazables para el modo de producción y la forma de vida analógica previa, como respecto del curso que ha adquirido con la primacía de dispositivos tecnológicos como computadoras, pantallas, teléfonos móviles y las infraestructuras que hacen posible su funcionamiento.

Destacan insumos como litio, cobalto o las denominadas tierras o metales raros, imprescindibles para llevar adelante los procesos tecnológicos asociados con la Cuarta Revolución Industrial.⁶ Además de ello, estos elementos son utilizados para la produc-

⁶ Las tierras o minerales raros son un conjunto de 17 elementos de la tabla periódica compuesto por los 15 lantánidos más el itrio (Y), y el escandio (Sc). Dichos elementos aparecen en especial en dos minerales, la monacita y la bastnasita y, más allá de su “rareza”, lo que destaca es el proceso para

ción de infraestructura, como la de parques eólicos y fotovoltaicos; pero también en iluminación fluorescente y LED (Light Emitting Diode), así como en las baterías de vehículos.⁷ Es por ello que estos insumos se han vuelto más codiciados en las últimas décadas.

Resulta preciso insistir en el encubrimiento que tiene lugar cuando es invocada una presunta transición hacia energías limpias. Por ejemplo, sobre el hecho de que dicho modelo implicará una intensidad de extracción de minerales mucho mayor que aquella identificada con la generación eléctrica basada en hidrocarburos fósiles:

El rápido despliegue de proyectos eólicos y solares requerirá enormes cantidades de minerales no metálicos [...]. Se espera que la demanda de aluminio, indio y plata aumente en más de 300 % para 2050 con respecto al escenario base de 2018, mientras que se espera que la demanda de cobre, hierro, plomo, neodimio y zinc aumente en más de 200 % [...] la demanda de la UE de litio, disprosio, cobalto, neodimio y níquel hasta un 600 % en 2030 y hasta 1500 % en 2050 [...]. Las baterías para vehículos eléctricos y las tecnologías eólica y solar aumentarán la demanda de litio de la UE en un 1800 % y la de cobalto en un 500 % para 2030, y en 2050 la demanda aumentará en casi un 6000 % de litio y 1500 % para cobalto [Dunlap, 2023: 46].

Respecto a la fabricación de teléfonos inteligentes, éstos contienen al menos 39 elementos, cinco de ellos en riesgo de escasez durante este mismo siglo (itrio, plata, galio, indio y cobalto). Por su parte, los televisores, pantallas planas y computadores (portátiles y tabletas) requieren elementos considerados críticos, como el indio, plata, tántalo, wolframio, oro, berilio, galio, germanio, paladio y rutenio. Finalmente, las lámparas fluorescentes y los LED contienen metales raros como cerio, lantano, europio, gadolinio, lantano y terbio [Valero *et al.*, 2021: 22-23].

En este caso, se aludirá a dos posibles dimensiones a considerar sobre los procesos relacionados con la extracción de este tipo de bienes naturales. Por un lado, aquella protagonizada por los intereses corporativos y la militarización planetaria (lo que incluye poblaciones y ecosistemas); así como esa otra menos visible aún, que desde la informalidad/ilegalidad aparece con mayor claridad en regiones del sur global y que tiene efectos igualmente devastadores.

separar los elementos, el cual requiere mucha energía fósil. Esto se debe a que en la medida en que avanzan los procesos extractivos, los remanentes se encuentran más dispersos, lo que implica que resulta más costoso obtenerlos, acaso porque se tiene que excavar a mayor profundidad [Valero, Valero y Almazán, 2021: 21].

⁷ En ambos casos requieren de la extracción intensiva de distintos metales y minerales como aluminio, cobre, indio, galio, telurio, tierras raras pesadas, litio, grafito y níquel [Pilgrim, 2017: 5].

En este sentido, el proceso guarda relación con otra característica que podemos ubicar con especial fuerza durante las últimas décadas: la pérdida de centralidad de la formación social estatal. En lo que resulta especialmente prístino para regiones de África y América Latina y el Caribe, es plausible señalar que después de un poco más de dos centurias del afianzamiento del orden internacional interestatal, más que enfrentarnos ante un déficit contemporáneo del Estado, nos encontramos ante la “aplicación fallida de un modelo, con presunción de universalidad, que devino en formas híbridas de estatalidad” [Ruzza y Geisler, 2017].

Por ello, en los intersticios del Estado, en las porosidades donde se dan disputas por territorios, observamos una creciente participación de formas de violencia armada organizada en actividades extractivas, o depredando a las poblaciones que resultan cercadas por la creación/mejoramiento de infraestructura. Se trata, de manera más general, de procesos de militarización social que corren por la vía institucional-estatal, privada, informal y aquella que es propia de la economía criminal [Barrios Rodríguez, 2021].

El sostenimiento de estas fuerzas, tanto estatales como no estatales, implica un costo ecológico que en algunos casos sorprende por su dimensión, mientras que en otros no puede ser del todo cuantificado. Además de la devastación propia de los conflictos armados:

los ejércitos tienen huellas ecológicas enormes y subestimadas; emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI); utilizan grandes cantidades de recursos (que requieren extracción y procesamiento); transforman grandes extensiones de tierra, provocan contaminación del aire, el suelo y el agua, así como residuos radiactivos [Dunlap, 2023: 158].

Respecto a la militarización asociada con la profundización de las actividades extractivas, es necesario partir de la refuncionalización de los Estados en el marco de la implementación del neoliberalismo, en función de tres procesos. Por un lado, la militarización de las policías y la seguridad pública, a lo que es menester agregar la privatización de la seguridad en la que tienen un papel destacado las compañías militares y de seguridad privada (CMPys). El tercer elemento de esta modificación ha sido la incorporación formal de la contrainsurgencia como elemento central de los Estados y las corporaciones para contrarrestar opositores, entre los que se encuentran las y los defensores del territorio.⁸ Al respecto, y en estrecha relación con la ofensiva desplegada de manera ge-

⁸ La doctrina contrainsurgente ha atravesado por un proceso de actualización, en especial con posterioridad a las incursiones bélicas de Estados Unidos en Afganistán, Iraq y otros países de Oriente próximo, así como por el papel que Colombia ha cumplido en su proceso de sofisticación. Con ello, se han integrado principios doctrinarios que establecen que el eje de gravedad de este tipo de conflictividad es la población, en virtud de la combinación de mecanismos de consenso y coerción, todo ello enmarcado en las formas de guerra irregular [Barrios Rodríguez, 2023].

neral sobre territorios en los que se lleva a cabo construcción de infraestructura y actividades extractivas, opera una máxima de la contrainsurgencia que se potencia por lo que se pone en juego en términos económicos y políticos para gobiernos y corporaciones: “en el corazón de la contrainsurgencia está la creencia de que todos los súbditos de un gobierno son enemigos potenciales” [Gelderloos, 2022: 289].

De esta manera, es posible reparar en la reiteración de los procesos de violencia que han sido actualizados y sofisticados por el neoliberalismo. Por un lado, se normalizan las formas de resguardo militarizado, aquello que puede ser denominado patrullaje ostensivo, en virtud del tipo de entrenamiento y armamento de estos actores armados. Por otro, estas tareas no recaen de manera exclusiva en policías y fuerzas armadas, sino que, en la medida en que entrañan proyectos de disciplinamiento y manejo de entornos y poblaciones; incluye contratistas privados, grupos criminales, mercenarios, así como otro tipo de fuerzas: “El Estado utiliza la violencia (de la policía, el ejército, mercenarios privados y vigilantes privados) para apoderarse de tierras, controlar recursos, proteger las industrias extractivas y reprimir el movimiento ambientalista” [Dunlap y Brock, 2022: viii].

En distintas regiones de Asia y África, la extracción de minerales para el funcionamiento del internet de las cosas (IoT) financia conflictos armados, como ocurre en Afganistán, Myanmar o la República de Zimbabue. Mención especial merece la República Democrática del Congo, donde este tipo de conflictos, que se extienden por más de 15 años, están relacionados con el comercio de elementos como estaño, tungsteno, tantalio y oro (3TG, por sus siglas en inglés), a tal punto que son denominados “minerales de conflicto”. Éstos son utilizados para los componentes de teléfonos inteligentes, tabletas, laptops, así como para la construcción de eólicas. Su extracción ha sido relacionada con violaciones a derechos humanos, así como con condiciones de trabajo riesgosas, lo que incluye la incorporación de infancias a este tipo de actividades. Según un reporte de Amnistía Internacional, en 2016, alrededor de 40 000 niñas y niños trabajaban en minas informales en la República Democrática del Congo [Pilgrim, 2017: 7].

En cuanto a América Latina y el Caribe, destaca el uso intensivo de agua para este tipo de actividades extractivas. Esto ocurre en los países que conforman el Triángulo del Litio (Argentina, Bolivia y Chile), en donde existe preocupación por las afectaciones a otras actividades productivas, entre ellas la agricultura. Mientras que, en Brasil, el procesamiento de elementos como bauxita y aluminio, así como la construcción de represas, han contribuido con la destrucción de la Amazonia. Otras afectaciones son el resultado de procesos de desplazamiento forzado relacionados con todo el proceso de extracción [Pilgrim, 2017: 8].

Visto desde otra perspectiva, América Latina y el Caribe es la región del planeta más riesgosa para ambientalistas y defensoras y defensores del territorio. Ésta es la conclusión que se extrae al consultar los informes que, de manera anual, realiza la organización

Global Witness. En un recuento entre los años 2002 y 2018, se establece que alrededor de 1 700 defensoras y defensores del territorio, que se oponían a la destrucción del ambiente o las violaciones a derechos humanos derivadas de actividades extractivas, han sido asesinadas en 50 países. Se estima que, de esa cifra, 40 % era indígena y que en la mayor parte de los casos los responsables eran integrantes de cuerpos policíacos, militares, así como grupos paramilitares trabajando para el Estado o empresas transnacionales [Gelderloos, 2022: 274].

En los últimos años, el primer lugar de asesinatos de defensoras y defensores del territorio había oscilado entre Brasil, Colombia y Filipinas, lo que se refleja también en los números totales de la última década.⁹ En México, el aumento de estas agresiones ha sido constante, con 154 casos documentados durante los 10 años previos. La mayoría de estos asesinatos, 131, ocurrieron sólo entre 2017 y 2021. En ese último año, México ocupó el primer lugar a nivel mundial en este tipo de crímenes, siendo casi la mitad de ellos cometidos contra integrantes de comunidades indígenas, con dos tercios de estos ataques relacionados con actividades mineras y conflictos por tierras [Global Witness, 2022].

Este panorama avasallante no parece sino profundizarse, en la medida en que se mantiene un patrón productivo depredador que, en sintonía con la avanzada en construcción de infraestructura, comportará afectaciones ambientales devastadoras. En América Latina y el Caribe hay importantes reservorios de cobre, oro, plata, litio, cobalto y tierras raras. Además de ello, en la región se profundiza la construcción de infraestructura, entre otras cosas, para facilitar el traslado y comercio de hidrocarburos fósiles, minerales y biodiversidad.

En el centro de esta problemática y a contramano de la prédica en torno a la sustentabilidad sistémica, la profundización en estas actividades no considera el páramo socioecológico que les espera a las nuevas generaciones

BIBLIOGRAFÍA

Barnosky, A. D.; N. Matzke, S. Tomiya, G. O. Wogan, B. Swartz, T. B. Quental, C. Marshall, J. L. McGuire, E. L. Lindsey, K. C. Maguire, B. Mersey y E. A. Ferrer [2011], "Has the earth's sixth mass extinction already arrived?", *Nature*, 471(7336): 51-57.

⁹ Al considerar todo el periodo, los tres primeros lugares son ocupados por Brasil (342), Colombia (322) y Filipinas (270). En cuarto lugar, aparece México (154) y en quinto lugar Honduras (117). Dentro de los 10 primeros lugares también se encuentran Guatemala (80), Nicaragua (57) y Perú (51). Respecto al continente africano, se asume que existe algún sesgo o falta de claridad en este tipo de conteos.

- Barrios Rodríguez, D. [2023], "Crear dos, tres, muchas Colombia", Ceceña, A. E., *Las guerras del siglo XXI*, Buenos Aires, Clacso.
- Barrios Rodríguez, D. [16 de octubre de 2021], "Tesis sobre la militarización social en América Latina y el Caribe", *Rebelión*, <<https://goo.su/psDL>>.
- Bulletin of Atomic Scientists [2023], "Doomsday clock timeline", <<https://thebulletin.org/doomsday-clock/timeline/>>.
- Dixon-Declève, S.; O. Gaffney, J. Ghosh, J. Randers, J. Rockstrom y P. E. Johan [2022], *Earth for all: A survival guide for humanity*, Columbia Británica, New society Publishers.
- Dunlap, A. [2023], "The green economy as counterinsurgency, or the ontological power affirming permanent ecological catastrophe", *Environmental Science & Policy*, 139: 39-50.
- Dunlap, A. y A. Brock [2022], *Enforcing ecocide. Power, policing and planetary militarization*, Londres, Palgrave-Macmillan.
- Dunlap, A. y J. Jakobsen (eds.) [2020], *The violent technologies of extraction*, Cham, Springer International Publishing.
- Esteva, G. [1996], "Desarrollo", Sachs, W. (ed.), *Diccionario del desarrollo. Una guía del conocimiento como poder*, Perú, Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas (Pratec).
- Flyvbjerg, B. [2014], "What you should know about megaprojects and why: an overview", *Project Management Journal*, 45(2): 6-19.
- Gelderloos, P. [2022], "Ecological terror and pacification: Counterinsurgency for the climate crisis", A. Dunlap y A. Brock (eds.), *Enforcing ecocide: power, policing & planetary militarization*, Cham, Springer International Publishing: 269-303.
- Gellert, P. [2012], "Extraction and the world system", S. Babones y C. Chase-Dunn (eds.), *Routledge handbook of world-systems analysis*, Londres, Routledge, pp. 404-405.
- Global Witness [2022], "Decade of defiance. Ten years of reporting land and environmental activism worldwide", Londres, *Global Witness*: 48.
- Graham, S. [2011], *Cities under siege: The new military urbanism*, Londres, Verso.
- Hines, A. [septiembre de 2022] "Una década de resistencia. Diez años informando sobre el activismo por la tierra y el medio ambiente alrededor del mundo", Londres, Global Witness.
- Keck, M. y A. Flachs [2022], "From necrocene to naíocene-promising pathways toward sustainable agri-food systems", *Sustainability Science*, 17(6): 2177-2185.
- McBrien, J. [2016], "Accumulating extinction: planetary catastrophism in the necrocene", J. Moore, *Anthropocene or capitalocene? Nature, History, and the crisis of capitalism*, Oakland, PM Press.
- Mecklin, J. (ed.) [2019], "A new abnormal: It is still 2 minutes to midnight 2019 Doomsday Clock Statement", *Bulletin of the Atomic Scientists*, Chicago.
- Moore, J. W. [2015], *Capitalism in the web of life: ecology and the accumulation of capital*, Londres, Verso.

- Moore, J. W. [2013], "El auge de la ecología-mundo capitalista (I) Las fronteras mercantiles en el auge y decadencia de la apropiación máxima", *Filosofía, política y economía en el Laberinto*, 38: 9-26.
- Parenti, C. [2016], "The catastrophic convergence: militarism, neoliberalism and climate change", en Nick Buxton y Ben Hayes, *The secure and the dispossessed. How the military and the corporations are shaping a climate-changed world*, Londres, Pluto Press.
- Pilgrim, H. [2017], *The dark side of digitalization: will industry 4.0 create new raw materials demands?*, Berlín, PowerShift.
- Ruzza, S. y C. Geisler [2017], "The sieges of Westphalia", Stefano Ruzza, Anja Jakobi y Charles Geisler, *Non-State Challenges in a Re-Ordered World*, Londres, Routledge.
- Turel, O.; H. Qahri-Saremi e I. Vaghefi [2021], "Dark sides of digitalization", *International Journal of Electronic Commerce*, 25(2): 127-135.
- Valero, A. y A. Valero [2014], *Thanatia: The destiny of mineral resources. A thermodynamic cradle to cradle assessment*, Singapur, World Scientific Publishing.
- Valero, A.; A. Valero y A. Almazán [2021], *Thanatia. Los límites materiales del planeta*, Navarra, Icaria.
- Wallerstein, I. (coord.) [2016], *El mundo está desencajado. Interpretaciones histórico-mundiales de las continuas polarizaciones 1500-2000*, México, Ed. Siglo XXI.
- Ward, P. [2009], *The Medea hypothesis. Is life on earth ultimately self-destructive?*, Nueva Jersey, Princeton University Press.

5. La dimensión fiscal de las plataformas digitales: retos y acciones en México, América Latina y el resto del mundo

Francisco Javier Fonseca Corona

INTRODUCCIÓN

La agitada existencia de millones de seres humanos alrededor del globo se encuentra actualmente sujeta al uso de la tecnología. Por medio de ella realizamos innumerables transacciones: ofertamos y adquirimos bienes, contratamos vehículos para transportarnos, alquilamos viviendas para hospedarnos durante las vacaciones, compramos libros, música, etcétera.

Sin duda, la economía digital ha revolucionado los vínculos entre los seres humanos, acortando tiempos y distancias. Se trata de un fenómeno creciente, que implica enormes ganancias para quienes han logrado conquistar los gustos del público, mismo que, a la vez, se encuentra involucrado en la adición de valor a las propias empresas. Ante el valor de las transacciones y la cuantía de las rentas que se generan, los Estados alrededor del globo han tenido que buscar opciones para establecer gravámenes sobre operaciones y empresas que resultan, por llamarlo de algún modo, demasiado etéreas para unos sistemas tributarios que se crearon sobre la base de la presencia física de los contribuyentes y que se han tenido que ir ajustando sobre la marcha para adaptarse a las nuevas realidades.

Ante tal situación, el objetivo de este trabajo es presentar un panorama de la situación fiscal de las plataformas digitales en los ámbitos internacional, regional (América Latina) y local (México). En el primer apartado, se explica qué son las plataformas digitales y por qué se les considera aquí como un punto de referencia para abordar el tema fiscal. En la segunda sección, se explica la problemática y los retos que plantean las plataformas digitales a las autoridades fiscales, cuyas propuestas de solución

se mencionan en la tercera parte del texto, la cual, a su vez, se divide en dos subapartados, correspondientes a las ideas surgidas de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y la Unión Europea, respectivamente. La cuarta sección se refiere a las medidas específicas en el plano internacional, y la quinta se aboca a las que han asumido algunas naciones latinoamericanas. Lo que ha acontecido específicamente en México se aborda en la quinta parte del trabajo. Por último, la sexta parte recoge las conclusiones del trabajo.

UNA REFLEXIÓN ONTOLÓGICA PREVIA

Las plataformas digitales constituyen el medio a través del cual se realizan los intercambios en la economía digital y por ello se toman aquí como el punto de referencia para abordar los aspectos fiscales relativos a la economía digital. Pese al constante uso que hacemos de esas poderosas herramientas —cruciales en la economía contemporánea—, difícilmente nos detenemos a reflexionar sobre qué son y cuál es la razón de su existencia. Para ello, un instrumento eficaz es el lenguaje, que nos revela el origen de la creación de las cosas [Posada-Ramírez, 2014]. La primera palabra que compone el concepto en estudio viene dos vocablos del idioma francés, *plate* y *forme*, plano y forma, por lo que una plataforma evoca una superficie horizontal. Un espacio con esas características tiene la virtud de que se pueden colocar cosas sobre él. Llevado al contexto informático, en una plataforma es posible ubicar diversos elementos que interesan a quienes la crean y la utilizan. Esos elementos permiten, a su vez, la interacción entre partes o agentes [Canals y Hülskamp, 2020], que en el terreno económico —el que nos interesa en este trabajo— se traduce en oferentes y demandantes. El adjetivo “digital” agrega la característica de que esas plataformas estén basadas en un medio tecnológico, un sistema que “crea, presenta, transporta o almacena información mediante la combinación de bits” [RAE, s.f.].

En síntesis, podríamos decir que las cualidades que hacen que un ente sea considerado como una plataforma digital son las siguientes: que constituyen un entorno que permite la interacción entre usuarios; que se manejan mediante medios tecnológicos, y que permiten a los usuarios realizar tareas definidas [Bonina *et al.*, 2021].

Las plataformas son la base y el entorno (ecosistema) sobre el cual funciona la economía digital. Ellas posibilitan nuevas oportunidades de progreso tecnológico y desarrollo económico. Las empresas y los países que logran una infraestructura digital más avanzada tendrán mayores ventajas competitivas [Rong, 2022]. Sin embargo, como se verá a continuación, las plataformas digitales plantean retos grandes y complejos para los sistemas tributarios.

PROBLEMÁTICAS DERIVADAS DEL COMERCIO POR MEDIO DE PLATAFORMAS DIGITALES

La revolución digital de los años noventa levantó una enorme esperanza sobre el potencial del comercio electrónico para transformar la forma en que operarían de ahí en adelante las empresas e incluso los ciudadanos en lo particular, asumiendo el papel de oferentes y demandantes. Emergerían nuevas formas de hacer transacciones, creando un nuevo ambiente de negocios en el cual, entre otras cosas, empresas (tanto grandes como pequeñas) e individuos podrían encontrar nuevos mercados alrededor del mundo [OECD, 2003]. Los gobiernos comenzaron entonces a reflexionar acerca de cómo crear un ambiente fiscal propicio para el florecimiento del comercio electrónico, sopesando a la vez la obligación de contar con un sistema tributario justo y predecible que proveyera los ingresos necesarios para alcanzar las legítimas expectativas de los ciudadanos acerca de los servicios públicos [Dryden, 1999]. Con esos objetivos en mente, el Comité de Asuntos Fiscales de la OCDE elaboró un reporte y lo presentó, en la ciudad de Ottawa en 1998, a ministros de cuarenta y ocho países y representantes de la comunidad empresarial. Así fue como los asistentes acordaron el Marco Fiscal de Condiciones para el Comercio Electrónico [Holmes, 2002]. El documento estableció varios principios de tributación para el comercio electrónico [Dryden, 1999]:

- a) Neutralidad. La tributación debe ser equitativa entre las distintas formas de comercio (convencional y electrónico). Los contribuyentes en situaciones similares deben ser sujetos a los mismos niveles de tributación.
- b) Eficiencia. Los costos para el cumplimiento de las obligaciones fiscales deben minimizarse tanto como sea posible para los contribuyentes y para las autoridades administrativas.
- c) Certidumbre y simplicidad. Las reglas tributarias deben ser claras y simples de modo que los contribuyentes puedan anticipar las consecuencias fiscales de una transacción, incluyendo el cuándo, dónde y cómo se debe contabilizar el impuesto.
- d) Efectividad y justicia. El sistema tributario debe producir la recaudación adecuada en el momento adecuado. El potencial de evasión y elusión fiscales debe ser minimizado. Las medidas sancionatorias deben, en todo caso, ser proporcionales a los riesgos existentes.
- e) Flexibilidad. El sistema tributario debe ser flexible y dinámico para asegurar que los tributos se mantengan al día con los desarrollos tecnológicos y comerciales.

El propio documento estableció una “agenda post-Ottawa” para fomentar el desarrollo y la cooperación de y entre los sistemas tributarios de los distintos países mediante consensos para la simplificación fiscal; la adopción de prácticas convencionales para la recolección de impuestos relacionados con el comercio electrónico; y el diseño de estrategias para fomentar el cumplimiento de las obligaciones fiscales entre otras medidas [Dryden, 1999].

Pocos años después de que se emitiera el marco de Ottawa, el mundo presenció el estallido de la burbuja de las llamadas empresas “.com”. Una nueva estructura del mercado del comercio electrónico emergió entonces: a pesar de que aún existen muchos pequeños vendedores pequeños, el mercado se encuentra dominado ahora por un número relativamente pequeño de connotadas empresas transnacionales [OECD, 2003]. Así, conforme el intercambio de bienes y servicios por medio de las plataformas fue incrementando, y dado el acelerado aumento de las ganancias de esos negocios, a lo largo y ancho del globo, líderes políticos, medios de comunicación y la sociedad civil comenzaron a expresar su preocupación por la planeación fiscal a la que recurrían las empresas del ramo para aprovechar los vacíos en las legislaciones tributarias y así reducir artificialmente su ingreso gravable; o bien, trasladar sus beneficios hacia paraísos fiscales. Así fue como la Organización para la Cooperación Económica (OCDE), a solicitud del grupo de las veinte economías más grandes del planeta, conocido como G20, publicó en 2013 un plan de acción con el fin de enfrentar la erosión de la base imponible y desplazamiento de beneficios (BEPS, Base Erosión and Profit Shifting). A continuación, se enuncian algunos de los principales problemas detectados por el grupo de trabajo dedicado al tema [Jorratt, 2020; OECD, 2015].

En cuanto al impuesto al valor agregado a los servicios:

- a) La falta de presencia física de las empresas en el país destino donde se consumen servicios.¹
- b) Dificultad para que los consumidores declaren y paguen el impuesto al valor agregado (IVA) cada vez que adquieran un servicio por internet, lo cual provocaría un alto nivel de incumplimiento por parte de los contribuyentes.
- c) Las normas impositivas de distintos países, aunque prevén la posibilidad de aplicar el IVA al consumo de servicios e intangibles adquiridos en el exterior, no incluyen mecanismos efectivos de recaudación.
- d) Se genera una competencia desleal hacia los proveedores que residen físicamente en el país donde se consumen los servicios, pues éstos sí están obligados a cobrar IVA, lo cual incrementa el precio final.

¹ Por ejemplo, *streaming*, descarga de aplicaciones, etcétera.

Por lo que hace al impuesto al valor agregado a los bienes:

- a) Casi todos los países exentan impuestos a las importaciones de bajo monto. El problema es que las plataformas digitales han incrementado exponencialmente esas importaciones.
- b) El ingreso cotidiano de innumerables paquetes a un país genera una dificultad práctica para que las aduanas puedan cobrar impuestos.
- c) Los umbrales de exención varían entre distintos países.
- d) Al igual que sucede con los servicios, surge una competencia desleal hacia los proveedores que residen físicamente en el país donde se consumen los bienes, pues éstos se encuentran obligados a cobrar IVA, lo cual incrementa el precio final de sus productos.

En el caso del impuesto sobre la renta:

- a) Los sistemas tributarios diseñaron para gravar la renta en el espacio geográfico donde se lleva a cabo la actividad económica y se crea valor. Sin embargo, las plataformas digitales no tienen presencia física.
- b) Aun cuando se obligue a las personas y empresas responsables de las plataformas a declarar una residencia física, éstas pueden recurrir fácilmente a estrategias que les permitan movilizarse y ubicarse o transferir la propiedad intelectual a los lugares donde las tasas de tributación sean más bajas.
- c) Es difícil determinar dónde se creó el valor de activos intangibles en los que pueden participar agentes ubicados en distintos países.
- d) Cuando los activos intangibles de una empresa se trasladan a una o más filiales, es difícil aplicar las reglas de los precios de transferencia² debido a que esos bienes suelen tener características muy singulares, lo que impide que se les compare con otros activos.
- e) Los propios clientes de las plataformas pueden participar en la creación de valor desde diferentes países, en cuyo caso es muy complicado determinar en qué jurisdicción y en qué monto se debe aplicar el gravamen correspondiente.

Por su parte, la Comisión Europea también ha identificado problemas fiscales derivados de la economía digital en el ámbito de su región. Entre otros, las empresas con una importante presencia digital en un Estado se benefician de su infraestructura y servicios públicos, pero evitan tributar en esa jurisdicción a menos que también tengan ahí una importante presencia física. Para 2018, la Comisión calculaba que, debido en gran parte a

² Si el lector desea conocer más sobre los precios de transferencia, se recomienda consultar a Hernández Vázquez y Justo Alonso [2012].

la obsolescencia de los sistemas tributarios y al aprovechamiento por parte de las empresas de determinados incentivos fiscales que otorgan los Estados, en la Unión Europea las empresas con modelos de negocio digitales pagaban menos de la mitad de las tasas impositivas que las que solventaban las empresas tradicionales: 9.5 % frente a 23.2 % en promedio, respectivamente [Comisión Europea, 2018a]. Lo anterior no solamente tiene un efecto negativo en la base tributaria de los países importadores netos de servicios digitales, sino que además se distorsiona la competencia entre las empresas digitales y las tradicionales [Da Silva y Núñez, 2021; Fetzer y Dinger, 2019].

Otro problema que aborda la Comisión Europea es el fraude del “comerciante desaparecido” para efectos del IVA (*VAT missing trader fraud*), por el cual se explota el hecho de que el IVA no es inmediatamente aplicado en transacciones de bienes de empresa a empresa entre países miembros de la Unión Europea. De tal manera, los defraudadores pueden aprovecharse de los vacíos en el sistema tributario adquiriendo bienes libres de IVA y revenderlos en el mercado doméstico con IVA incluido y a un precio inferior al de sus competidores. El fraude se produce cuando ese IVA no se entera a las autoridades nacionales; en un abrir y cerrar de ojos, la empresa fraudulenta puede desaparecer, embolsándose el IVA recaudado [Comisión Europea, 2022].

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN MULTILATERAL A LA PROBLEMÁTICA TRIBUTARIA

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO Y EL G20

Ante los nuevos retos que plantea la economía digital para los sistemas tributarios, el grupo de trabajo que abordó el BEPS en la OCDE entregó, en noviembre de 2015, a los líderes del G20 un paquete de propuestas que sería la primera gran renovación de los sistemas tributarios en casi una centuria, y cuyo objetivo es que los beneficios generados por las plataformas digitales se reporten realmente en los lugares donde éstos se generan y donde el valor es creado. A continuación, se exponen algunas de las principales medidas propuestas por la OCDE y el G20 [OECD, 2015].

Modificar las reglas para considerar lo que se considera como “establecimiento permanente” de una empresa, para: 1) abarcar prácticas de fragmentación de actividades dentro de una firma o entre empresas que se encuentran relacionadas. Por ejemplo, se consideraría como “establecimiento permanente” de una empresa una bodega donde se almacenen y desde la que se envíen productos comprados por los clientes a un vendedor en línea; y 2) enfrentar las circunstancias en las que se establecen acuerdos artificiales relativos a las ventas de bienes o servicios de una empresa de un grupo multinacional, a fin de que tenga lugar efectivamente la celebración de contratos, de forma que las ventas deban tratarse como si hubieran sido realizadas por dicha empresa. Por ejemplo, cuando la fuerza de ventas de una filial local de un vendedor en línea de productos tangibles

o de un proveedor en línea de servicios de publicidad desempeña habitualmente el papel principal en la celebración de contratos con grandes clientes potenciales para esos productos o servicios, y esos contratos se celebran habitualmente sin modificación sustancial por la empresa matriz, esa actividad daría lugar a un establecimiento permanente para la empresa matriz.

Por otra parte, se revisaron las directrices sobre precios de transferencia para dejar en claro que la propiedad jurídica por sí sola no genera necesariamente un derecho a la totalidad (o incluso a ninguna) de la rentabilidad generada por la explotación de un intangible, sino que las empresas del grupo que desempeñen las funciones importantes, aporten los activos principales y controlen los riesgos económicamente significativos, según se determine mediante la delimitación precisa de la transacción real, tendrán derecho a una rentabilidad adecuada. Las directrices específicas también garantizarán que el análisis de los precios de transferencia no se vea debilitado por asimetrías de información entre la administración tributaria y el contribuyente en relación con intangibles difíciles de valorar, o por la utilización de relaciones contractuales especiales, como los acuerdos de contribución de costos.

Por lo que hace al impuesto sobre la renta, las recomendaciones relativas a las compañías foráneas controladas (CFC) incluyen definiciones que harán que los ingresos típicamente obtenidos en el ámbito de la economía digital queden sometidos a gravamen en la jurisdicción en que se halle ubicada efectivamente la empresa matriz.

Más adelante, en 2021, el grupo de trabajo de la OCDE/G20 entregó un segundo documento, conocido como el “Pilar II”, en el que se establece una serie de normas conocidas como las Reglas Anti-Erosión de la base (imponible) o GLOBE Rules, por sus siglas en inglés (Global Anti-Base Erosión). En términos generales, estas reglas establecen un sistema coordinado de tributación destinado a garantizar que los grandes grupos de empresas multinacionales (EMN) paguen un nivel mínimo de impuestos sobre la renta obtenida en cada una de las jurisdicciones en las que operan. Para ello, plantea un impuesto complementario sobre los beneficios obtenidos en una jurisdicción siempre que la tasa impositiva efectiva, determinada sobre una base jurisdiccional, sea inferior a la tasa mínima. Las reglas GLOBE serían aplicadas a entidades integrantes de una EMN que tengan ingresos de 750 millones de euros anuales o más [OECD, 2021a].

LA COMISIÓN EUROPEA

De forma paralela y cercana a los trabajos de la OCDE, la Comisión Europea analizaba por su parte los desafíos de la economía digital para los sistemas tributarios de sus Estados miembros. En 2017, emitió un comunicado que se intituló “Un sistema impositivo justo y eficaz en la Unión Europea para el mercado único digital”. En ese

documento, se plantea la necesidad de que los Estados miembros de la Unión mantengan una postura coordinada para tener mayor incidencia a nivel mundial; asimismo, deben converger y promover un enfoque que conduzca a estabilizar sus bases fiscales y asegurar una competencia leal, así como la prosperidad de las sociedades que operan en el mercado único. Además, el texto señala que la Unión Europea debería garantizar que los beneficios que se generen en su jurisdicción sean de veras gravados por sus Estados miembros y redistribuidos de forma equitativa [Comisión Europea, 2017].

En 2018, el propio organismo emitió la propuesta de Directiva del Consejo por la que se establecen normas relativas a la fiscalidad de las empresas con una presencia digital significativa. La propuesta tiene el objetivo de abordar la problemática derivada de la economía digital planteando una solución global dentro del marco de los regímenes vigentes del impuesto sobre las sociedades de los Estados miembros. Ofrece un sistema común para gravar todas aquellas actividades comerciales en la Unión Europea que revisten las características de la economía digital. La propuesta incluye normas que establecen un nexo imponible para las empresas digitales que operan a nivel internacional, en caso de una presencia comercial no física a la que se denomina “presencia digital significativa”. El artículo 4 de la directiva determina que se considerará que existe una presencia digital significativa en un Estado miembro cuando una actividad se ejerza total o parcialmente por medio de una interfaz digital y se cumple una o más de las siguientes condiciones: a) que la proporción de los ingresos totales por la prestación de los servicios digitales prestados a usuarios del Estado miembro, obtenidos en el ejercicio fiscal correspondiente, sea superior a siete millones de euros; b) que el número de usuarios (localizados en el Estado miembro) del o los servicios digitales en ese periodo fiscal sea superior a 100 000; y c) que la cantidad de contratos entre empresas y usuarios ubicados en el Estado miembro para la prestación de servicios digitales sea superior a 3 000. Asimismo, el documento instituye una serie de principios por los que es posible atribuir beneficios a la actividad empresarial realizada por medios digitales, reflejando de la mejor manera posible la creación de valor que, en el caso de la economía digital, se basa esencialmente en activos intangibles [Comisión Europea, 2018b].

La comisión estimó que, tan sólo en 2020, los países miembros de la Unión Europea habrían perdido alrededor de 93 000 millones de euros en ingresos por IVA, de los cuales cerca de una cuarta parte se debe a fraudes transfronterizos. Para enfrentar esas pérdidas, en diciembre de 2022 la Comisión propuso una serie de medidas adicionales para modernizar y mejorar el sistema de recaudación del impuesto al valor agregado a fin de que éste funcione mejor para los negocios y sea más resiliente ante los fraudes, a la vez que adopte y promueva la digitalización. Las propuestas se enlistan a continuación [Comisión Europea, 2022].

- a) Un nuevo sistema de registro digital en tiempo real basado en la “e-facturación”. Con este sistema, se busca eliminar trámites administrativos complicados para las empresas y garantizar que los Estados miembros estén plenamente informados de las transacciones de manera casi inmediata, lo que les permite identificar ágilmente los casos de fraude. Con esta medida, la Comisión calcula que los Estados miembros podrían recuperar hasta 11 mil millones de euros al año por los próximos 10 años. Asimismo, las empresas podrían ahorrar en costos de cumplimiento fiscal hasta 4 mil 100 millones de euros al año por el mismo periodo.
- b) La actualización de las reglas del IVA adecuado a la economía de las plataformas. Los operadores de la economía de las plataformas, tales como los de alojamiento de corta duración y de transporte de pasajeros, se considerarán responsables de retener y enterar el IVA cuando los propios proveedores finales del servicio no lo hagan.
- c) Un registro único, a través de un portal en línea, para negocios que vendan consumidores en toda la Unión Europea. La comisión calcula que este sistema ahorraría a las empresas, especialmente a las pequeñas y medianas, cerca de 8 mil 700 millones de euros en costos administrativos en un periodo de 10 años.

ACCIONES ESPECÍFICAS EN EL PLANO INTERNACIONAL

Como se mencionó en la sección 2 de este trabajo, la revolución digital de los años 1990 del siglo pasado levantaba grandes expectativas en el mundo, a la vez que fuertes preocupaciones para las autoridades fiscales. En un primer momento, la Organización Mundial de Comercio, en su segunda Conferencia Ministerial de 1998, acordó que los países miembros no establecieran derechos arancelarios al comercio electrónico [World Trade Organization, 1998]. Sin embargo, frente a la creciente actividad económica y a las pingües ganancias que las grandes empresas digitales obtienen alrededor del mundo, desde 2016 diversos países en lo individual comenzaron a aplicar impuestos a las empresas de servicios digitales, independientemente de si éstas se encontraban o no físicamente en su jurisdicción tributaria [Smith, 2022]. En otros casos, se hicieron ajustes al impuesto sobre la renta o el impuesto al valor agregado, ya existentes [Bunn *et al.*, 2020]. En la actualidad, existe en el mundo una enorme variedad de esquemas tributarios, criterios y tasas impositivas.³

³ Un panorama muy completo de la situación en la actualidad puede consultarse en KPMG [2023].

La aplicación unilateral de impuestos a las empresas de servicios digitales generó una serie de tensiones con los Estados Unidos de América, pues ese país consideraba a ese tipo de gravámenes digitales como medidas discriminatorias que apuntaban directamente a sus gigantes tecnológicos como Google, Amazon, Meta y Apple, y amenazaba con aplicar aranceles sancionatorios en represalia a los países que los impusieran. El 8 de octubre de 2021 se hizo público el Marco Inclusivo sobre BEPS de la OCDE y el G20 con el acuerdo de 136 países,⁴ basado en los diagnósticos y documentos previos elaborados por esa Organización y el G20, para establecer una tasa mínima de impuesto de 15 % para las grandes empresas multinacionales, basada en los bienes y servicios que venden. Para lograr el apoyo de Estados Unidos, los países se comprometieron a retirar los impuestos a los servicios digitales existentes [Smith, 2022]. Se plantea que el compromiso se cumpla mediante un Convenio Multilateral que entre en vigor este 2023 [OECD, 2021b].

IMPUESTOS A LAS PLATAFORMAS DIGITALES EN LATINOAMÉRICA

Entretanto se materializan las soluciones multilaterales a los problemas tributarios que plantea la economía digital, al igual que en otras zonas del mundo, en América Latina diversos países comenzaron por aplicar medidas unilaterales. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), los primeros en la región que incorporaron los servicios digitales a la base gravable del IVA fueron Argentina, Colombia y Uruguay, en 2018. En el primero de esos países además se han establecido algunos impuestos a ingresos brutos a nivel subnacional con tasas que varían de 2 % a 5 %, además de un impuesto llamado impuesto para una Argentina inclusiva y solidaria, que implica una tasa de 8 % aplicada al precio neto de cada servicio digital [Cepal, 2020]. El cuadro 1 presenta un listado de países de América Latina y el Caribe con la clase de impuestos (directos o indirectos) que se encontraban aprobados hasta el 7 de enero de 2023.

Aún estamos a la espera de lo que los gobiernos decidan sobre el Convenio Multilateral derivado del Marco Inclusivo sobre BEPS de la OCDE; sin embargo, cabe mencionar que, de los países actualmente adheridos a ese marco, 29⁵ pertenecen a la región de América Latina y el Caribe.

⁴ Incluido México. Hasta diciembre de 2022 eran 138. La lista completa de países se puede revisar en <<https://goo.su/8n5Yy>>, consulta: 24 de marzo de 2023.

⁵ Incluye algunas islas del Caribe que se encuentran bajo algunos vínculos de dependencia política con la Gran Bretaña, pero que en la lista de la OCDE se consideran como países.

Cuadro 1.
Países de América Latina y el Caribe en los que se ha aprobado
la aplicación de impuestos a empresas digitales

<i>País</i>	<i>Clase de impuestos</i>	
	<i>Directos</i>	<i>Indirectos</i>
Argentina	n	
Aruba		n
Bahamas		n
Barbados		n
Brasil		n
Chile		n
Colombia	n	n
Costa Rica	n	n
Ecuador		n
Guatemala		n
Honduras		n
México	n	n
Panamá		n
Paraguay	n	n
Perú		n
Puerto Rico		n
República Dominicana		n
Uruguay	n	n

Fuente: elaboración propia con datos de KPMG [2023].

LA TRIBUTACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DIGITALES EN MÉXICO

La inclusión de las plataformas digitales dentro la legislación tributaria mexicana es muy reciente. En octubre de 2019, el Congreso de la Unión aprobó un dictamen en el que se reformaron diversas normas impositivas. Cabe señalar que el objeto de esas modificaciones no fue exclusivamente el marco tributario de las plataformas digitales, sino que éste se encontraba inmerso en un maremágnum de distintas disposiciones en materia fiscal. En total se dictaminaron en aquella ocasión 71 iniciativas,⁶ las cuales derivaron en un decreto publicado por el Ejecutivo en el *Diario Oficial de la Federación* el 9 de

⁶ El dictamen completo se puede revisar en: <<https://goo.su/Vznugl>>, consultado el 21 de febrero de 2023.

diciembre del mismo año.⁷ Entre las principales medidas que el decreto establece para regular los aspectos fiscales de las plataformas digitales, se encuentran las siguientes:

Enlista las actividades que se consideran como servicios digitales. Actualmente, las actividades digitales sujetas a pago de IVA son las siguientes:

- Transporte terrestre de pasajeros
- Entrega de alimentos preparados
- Entrega de bienes (distintos de alimentos preparados)
- Hospedaje
- Comercio de bienes
- Otro tipo de servicios
- Descarga o acceso de contenido digital
- Clubes en línea y páginas de citas
- Enseñanza a distancia, pruebas o ejercicios⁸
- Determina que, para los servicios digitales prestados por residentes en el extranjero sin establecimiento en México, se considera que el servicio se presta en territorio nacional cuando el receptor del servicio se encuentre en dicho territorio.
- Establece reglas para determinar cuándo debe considerarse que el receptor de esos servicios se encuentra en territorio nacional.
- Enumera las obligaciones fiscales para los residentes en el extranjero sin establecimiento en México que proporcionen servicios digitales a receptores ubicados en territorio nacional, entre otras inscribirse en el Registro Federal de Contribuyentes, así como retener y trasladar el IVA por los servicios que prestan.
- Se introduce una sección en la Ley del impuesto sobre la renta (ISR) para gravar con ese impuesto los ingresos por la enajenación de bienes o la prestación de servicios a través de internet, mediante plataformas tecnológicas, aplicaciones informáticas y similares. Inicialmente, se establecieron distintas tasas para diferentes montos de ingreso mensual. Sin embargo, en una reforma en diciembre de 2020 se fijaron tasas únicamente según el tipo de servicio.
- Para la prestación de servicios de transporte terrestre de pasajeros y de entrega de bienes, 2.1 por ciento.

⁷ Se puede acceder al decreto en la página del *Diario Oficial de la Federación*: <<https://goo.su/rCf1og>>, consulta: 21 de febrero de 2023.

⁸ Anexo 6 de la Primera Resolución de Modificaciones a la Resolución Miscelánea Fiscal para 2020, publicada el 12 de mayo de 2020, <<https://acortar.link/3WaRmo>>, consulta: 23 de febrero de 2023.

- Prestación de servicios de hospedaje, 4 por ciento.
- Enajenación de bienes y prestación de servicios, 1 por ciento.

CONCLUSIONES

La economía digital presenta un panorama de formidables oportunidades para la economía mundial en general y en específico para las economías emergentes. Por medio de las plataformas digitales, millones de personas a lo largo y ancho del globo pueden ofrecer y consumir un sinnúmero de bienes y servicios. No obstante, la concentración del poder económico en unos cuantos gigantes tecnológicos y su habilidad para aprovechar los vacíos en las normas fiscales plantean un enorme desafío para los sistemas tributarios.

En este trabajo se ha mostrado que, a nivel internacional, estamos a la espera de un esquema consensuado entre los países para gravar tanto los ingresos como las transacciones que provienen de las actividades económicas realizadas en las plataformas. Sin embargo, las tensiones globales generadas a partir de acontecimientos como la invasión de Ucrania por parte de Rusia y la rivalidad entre Estados Unidos y China pueden poner bajo riesgo el esperado convenio multilateral.

Mientras tanto, en el ámbito local se observa una enorme disparidad de criterios en distintos países: desde la imposición de gravámenes especiales a los servicios digitales hasta su incorporación a regímenes ya existentes como el del impuesto al valor agregado o el impuesto sobre la renta, con el establecimiento de distintas tasas y reglas de aplicación. Lo anterior genera una competencia desleal entre países, pues la facilidad de las empresas digitales para movilizar sus centros de operación de una jurisdicción a otra les permite asentarse en aquella donde pagan menos impuestos. Hasta ahora, los dueños de las plataformas digitales tienen mucho que ganar y las haciendas públicas mucho que perder. La evasión y la elusión fiscal están a la mano de las empresas digitales mientras que las autoridades hacendarias de los países tratan de combatirlos como si pelearan contra fantasmas: las plataformas pueden transferir la propiedad intelectual a paraísos fiscales, migrar fácilmente su "residencia", generar transacciones difíciles de rastrear, etcétera.

Otro aspecto importante que debe considerarse en el debate sobre la tributación de las plataformas digitales es la correlación de fuerzas en el plano internacional. En principio, es necesario reconocer que los países donde se ubican los grandes gigantes tecnológicos, especialmente Estados Unidos y China, llevan ya una enorme ventaja económica. Enseguida vienen las críticas y las sospechas acerca de cuáles intereses son los que se estarían tratando de defender en las instancias internacionales donde se discuten las posibles medidas tributarias. Autores como Kelsey *et al.* [2020] señalan que las propuestas de la OCDE atentan contra

los intereses del “sur global”, mientras que otros se muestran más optimistas, como Smith, quien sostiene que hay buenas razones para creer que los acuerdos que se logren en ese organismo internacional no sólo darán como resultado una distribución más equitativa de las potestades tributarias, sino incluso una nueva y más justa narrativa de la globalización y gobernanza mundial [Smith, 2022].

La definición sobre la vía más adecuada para lograr que las empresas digitales paguen impuestos es también un tema muy discutido. Como hemos visto, las medidas más inmediatas y generalizadas por los países han sido realizar ajustes a sus normas tributarias ya existentes con el fin de abarcar —en la medida de lo posible— las actividades económicas realizadas mediante plataformas fiscales. Sin embargo, el dilema de establecer o no impuestos especiales a los servicios digitales está por resolverse. Expertos en el tema como Kim y Shanse [2022] abogan por ese tipo de impuestos, mientras que Estados Unidos ha manifestado su rechazo a nivel internacional [Smith, 2022] y aun en lo interno el poder judicial ha declarado inconstitucional y discriminatorio ese gravamen en el estado de Maryland [Kim y Shanske, 2022].

En cuanto a México, es atinado que por lo pronto se hayan establecido normas tributarias en la materia que ayudan a aumentar la recaudación. Cabe mencionar que la recaudación de ISR a partir de las personas físicas bajo el régimen de actividades empresariales con ingresos por medio de plataformas tecnológicas en 2022 fue de 1 504 millones de pesos, lo cual significó un incremento de 46.8 % respecto al 2021 [SAT, 2022]. Sin embargo, en nuestro país los gravámenes que se han establecido se basan en las personas físicas que obtienen ingresos mediante las plataformas, pero no se toca a las grandes corporaciones dueñas de las plataformas mismas. Asimismo, habrá que tomar en cuenta que algunos expertos como Baizabal y colaboradores perciben la normativa en la materia como compleja en su aplicación e interpretación [Baizabal Leal *et al.*, 2022].

Tanto las propuestas a nivel internacional como las adaptaciones a la normativa de cada país para gravar la actividad económica que se realiza en las plataformas digitales son muy recientes. Aún falta un largo tramo que recorrer para comprobar si las propuestas elaboradas con el concierto de la mayoría de los países del orbe realmente funcionan. Y, mientras la tecnología sigue avanzando, todavía tendremos mucho que aprender.

BIBLIOGRAFÍA

- Baizabal Leal, A. K.; D. López Fernández, F. L. Pozos y M. P. Acosta Márquez [2022], “Impuesto global para plataformas digitales y su contexto en México”, *Newman Business Review*, 8(2): 04-29.
- Bonina, C.; K. Koskinen, B. Eaton y A. Gawer [2021], “Digital platforms for development: Foundations and research agenda”, *Information Systems Journal*, 31(6): 869-902.

- Bunn, D.; E. Asen y C. Enache [2020], "Digital taxation around the world", *Tax Foundation*, 20.
- Canals, A. e I. Hülskamp [2020], "Plataformas digitales: fundamentos y una propuesta de clasificación", *Oikonomics*, 14: 1-14.
- Cepal [2020], *Panorama fiscal de América Latina y el Caribe, 2020. La política fiscal ante la crisis derivada de la pandemia de la enfermedad por coronavirus (Covid-19)*, Santiago, Naciones Unidas.
- Comisión Europea [2022], "VAT (value added-tax) in the digital age", Comisión Europea, <<https://acortar.link/5xKpY0>>.
- Comisión Europea [2018a], "Es el momento de instaurar un marco fiscal moderno, justo y eficaz para la economía digital", Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo, <<https://acortar.link/eyXAtS>>.
- Comisión Europea [2018b], "Propuesta de directiva del Consejo por la que se establecen normas relativas a la fiscalidad de las empresas con una presencia digital significativa", <<https://acortar.link/n5K4ss>>.
- Comisión Europea [2017], "Un sistema impositivo justo y eficaz en la Unión Europea para el Mercado Único Digital", Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo, <<https://acortar.link/hZOFmp>>.
- Da Silva, F. D. y G. Núñez [2021], *La era de las plataformas digitales y el desarrollo de los mercados de datos en un contexto de libre competencia*, Santiago, Naciones Unidas (Documentos de Proyectos, LC/TS.2021/173).
- Dryden, J. [1999], "A borderless world: Realising the potential of global electronic commerce. Organisation for Economic Cooperation and Development", *The OECD Observer*, 215: 45.
- Fetzer, T. y B. Dinger [2019], "The digital platform economy and its challenges to taxation", *Tsinghua China L. Rev.*, 12, 29.
- Hernández Vázquez, O. y Á. Justo Alonso [2012], "Precios de transferencia", *Cuadernos de Formación*, 15(8): 51-63, <<https://acortar.link/iZqTfX>>.
- Holmes, D. [2002], "E-commerce tax: a sober view of cyberspace. Organisation for Economic Cooperation and Development", *The OECD Observer*, 230: 23-24.
- Jorratt, M. [junio de 2020], *Experiencias internacionales en la tributación de la economía digital* (A. Barreix y C. Garcimartín, eds.), Centroamérica/Haití/México/Panamá/República Dominicana, Banco Interamericano de Desarrollo (Nota Técnica, IDB-TN-1939), <<https://acortar.link/weff1B>>.
- Kelsey, J.; J. Bush, M. Montes y J. Ndubai [agosto de 2020], *How 'digital trade' rules would impede taxation of the digitalised economy in the global south*, s.l., Third World Network.
- Kim, Y. R. y D. Shanske [2022], "State digital services taxes: a good and permissible idea (despite what you might have heard)", *Notre Dame Law Review*, 98: 741-814.
- KPMG [2023], *Taxation of the digitalized economy*, <<https://acortar.link/mzd733>>.

- OECD [2021a], "Tax challenges arising from digitalisation of the economy-Global anti-base erosion model rules (Pillar two)", *OECD iLibrary*, <<https://goo.su/dJz2KI7>>.
- OECD [8 de octubre de 2021b], "Declaración sobre el enfoque de dos pilares para abordar los desafíos fiscales derivados de la digitalización de la economía", <<https://acortar.link/gJhtwx>>.
- OECD [2015], *Addressing the tax challenges of the digital economy, action 1-2015 Final Report*, *OECD iLibrary*, <<https://goo.su/2UbyUe>>.
- OECD [2003], *Implementation of the Ottawa taxation framework conditions-The 2003 Report*, <<https://acortar.link/2Dyb2f>>.
- Posada-Ramírez, J. [septiembre de 2014], "Ontología y lenguaje de la realidad social", *Cinta de Moebio*, 50: 70-79, <<https://doi.org/10.4067/S0717-554X2014000200003>>.
- RAE [s.f.], *Diccionario de la lengua española* (versión en línea), <<https://dle.rae.es/>>.
- Rong, K. [2022], "Research agenda for the digital economy: An IBCDE framework", *Journal of Digital Economy*, 1(15).
- SAT [2022], "Informe tributario y de gestión", Gobierno de México, <<http://omawww.sat.gob.mx/gobmxtransparencia/Paginas/itg.html>>.
- Smith, C. L. [2022], "Reflections from the brink of tax warfare: developing countries, digital services taxes, and an opportunity for more just global governance with the OECD's Two-Pillar Solution", *Boston College Law Review*, 63(5): 1797-1861, Academic Search Ultimate.
- World Trade Organization [25 de mayo de 1998], "Declaration on global electronic commerce", WT/MIN[98]/DEC/2, adoptada el 20 de mayo de 1998, <<https://acortar.link/fwzNgc>>.

6. Indicador de bienestar laboral en la economía digital

Raúl Porras Rivera

INTRODUCCIÓN

Los cambios en el comportamiento de la demanda y oferta en el sistema económico, ocasionados por la introducción de técnicas digitales en los ámbitos productivo y social, responden a una tendencia de innovación constante que transforma los procesos de producción, distribución y acumulación de capital, que contribuyen a elevar la rentabilidad, competitividad y productividad de las empresas; modifican las competencias en las capacidades y rendimientos del trabajo, sin que necesariamente cursen por una retribución que responda de manera equitativa a su tecnificación y especialización laboral requerida.

Es un entorno de transformaciones vertiginosas en las relaciones entre los factores de la producción: capital y trabajo, cuya vinculación expresa mediante el cambio digital obliga a conocer aspectos relevantes, como cuáles son las actividades que mayor impulso económico y técnico han cursado a partir de este cambio productivo; qué otras actividades impulsan; cuáles son sus productividades; qué efectos ocasiona en las remuneraciones y en los puestos de trabajo generados, así como sus características técnicas de aplicación de dicha digitalización, como aspectos relevantes de la incidencia del cambio digital en el empleo.

Para ello, se aborda en primer lugar el estudio de los elementos que delimitan el contexto predominante en el empleo ante el cambio digital en las condiciones de *globalización* y de la actual *desglobalización*; en segundo lugar, se identifican los cambios ocurridos en la estructura económica a partir de la matriz de insumo producto (MIP), que posibilita estadísticas de análisis de cambio técnico, el enfoque de estudio supone que las actividades de mayor relevancia económica son las que han introducido cambios digitales;

por último, se delimitan los parámetros que permiten proponer un índice de bienestar laboral digital (IBLD).

INTEGRACIÓN ECONÓMICA Y CAMBIOS EN EL EMPLEO A PARTIR DE LA INNOVACIÓN DIGITAL

Entre los cambios económicos de nuestro tiempo, la intención de los grandes corporativos por potenciarse oligárquicamente en las distintas regiones del mundo confronta al tradicional régimen empresarial sustentado en el posfordismo, ante la inercia económica y financiera provocada por la ola expansiva de la *belt and road initiative* (BRI), o nueva ruta de la seda [Oropeza, 2019], manifestando ambos una férrea competencia y rentabilidad empresarial que pujan por ocupar un lugar predominante en los mercados reales y financieros sustentados en la iniciativa de cambio técnico impulsado por la vanguardia de los procesos técnicos digitales como factor de optimización de costos y elevación de productividades.

Se desata una vertiginosa competencia en los ámbitos tecnológico, financiero, manufacturero, geográfico y comercial, con base en una disputa por la supremacía que impone perspectivas nuevas en el ambiente de integración económica y productiva iniciado en los años noventa con la *globalización* regional, metamorfoseada en la actualidad en un proceso de *desglobalización*, enmarcado por un notable freno de la demanda agregada de los mercados mundiales durante los últimos 13 años, de -0.6 % como promedio ponderado anual, así como por la contracción de los flujos de fondos financieros fincados en la inversión extranjera directa, por -1.0 %, de los principales centros industriales del mundo [BM, 2023].

Son condiciones que impulsan una reorientación del libre mercado que se inclina hacia una reglobalización de los mercados mundiales, consistente en una reubicación temporal y parcial, que da surgimiento al *nearshoring* de los centros productivos estratégicos hacia aquellas zonas que garantizan mejor tasa de retorno a los capitales, condición que ofrecen geopolíticamente algunos países emergentes como México [Banxico, 2022].

Ocurre una redefinición de los espacios económicos globales que impone rupturas en las cadenas de valor, que agudizan el sesgo de dependencia hacia los recursos financieros y tecnológicos de regiones económicas desarrolladas, desequilibran el sistema de precios en los bienes y servicios que afectan los suministros de demanda intermedia y final de empresas y hogares, y como resultado vulneran los puestos de trabajo y su masa salarial [Banxico, 2018].

Esta propensión de los mercados mundiales a integrarse globalmente desde los años ochenta desata un movimiento definido por Carlota Pérez como la *cuarta revolución industrial*, con la característica de sostener una estrecha relación con la tecnología digital, cuyo factor innovador es el chip electrónico [Pérez, 1985: 444], impone un cambio técnico y

productivo que incide en la economía y la sociedad globales, promueve cambios en las relaciones sociales de producción, que a su vez transforman las competencias de la fuerza de trabajo en el mundo y determinan aspectos más amplios en cuanto a bienestar laboral.

La constante de cambio productivo y laboral se basa en innovaciones digitales que utilizan modelos matemáticos y computacionales e imponen una economía de la educación, el conocimiento técnico y productivo en empresas, trabajadores y en la sociedad; esta evolución e integración de las economías de escala resultantes, basadas en el aprovechamiento de las cadenas de valor es, sin embargo, inequitativa y segmentada, sobre todo en cuanto al beneficio industrial que aporta este tipo de planta productiva a los países residentes y cuestiona su aporte al desarrollo, causal determinante y condicionante de los beneficios generados por el trabajo, que se torna especializado y diferenciado del trabajo tradicional.

Es un proceso de integración económica regional que ha impuesto en nuestro país una severa subordinación tecnológica y financiera, como lo fundamenta Manzanares [2021]; queda inmerso en un proceso que ocurre como consecuencia de dos tendencias dinámicas y adaptables a los cambios técnicos en los sistemas de producción: la primera obedece a una mayor integración productiva y comercial de la economía, sustentada en una acelerada revolución digital, concretada en el Tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá (T-MEC); la segunda consiste en una fragmentación de los procesos productivos basados en el *outsourcing* industrial que enmarca y configura una dinámica altamente digitalizada en los enlaces de producción, distribución y acumulación de capitales. Ambas definen un proceso que consolida la dependencia hacia la producción de una industria oligárquica transnacional.

Esta revolución digital establece retos permanentes de desarrollo en la fuerza de trabajo; en todos los sectores de actividad económica van de la tecnificación de la producción sustentada en la innovación digital de las TIC arraigadas en los servicios, a la mecatrónica como dispositivo detonante y modernizador de los procesos industriales de producción.

Da pie a lo que Covarrubias [2021: 154] denomina *downplaying*, consistente en definiciones que priorizan la productividad, competitividad y rentabilidad empresarial que minimizan todo aspecto relacionado con el bienestar laboral.

La productividad marginal del trabajo se traduce en cambios de la política laboral hacia un modelo en el que prevalecen las modificaciones en la organización sindical y establece contratos alineados a la rentabilidad empresarial, con intención de dar paso a un estado de competitividad y productividad laboral, que si bien resulta en una mejora salarial, cuya única intención es evitar que la prevalencia de salarios bajos en nuestro mercado de trabajo acojan inversiones productivas de Canadá y Estados Unidos hacia nuestra economía, por lo que no se traduce de facto en una contribución al bienestar

laboral, sino que define un contexto complejo para dimensionar su condición resultante de utilización del cambio técnico digital.

Segregadas de estos enlaces internacionales productivos, se encuentran las micro, pequeñas y medianas empresas (mipyme), que carecen de este acceso técnico digital a los mercados globales regionales; sin embargo, compiten por ocupar un espacio en ellos y constituyen un recurso relevante para el *outsourcing* industrial; es un contexto complejo de participación, sobre todo en el ámbito de los emprendimientos informales, que no obstante su frágil organización, débil capitalización y complejas fuentes de fondeo, están obligados a funcionar con innovaciones digitales y se enfrentan por igual a una eclosión laboral que demanda de innovaciones tecnológicas digitales.

Establecer los cambios ocurridos en los puestos de trabajo que participan en el conjunto económico con motivo de la digitalización es complejo; no obstante, se cuenta con avances importantes en lo relacionado con la formación digital especializada y con su ubicación en el mercado de trabajo; según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo [Inegi, 2022], en la población económicamente activa (PEA), el sector informal emplea al menos 55.7 % de la mano de obra disponible, del cual 14.0 % es resultado del desempleo que provoca la introducción de nuevas tecnologías con que el conjunto empresarial transita hacia tareas hasta entonces desarrolladas por personas.

Los cambios impuestos por las tecnologías digitales en el medio laboral imponen la necesidad de crear nuevas profesiones para las empresas, que también se presionan para ocupar puestos de trabajo especializados sobre riesgo de perder penetración en sus mercados; lo que transforma la estructura de ocupación. Hacia 2022, alrededor de un millón de trabajadores se han formado en las ciencias de la computación, de los cuales, en la escala de operación en los puestos de trabajo, 55.0 % se desempeña como técnicos, 14.0 % lleva a cabo actividades comunes de oficina, 10.0 % realiza funciones comerciales, sólo 7.0 % ejerce acciones de mando y el resto cae en la categoría de trabajador no remunerado.

En cuanto a la distribución de puestos de trabajo en la plantilla ocupacional por tipo de actividad, se estima que cerca de 26.0 % de personas se desempeña en los sectores de los servicios profesionales, financieros y corporativos, 14.0 % en comercio, 13.0 % en la industria manufacturera, 12.0 % en los servicios sociales, 9.0 % en gobierno y organismos internacionales, y 8.0 % en los transportes, comunicaciones, correo y almacenamiento. Como elemento participativo en el bienestar laboral, el ingreso nominal observa de 2013 a la fecha un índice de crecimiento ponderado medio de -0.9 % [Inegi, 2022], por debajo de la demanda agregada que muestra un desempeño mediocre con -0.2 % [Inegi, 2022].

De la población formada en las ciencias de la computación por actividad económica, 52.0 % se desempeña en las sociedades financieras y no financieras, 20.2 % en el gobierno

general, 3.0 % en instituciones no lucrativas, 15.0 % en las mipyme y 10.0 % en el sector informal. En cuanto a los puestos de trabajo que se han perdido o generado, cuáles y de qué tipo son los empleos sustentados por este cambio digital, la información es todavía escasa, se encuentra a nivel de alta empresa; de las nuevas ocupaciones generadas, Eurostat [2020] identifica ocupaciones como la de especialista en inteligencia artificial, desarrollador de fuerza de venta, ingeniero en robótica, especialista en ciberseguridad, *agile coach*, consultor de *cloud*, desarrollador de Python, científico de datos, desarrollador de *big data*, ingeniero de datos, representante de *help desk*, ingeniero de *cloud*, sobre las cuales no da mucha información.

En general, se sabe poco de la forma en que el empleado ajeno a la formación profesional en computación se ha tenido que especializar en los recursos digitales a fin de conservar o mejorar su puesto de trabajo, y sobre el particular, la forma como ha mejorado su retribución.

EFFECTOS LABORALES DEL CAMBIO DIGITAL

La generalización en la aplicación productiva de las innovaciones digitales traducidas en tecnologías de información y comunicación (TIC), así como en mecatrónica, que aporta la robótica e inteligencia artificial desarrolladas por las ingenierías mecánica, electrónica, informática, de control de sistemas de telecomunicaciones, convertidas en fuentes de producción, hacen complejo delimitar el rango de impulso que logran como factores productivos centrales de esta era digital sobre el bienestar laboral.

Este impulso productivo y del conocimiento que brinda la utilización de la técnica digital en el consumo y la producción ha motivado la creación de algunas encuestas orientadas a medir su influencia en la economía y la sociedad, tales como:

- i. La Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares [Inegi, 2021] capta la disponibilidad y uso de TIC, estima que 84.1 millones de personas son usuarios de internet en sus distintas aplicaciones de la telefonía, 36.0 % de los hogares emplea la computación.
- ii. La Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología [Inegi, 2017] mide el conocimiento de la sociedad sobre la importancia de las TIC, 82.4 % de la población se interesa en desarrollos científicos y tecnológicos.
- iii. La Encuesta sobre Tecnologías de Información y las Comunicaciones [Inegi, 2013] precisa que 1.7 % de las empresas disponen de TIC y las utilizan en sus procesos de producción.
- iv. La Encuesta sobre Investigación y Desarrollo [Inegi, 2017] estima que para al año 2016, 2 099 empresas llevaron a cabo actividades de investigación y desarrollo tecnológico; mientras que 3 293 impulsaron al menos un proyecto

de innovación tecnológica en sus procesos de producción; 2 857 entidades del sector real pusieron en marcha aplicaciones digitales de innovación para mejorar sus procesos y representan acciones que obligan a la fuerza de trabajo a especializarse en el campo digital, 32 857 personas realizaron actividades de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) en empresas del sector productivo.

Destaca el flujo de recursos humanos en las áreas de innovación, biotecnología, nanotecnología y otras actividades de IDT, incluso en empresas de 20 empleados y menos, pero con orientación digital; de los puestos de trabajo ocupados en actividades de IDT, 52.3 %; es decir, 17 200 son investigadores y tecnólogos; 32.2 % (10 564) son técnicos y personal equivalente, mientras que 15.5 %; es decir, 5 094, son personal de apoyo administrativo. Son procesos en que participan muy pocos puestos de trabajo tecnificados, apenas 0.1 % del total en el sector productivo de la economía.

Son indicadores que presentan un bajo nivel de formación de la población mexicana en las nuevas tecnologías digitales en distintos aspectos del cambio técnico, muestran asimismo que la demanda de puestos de trabajo sobre estas nuevas formaciones también es baja. El peso social de las redes digitales es relevante, por ello forman parte de la agenda pública del gobierno federal por medio de la Coordinación de Estrategia Digital Nacional [CEDN, 2022].

Se observa que la medición de estos avances y efectos en la sociedad son significativos, no así en los ámbitos productivo ni del trabajo. En las actividades económicas y financieras, la medición no es sencilla, porque involucra la condicional de confidencialidad con que opera el sector privado empresarial, que es quien aplica innovaciones en la mecatrónica para digitalizar sus procesos, como condición *sine qua non* que permea su penetración en los mercados.

Si bien se han logrado obtener variables relevantes sobre el proceso de digitalización en nuestra economía, hay relativamente poca disponibilidad de datos en cuanto a las aplicaciones digitales productivas y las condiciones de trabajo en que se desenvuelve el mercado laboral; adicional a ello, los resultados para cada variable se compilan con periodicidad, codificación y valoración de resultados distintos, que incluso reducen la comparación entre una y otra encuesta; por tanto, la exploración de sus aplicaciones para obtener un diagnóstico preciso que facilite su análisis y evaluación no es sistemático.

Minian y Martínez [2018: 27-53] apuntan que históricamente esta automatización de los procesos de producción ha afectado la conformación del mercado laboral; aplicando técnicas de descomposición estructural estiman que 63.0 % de los puestos de trabajo totales y 64.5 % del empleo manufacturero se encuentran en camino de ser automatizados; a causa de ello los trabajadores menos calificados están en condición vulnerable. Ante esta

situación, tanto los ajustes del mercado como las políticas públicas compensan los efectos tecnológicos sobre el mercado del trabajo, por lo que no se visualiza un choque tan devastador en el volumen total de desempleo, lo cual ocurre porque el cambio tecnológico desplaza trabajadores, pero genera nuevos puestos de trabajo conforme incentiva las oportunidades de inversión.

Este efecto que genera la digitalización en el mercado laboral provoca una fuerte reducción del empleo tradicional; las nuevas ocupaciones se basan en la realización de tareas bien definidas por procedimientos que pueden ponerse en práctica de manera sencilla por medio de algoritmos y recursos digitales sofisticados que se transforman incluso en trabajo repetitivo.

En general, se cuenta con poca información sobre la forma en que estas aplicaciones tecnológicas productivas están difundidas en el mismo sector de actividad económica, y por tanto, de las particularidades de los puestos de trabajo que con ello se demandan; se sabe por la medición macroeconómica [Inegi, 2022] que las actividades de los sectores de actividad 31-33: Industrias manufactureras, en el 51: Información en medios masivos, o el 52: Servicios financieros y de seguros, concentran un alto contenido de aplicaciones con innovaciones digitales por la naturaleza del flujo de actividades que desempeñan; dichos avances se irradian en el ámbito económico. Para identificarlos, la literatura desarrollada sobre este punto se caracteriza por deducir registros de manera indirecta.

Arellano y Peralta [2018] ofrecen una medición para México con base en la elaboración de un índice de las capacidades digitales entre los sectores económicos y su vínculo con el desempeño productivo sectorial, concluyen que es reducido el número de sectores que aprovechan el efecto de las tecnologías digitales en su desempeño productivo, lo que se justifica en parte por la elevada capitalización que requiere la empresa, dado el posicionamiento y la demanda tecnológica de los mercados.

Un recurso estadístico que facilita el análisis sobre el cambio técnico en el sistema económico es la matriz de insumo producto (MIP), porque conecta la demanda con la producción, el valor agregado y el empleo como factores de producción, provee la medición de productividades para identificar aquellos sectores que fomentan el crecimiento de otros; asimismo, permite establecer relaciones analíticas.

En esta tarea, suelen aceptarse los modelos de transformaciones básicas aplicadas a los *cuadros de oferta y utilización* que ofrecen las matrices de insumo-producto; conforme el Manual de insumo-producto [Eurostat, 2008: 349], existen las transformaciones que se presentan en cuadro 1.

Cuadro 1.
Modelos de transformaciones básicas de MIP, basados en Leontief

<i>Tipo de modelo</i>	<i>Características metodológicas</i>
A. Producto por producto	Producto tecnológico. Cada producto se realiza de una manera específica, independientemente de la actividad en que se produce.
B. Producto por producto	Tecnología de la industria. Cada actividad tiene su forma específica de producción, sin importar su combinación de productos.
C. Industria por industria	Estructura de ventas fija de la industria. Cada actividad tiene su propia estructura de ventas específica, independientemente de su combinación de productos.
D. Industria por industria	Estructura de ventas de productos fija. Cada producto tiene su propia estructura de ventas específica, sin importar la actividad en que se produzca.
E. Producto por producto	Producto por producto. Basadas en el supuesto de existencia de tecnologías híbridas.

Fuente: *Manual of supply, use and input-output* [Eurostat, 2008: 295].

Con ello, el supuesto de cambio técnico que influye en la demanda intermedia y final en los sectores de actividad económica es verificable mediante sus cuadros de oferta y utilización, el Manual de insumo-producto de Eurostat establece que dicho supuesto es sostenible porque “desde el punto de vista teórico, el modelo de tecnología de producto (mercancía) parece cumplir con los requisitos de propiedades más deseables, es decir, con los axiomas de equilibrio material, equilibrio financiero, invariancia de escala e invariancia de precio” [Eurostat, 2008: 310].

De estas elaboraciones estadísticas, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) elabora y publica el modelo “B” en su matriz de “producto por producto” [2013], se apega al supuesto de *tecnología de la actividad*, en la que puede identificarse el factor técnico de cambio para la totalidad de las actividades económicas, debido a que el impulso que un sector de actividad imprime a otro responde a que se encuentra capitalizado por aplicaciones tecnológicas digitales que inciden en su capacidad de demanda y oferta.

La MIP representa un recurso analítico que facilita la aplicación de modelos estadístico-matemáticos mediante los cuales es posible entender la forma en que se estructuran las relaciones de demanda y oferta entre sectores de actividad de la economía residente y con el resto del mundo; por ejemplo, mediante estimaciones sobre los efectos de impulso o arrastre que ejercen algunos sectores denominados clave, cuyo potencial se extiende a analizar relaciones con el resto del mundo mediante la balanza comercial.

De entre estos análisis, destaca el que se basa en la identificación de los sectores clave en los encadenamientos productivos por medio de estimación de coeficientes del tipo

Leontief, Rasmussen, Hirschman, Chenery, Watanabe o Gosch, cada uno con su respectivo enfoque y aporte analítico [Durán Lima *et al.*, 2021; Miller, 2009; Schuschny, 2005].

Es un tema que cuenta con aportaciones importantes, por ejemplo, Fuentes y Sastré [2001] emplean matrices regionales de insumo-producto para identificar los sectores de actividad económica que son clave o estratégicos para el estado de Baja California Sur, evalúan con ello su importancia productiva local.

Pino e Illanes [2002: 71] construyen índices de poder y sensibilidad de dispersión con multiplicadores de demanda y oferta para encontrar los eslabonamientos sectoriales, *hacia delante y hacia atrás*, que caracterizan a los sectores clave de impulso al PIB.

Bouchaïn y Bravo [2011], por su parte, realizan un análisis de descomposición estructural de la economía mexicana aplicado a la MIP de 2008, con ello determinan que las manufacturas son el sector económico clave para el crecimiento económico, por sus efectos hacia delante y hacia atrás.

Hernández Díaz [2011: 12] elabora multiplicadores de la matriz de insumo-producto para Colombia y diagnostica los sectores clave en la economía colombiana, con ello argumenta la validez de este estadístico para obtener los encadenamientos productivos.

A partir de la MIP de 2013, Mendoza [2020: 9-34] aplica la técnica de multiplicadores y encadenamientos multisectoriales productivos para generar indicadores sectoriales de crecimiento con los que precisa las relaciones de interdependencia económico-productiva en el estado de Sonora.

Boundi Chraki [2016: 67] analiza la calidad de estimación de encadenamientos productivos con que identifica a los sectores clave de la economía mexicana, para lo cual analiza la composición y viabilidad de los índices de Rasmussen (1963) y Hirshman (1961), que contienen el enfoque de demanda y oferta, con el de encadenamientos productivos directos hacia delante y hacia atrás, propuesto por Chenery-Watanabe (1958), realiza también un comparativo técnico con el índice de Ghosh (1958), de cuyo análisis matemático obtiene la matriz transpuesta a la de Leontief (1936) con que genera encadenamientos directos y totales, que aporta un enfoque analítico desde la perspectiva de oferta.

INDICADORES ECONÓMICOS DEL CAMBIO DIGITAL

En torno a la utilización de la MIP para identificar el cambio tecnológico a partir de las actividades económicas, el anexo 1 sintetiza, sin fines comparativos, el planteamiento de los modelos de demanda y oferta.

1) La *función de demanda* de Leontief (1936), su innovación analítica relevante es la matriz inversa de la MIP, que indica el valor de los insumos requeridos por un sector de parte de otros a los que a su vez proveyó con su producción sectorial principal, proceso circunscrito en una dinámica conjunta de funcionamiento del sistema económico.

2) La *función de oferta* de Ghosh (1958), en igual perspectiva analítica de la estructura económica, propone que la función de demanda puede transformarse en una que describa la distribución en la provisión de insumos primarios para la producción, con ello constituye una visión descriptiva de los componentes del valor agregado en su dimensión de producto, que relaciona a la producción bruta con la demanda intermedia, su propuesta se sintetiza en la ecuación inversa de Leontief o ecuación de Ghosh; $x' = v'(I - B)^{-1}$.

El soporte conceptual de este modelo de oferta de Gosch es que la existencia de un nuevo producto desarrollado en un sector irradia su influencia económica relativa hacia el resto de las actividades; tal es el caso del chip electrónico; por ello los sectores generadores de este producto fomentan el cambio tecnológico del conjunto económico en comportamiento de economía de mercado, mediante relaciones de demanda y oferta.

Este análisis es posible porque cada sector de actividad económica mantiene interrelaciones o encadenamientos con otros sectores, como resultado de las acciones de compra y venta que mantienen en su gestión económica y financiera impulsan la función de multiplicadores de actividad, que pueden ser:

i) *Encadenamientos hacia atrás (backward linkages)*. Miden el efecto provocado por unos sectores a otros en función de su demanda de insumos, dado que un sector requiere insumos de otros. Se dice que es hacia atrás cuando el efecto se da antes de la producción; es decir, durante el proceso productivo por la demanda de insumos. Los sectores con estos efectos son conocidos como sectores *clave*.

ii) *Encadenamientos hacia delante (forward linkages)*. Ocurren cuando los sectores poseen una baja demanda de insumos de otros, pero con su oferta de bienes y servicios abastecen de insumos a otros sectores. Los sectores con estos enlaces se identifican como sectores *estratégicos*.

Schuschny sostiene que un sector *clave* para las economías, por cubrir con esta dinámica, es el de manufacturas; el sentido y la magnitud de la vinculación técnico-productiva que establece con el agropecuario indica que cuando los encadenamientos *hacia delante* entre ambos son débiles, provoca falta de industrialización [Schuschny, 2005: 41], lo cual ocurre en México.

Estos enlaces o encadenamientos de impulso económico por medio de la demanda intermedia y final de unos sectores de actividad para con otros, constituyen el recurso cuantitativo para dimensionar su peso relativo en el promedio de las actividades económicas.

Conforme a los encadenamientos calculados en esta investigación tipificados de acuerdo con Rasmussen (1963) [Miller, 2009; Schuschny, 2005], la delimitación de efecto económico *hacia atrás o hacia delante* es provocada por el cambio técnico cuya medición de *sensibilidad* o rango de dispersión de dichos eslabonamientos se corresponden con el *cambio impulsado* que ordena y clasifica los encadenamientos de los dos modelos aplicados: a) demanda de Leontief, y b) oferta de Gosch.

En el cuadro 2, se determinan por su capacidad de efecto sobre la demanda y la oferta de un sector sobre otros, como: clave, estratégico, impulsor e independiente; al mismo tiempo se identifican por su efecto intersectorial de fuerte, débil o nulo.

Cuadro 2.
Tipología de encadenamientos sectoriales, según Rasmussen

<i>Encadenamiento</i>	<i>Características</i>	<i>Efecto intersectorial</i>
i) <i>Clave</i>	Son fuertes demandantes y a la vez oferentes.	Fuerte
ii) <i>Estratégico</i>	Mantienen una demanda intermedia baja, pero ofertan insumos para otros sectores.	Débil
iii) <i>Impulsor</i>	Realizan una demanda intermedia alta y su oferta contribuye a la demanda final.	Fuerte
iv) <i>Independiente</i>	Su demanda intermedia es poco significativa y su oferta se integra a la demanda final.	Débil a nulo

Fuente: Schuschny [2005: 41].

En suma, ambas modelaciones son decisivas para el análisis de los sectores clave porque facilitan el conocimiento de la estructura productiva del sistema económico visto a través de la MIP. El factor relevante para ello es la denotación de encadenamientos directos.

En el anexo 2 se comparten los resultados obtenidos en las estimaciones de los encadenamientos directos *hacia delante* y *hacia atrás* de los modelos de Leontief (*LFL* y *LBL*) y Ghosh (*GFL* y *GBL*), aplicados para la MIP de México que cuantifica 72 ramas de actividad económica, reducida a 20 para el año 2013.

Las industrias manufactureras sostienen un *LFL* que las clasifica como actividades clave, por 2.16 %, mientras que su *GFL* confirma este fuerte grado de empuje como demandante y oferente que tiene hacia otros sectores, con 3.67 %, con encadenamientos en ambas mediciones también fuertes hacia atrás; en lo que corresponde a los servicios financieros, de acuerdo con su *LBL*, satisfacen un nivel significativo de demanda y oferta con 1.06 %, lo cual coincide con su *GFL*, de 0.90 % y pueden clasificarse como clave; otra coincidencia que vale tomar en cuenta, por el empleo de las técnicas digitales, es el sector de información en medios masivos, con un alto arrastre en su *LBL*, de 1.02 % y *GFL* de 1.04 %, pueden considerarse sector estratégico. En otras clasificaciones, Leontief y Ghosh difieren en su tipología, se comenta el caso del comercio al por mayor, que presenta un *GFL* de 1.08 % y queda dentro de los encadenamientos clave, mientras que, por su *LFL* de 1.19 %, es un sector impulsor.

Con este análisis del impulso a la demanda y la oferta para el sistema económico, se identifican dos sectores clave que promueven el cambio digital, las industrias manufactureras y los servicios financieros y de seguros, en igual medida que los servicios de información en medios masivos se desempeñan como sector estratégico de tal manera que el potencial de crecimiento se define en su dinámica de inversión y en las expectativas que tienen de consolidar su productividad y rentabilidad en los mercados; dado que aplican tecnología digital, impulsan crecimiento y pueden penetrar en los mercados con un mayor grado de industrialización, constituyen los sectores en los que radica el potencial de cambio digital.

El anexo 3 presenta datos interesantes sobre los ingresos generados, el valor agregado bruto de las manufacturas es el más alto, 0.19 %, para el total de la economía es de 0.57 %, un indicador relevante para esta investigación es el crecimiento ponderado medio anual (CPMA) del valor agregado porque denota el cambio tecnológico en la economía, se observa que en efecto las manufacturas presentan un crecimiento en cinco años, de 0.53 %, es el sector de actividad económica con mayor crecimiento, los servicios financieros, 0.29 %, y los medios masivos de información 0.21 %, por debajo del comercio al por mayor y por menor que creció en 0.31 %, lo que se justifica por la mayor penetración de las redes digitales de comercialización en línea; llama la atención la tasa mostrada por los servicios de educación y de salud en 0.28 % y 0.30 %, respectivamente, y obedece por la misma razón a la aplicación de TIC, cuya explicación más amplia se encuentra en el análisis de redes sociales como lo propone López Galván [2021] y corresponde precisamente a la generalización de los usos de tecnologías digitales en los ámbitos social y productivo.

En cuanto a la facilitación fiscal, se observa que las actividades financieras y de seguros aportan más recursos a la carga tributaria, con 2.75 %, mientras que las manufacturas sólo lo hacen en 0.62 % y los medios de información masiva con 0.39 %, sobresalen ante los servicios de esparcimiento con 3.39 % y las actividades públicas con 1.29 por ciento.

Es de observar entonces que el encadenamiento de impulso de los sectores económicos que detona la tecnología digital no es homogéneo ni lineal en los multiplicadores del sistema económico, lo cual es más notorio en las remuneraciones que se pagan a los asalariados, no obstante que las manufacturas son el sector clave de impulso para el sistema económico, aportan sólo 0.13 %, los servicios financieros 0.24 % y la información de medios masivos 0.17 %, mientras que los servicios educativos y de salud participan con 0.89 % y 0.80 %, respectivamente, lo cual es una condición general que puede imputarse a una menor masa laboral y salarial resultantes de la misma tecnificación de procesos productivos.

Un caso especial son las contribuciones sociales que funcionan como gratificación al asalariado, se corresponden casi de manera proporcional con las remuneraciones: manufacturas es la actividad que menos participa, 0.01 %, servicios financieros, 0.03 %, mientras que los servicios educativos y de salud aportan 0.11 % y 0.27 %; en las contribuciones sociales imputadas ocurre el mismo efecto.

En el anexo 4, se presentan los índices de productividad de los factores de producción; en valor agregado las manufacturas presentan 2.67 %, siendo el mayor, los servicios financieros que alcanzan 1.45 %, ligeramente superior al promedio de la economía total, 1.31 %; respecto de la distribución de excedentes de operación generados, las manufacturas participan con 0.35 %, los servicios financieros con su margen financiero logran 0.73 % por arriba de la economía, 0.70 %, pero debajo de la agricultura, 0.94 %, y el comercio al por mayor, 0.96 %; en cuanto a rentabilidad del capital, las industrias manufactureras presentan uno de los índices más bajos, 0.07 %, lo que puede ser indicador, pese a la alta tecnificación digital, de un bajo nivel de industrialización y estar afectado más que nada por las necesidades de fondeo de las mipyme; la minería contribuye con 2.20 %; respecto del índice de población ocupada, las manufacturas mantienen 1.43 %, los servicios financieros 1.27 %, por arriba del total nacional, 1.21 %. En cuanto a la productividad del trabajo, las manufacturas participan con 1.83 %, los servicios financieros con 1.27 %, también por arriba del total nacional, 1.08 por ciento.

El anexo 5 presenta indicadores sobre los puestos de trabajo por tipo, no obstante que las manufacturas y los servicios financieros son sectores clave y a que son de hecho impulsores de crecimiento económico; no por ello son facilitadores en la creación de puestos de trabajo, y se observa que en esta categoría alcanzan 0.65 % y 0.61 % respectivamente, por debajo del total de la economía, 0.64 %, mientras que la generación de energía eléctrica lo hace en 0.95 % y los servicios de salud, 0.94 %. Es decir que la generación de puestos de trabajo no se corresponde de manera directa y proporcional con la innovación digital, pues se constata que en los propietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados, las manufacturas representan 0.13 %, los servicios financieros 0.39%, mientras que el total de la economía alcanza 0.047 %; así como personal no dependiente de la razón social, que alcanzan 0.12 % y 0.37 %, respectivamente, ante una economía total de 0.06 %, datos que sí pueden ser significativos de esta falta de correspondencia entre la tecnología digital y la generación de empleo formal.

ÍNDICE DE BIENESTAR LABORAL PARA MÉXICO (IBLD)

La descripción de requerimientos de insumos directos e indirectos de los valores que conforman su diagonal matricial de la MIP, de conformidad con la definición de Leontief: $\forall i \geq 1$, con i elemento de la función de demanda determinante de coeficientes técnicos que es constante en el tiempo j , indica que para producir una unidad adicional de demanda final residente, es necesario aumentar la producción proporcionalmente en al menos una unidad, y por eso es importante el cálculo de encadenamientos y la delimitación de los sectores clave.

Es una definición fundamental porque, como sostiene Schuschny [2005: 16], establece la factibilidad de considerar que, entre las causales que modifican los coeficientes técnicos fijos previstos en la MIP, se identifican categorías como el *cambio tecnológico*, que representa un elemento significativo de modificación de la estructura económica.

Este cambio técnico basado en la digitalización de los sectores de actividad económica no es un proceso lineal ni homogéneo; intervienen distintos factores entre los que sobresalen sesgos en los niveles de industrialización en todas y cada una de las actividades del sistema económico residente; en la misma medida, tampoco la digitalización de los puestos de trabajo marcha en una dinámica homogénea. Esta consideración es relevante a la hora de emplear la MIP como recurso estadístico para dimensionar un IBLD.

Por otro lado, la Comisión Sarkozy [Stglitz, 2009: 1-17] apuntó las restricciones de la estadística derivada que delimita al PIB para medir el concepto de bienestar; no obstante, asume que el empleo debe ser un gran detonador de condiciones laborales y sociales favorables para el trabajador y su hogar.

De este modo, la delimitación conceptual y estadística que se asume al presentar este IBLD con los recursos estadísticos que aporta la MIP parte de la precisión hecha de los sectores de actividad clave, que, en virtud de la innovación tecnológica digital que aplican, pueden impulsar el cambio en el comportamiento del sistema económico y en las relaciones laborales que es posible establecer con ellos.

Independiente a las variables externas que puedan incorporarse a esta medición, como la educación, la salud o el rango de movilidad laboral, así como social de los trabajadores y sus hogares, como lo proponen trabajos como el de San *et al.* [2006], tendientes a ampliar los conceptos que pueden mejorar la calidad de los índices de medición del bienestar laboral, o como lo hacen Rodríguez-Oreggia y Silva [2009], al proponer indicadores de bienestar laboral por entidad federativa para México.

En este mismo sentido, el Índice de desarrollo humano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD, 2015] reconoce, en el tipo de ocupación y las remuneraciones de los asalariados, el potencial detonante y generador de bienestar laboral, por lo cual esta investigación considera válido estructurar una medición de bienestar a partir de datos de demanda y oferta totales, así como de ingresos generados en la economía.

PLANTEAMIENTO DE UN IBLD

Indicadores simples

Sobre la base de las especificaciones teóricas, técnicas y estadísticas vistas, así como de los indicadores presentados en los anexos 2 a 5, se está en condiciones de establecer una relación directa y estrecha entre el cambio tecnológico y los niveles de productividad, empleo y remuneraciones de los trabajadores, así como de las

gratificaciones de que son objeto los trabajadores por su participación en los procesos de demanda y oferta.

Delimitación de relaciones

Pueden proponerse algunas relaciones analíticas, ordenadas en función de la propuesta metodológica realizada por el Índice de tendencia laboral de desarrollo humano [PNUD, 2015], de éste se propone el índice de movilidad laboral (IML), el cual es una formulación que destaca las relaciones de ingreso y la condición laboral del asalariado; sobresale de manera general el estado de logros del trabajador por su participación en el mercado laboral, en este caso se ajusta con el avance del cambio digital y el impulso económico en las actividades que condicionan los ingresos del capital y del trabajo.

Sea:

$$IML_i = \frac{\sum_i^{20} IRO * IPK * IRK}{IIG} \quad (1)$$

Donde:

IML = Índice de movilidad laboral

IIG = Índice de ingreso generado

IRO = Rentabilidad de operación

IPK = Índice de productividad del trabajo

Por otro lado, las condiciones de trabajo se relacionan con la equidad en los puestos de trabajo; en este sentido la estructura del mercado laboral vista en función del personal ocupado y de los puestos de trabajo es útil para delimitar algunos indicadores.

Cuadro 3.
Estructura y variación de puestos de trabajo según MIP

<i>Concepto</i>	<i>Estructura (%) 2013</i>	<i>Var (%) 2013/2008</i>
PT - Puestos de trabajo	100.0	0.10
PTDRS - Puestos de trabajo dependientes de la razón social	93.47	0.10
PTR - Puestos de trabajo remunerados	63.72	0.03
OT - Obreros y técnicos	48.74	0.04
Emp – Empleados	14.98	0.02
PFTNRD - Propietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados	29.76	0.29
PNDRS - Personal no dependiente de la razón social	6.53	0.16
PSORS - Personal suministrado por otra razón social	5.57	0.15
PHOCSS - Personal por honorarios o comisiones s/sueldo	0.96	0.20

Fuente: Inegi [2008 y 2013], MIP.

El cuadro 3 permite conocer las condiciones de heterogeneidad y desigualdad en torno a la planta laboral que interviene en el sistema económico; si bien los $PTDRS$ ocupan 93.5 % de los puestos de trabajo, debe resaltarse que sólo 63.7 % son PTR ; por otro lado, los $PFTNRD$ presentan mayor crecimiento de 2008 a 2013, 0.3 %; es decir, en sólo cinco años los emprendimientos familiares o microempresas han ocupado un lugar importante.

La elaboración de un índice de puestos de trabajo puede precisar las siguientes relaciones:

$$IPT = \sqrt[2]{\sum_1^{20} \frac{(PTDRS+OT+Emp+PFTNRD+PSORS)}{PT}} \quad (2)$$

Donde:

IPT = Índice de puestos de trabajo calculado con arreglo a los componentes del cuadro 3 y representa la ponderación geométrica del nivel ocupacional prevaleciente en las actividades económicas. Es una relación importante para identificar el bienestar laboral porque concierne a las condiciones de trabajo que rigen en el ambiente del asalariado o empleador; en la misma medida es posible establecer relaciones con las remuneraciones y las contribuciones sociales a que tienen acceso los trabajadores.

En sentido estricto, las remuneraciones constituyen la retribución que recibe el trabajador asalariado por su aporte al valor agregado bruto en la producción, e incluye sueldos y salarios, pago de vacaciones, aguinaldos, reparto de utilidades, y cubre con ello gastos de bienestar, como la salud y la educación, de entre otros; por su parte, las contribuciones sociales son las asignaciones que los empleadores realizan a favor de los trabajadores, a los sistemas de seguridad social, del tipo Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas (ISSFAM), entre otros; en éste son efectivas, en tanto que las asignaciones pensionarias y las no pensionarias, o las de seguros sociales, son de carácter imputado, por estrategia de registro de la MIP, y se consideran como una distribución secundaria del ingreso generado o valor agregado.

Esta configuración de ingreso y beneficio del trabajo remunerado permite establecer el vínculo en el bienestar laboral, a medida que se corresponde con indicadores de productividad del trabajo delimitados en el anexo 4. Está visto que mientras las manufacturas con los servicios financieros mantienen una productividad del trabajo mayor al de la economía total, no se corresponden con la retribución hacia sus asalariados, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4.
Estructura y variación de ingresos de los trabajadores según la MIP

<i>Concepto</i>	<i>Estructura (%) 2013</i>	<i>Var (%) 20013/2008</i>
D.1 Remuneración de los asalariados	100.0	0.15
D.1.1 Sueldos y salarios	92.91	0.15
D.1.1.1 Salarios	41.56	0.14
D.1.1.2 Sueldos	38.76	0.15
D.1.2.1 Contribuciones sociales efectivas de los empleadores	12.59	0.17
D.1.2.2 Contribuciones sociales imputadas de los empleadores	7.09	0.26

Fuente: Inegi [2008 y 2013], MIP.

El monto total de remuneraciones pagadas creció a una tasa media ponderada de 0.15 %, equivalente a las contribuciones sociales efectivas en 0.15 %, mientras que las contribuciones sociales imputadas, que como prestaciones al trabajo asalariado permiten mantener bajos salarios, se modificaron en 0.26 % en cinco años. Con ello se tiene la definición:

$$IRS = \sqrt[2]{\frac{RS*CS*CSI}{PT}} \quad (3)$$

Con:

IRS = Índice de remuneraciones al trabajo formal

RS = Remuneraciones

CS = Contribuciones sociales

CSI = Contribuciones sociales imputadas

Definidas estas relaciones, se considera que el cambio tecnológico está definido por las variaciones ponderadas medias del valor agregado entre 2008 y 2013, que establecen al mismo tiempo la tendencia, delimitada por:

$$A = \left(\left(\frac{VAB_1}{VAB_0} \right)^{\frac{1}{5}} \right) - 1 \quad (4)$$

Con lo que se plantea la siguiente función lineal de tipo Cobb Douglas [PNUD, 2015] para las ramas de actividad económica en $\alpha_1 = [MIP, 2018]$ y $\alpha_2 [MIP, 2013]$:

$$IBLD = c(IML_i^\alpha IPT_i^\alpha IRS_i^\alpha) * \varepsilon^{\alpha A + \varepsilon} \quad (5)$$

Donde:

IML = Índice de movilidad laboral

IPT = Índice de puestos de trabajo

IRS = Índice de remuneraciones al trabajo formal

A = Coeficiente de cambio técnico

ϵ = Constante

c = Término de error

Con transformación logarítmica a (5) para distribuir el efecto del cambio digital en las 20 ramas de actividad económica, se tienen los siguientes resultados.

Cuadro 5.
Logaritmos obtenidos para indicadores de situación laboral (%)

<i>Índices</i>	<i>Valor</i>	<i>Pvalor</i>	<i>Error estándar</i>
<i>IML</i>	0.29	0.97	0.018
<i>IPT</i>	0.37	0.93	0.025
<i>IRS</i>	0.23	0.92	0.021
<i>IBLD</i>	0.24	0.90	0.022

Fuente: elaborado con procesamiento de datos de MIP, años 2008 y 2013.

CONCLUSIONES

Se toma en consideración que los valores obtenidos por la aplicación econométrica descrita en el cuadro 5 se desplazan normalmente de 0 a 1; por lo que una participación menor a 0.50 % se considera poco significativa, mientras que a medida que rebasa el punto y se extiende hacia 1, logrará tener un mayor grado de significancia; con ello, los resultados de la formulación del anterior para los 20 sectores de actividad económica refieren para la movilidad laboral, *IML*, 0.29 %, un contexto realmente bajo que presume la falta de formación y capacitación digital en el mercado de trabajo y, por tanto, una especie de freno en la movilidad del trabajador, dado que segmenta las competencias entre quienes tienen este dominio y quienes no; aun cuando la productividad del trabajo, *IPT*, 0.37 %, alcanza un nivel mayor, resultado evidente del cambio tecnológico introducido, puede interpretarse que dicha tecnificación es realmente baja en la economía; por otro lado, el índice de ingresos para el trabajo, *IRS*, 0.23 %, es el menor calculado, obedece sin duda a una elevada heterogeneidad en la dinámica de

cambio técnico entre los sectores de actividad y los mismos puestos de trabajo que acusan una segmentación desigual. Por su parte, el IBLD, 0.24 % calculado, permite asumir que la posibilidad de lograr un bienestar laboral es aún escasa, por una parte, porque las fuerzas de mercado no han posibilitado generalizar de manera equitativa las aplicaciones digitales; por otra, ni la movilidad laboral ni la distribución del ingreso generado por el trabajo permiten una mejora en su distribución.

Ante estas observaciones, es necesario tener en cuenta que la participación de la administración pública puede en efecto orientarse a difundir, profundizar y armonizar la capacitación digital entre los trabajadores y las necesidades de puestos de trabajo de las propias empresas.

La nueva tendencia de integración económica que puede desatar el *nearshoring* como externalidad para el potencial productivo (que puede desatar la potencial demanda y oferta de insumos indirectos y directos de crecimiento) puede y debe ser aprovechada por empresas y gobierno en sus tres niveles institucionales para integrar de manera transversal las necesidades de capitalización digital en las empresas y la propia administración pública, con las posibilidades de adquisición de habilidades digitales por parte de los trabajadores.

ANEXOS

A1.

Síntesis de los modelos de insumo-producto con enfoque de demanda y oferta

Modelo Leontief impulsado por la demanda		Modelo Gosch, impulsado por la oferta
La función de producción es lineal, constituye un modelo explicativo <i>ex post</i> de las relaciones intersectoriales en el conjunto económico, supone que \exists coeficientes técnicos constantes del tipo a_{ij}	$x = A * x + y$	$x' = x'D + v'$
\exists un coeficiente técnico constante, donde productividades marginal y media son constantes también y, por tanto, la función de producción tiene rendimientos constantes a escala	$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}$	$\frac{X_{ij}}{d_{ij} \bar{X}_i}$
Con ello, x , se transforma en una ecuación de coeficientes técnicos, por lo que la ecuación de producción bruta se reescribe como:	$x = Ax + y$	$x' = x'D + v'$
A , presenta la matriz de requerimientos totales, es la proporción en que se demanda cada insumo en la generación de un bien	$(I - A)^{-1} x * y = B \cdot y$	$x' = v'(1 - D)^{-1}$
B es la matriz de Leontief que relaciona la producción de cada sector X_i con la demanda final residente del producto i -ésimo	$B \equiv (b_{ij}) = (I - A)^{-1}$	$D = \hat{x}^{-1} A \hat{x}$ $A = \hat{x} D \hat{x}^{-1}$
Cada elemento b_{ij} de la matriz inversa mide el efecto sobre la industria i -ésima ante un cambio en la demanda final residente. Representan el multiplicador del cambio	$b_{ij} = \frac{\partial X_i}{\partial Y_j} \equiv \frac{dX_i}{dY_j}$	$x' - x' B = v'$
La ecuación solución del sistema x de Leontief se conoce como la matriz inversa de Leontief	$x = (I - A)^{-1} y$	$x' (I - B) = v'$
La matriz inversa de Leontief se considera la matriz de requerimientos totales y demanda final residente, sin importaciones	$(I - A)^{-1}$	$x' = v' (I - B)^{-1}$

Fuente: Schuschny [2005: 15-17]; Ghosh [1958: 58-64].

A2.

Estimación de encadenamientos directos con Leontief y Ghosh, 2013 (%)

Leontief			Sector de actividad económica	Gosh		
Encadenamientos	Hacia atrás LBL	Hacia delante LFL		Hacia atrás LBL	Hacia delante LFL	Encadenamientos
Estratégicas	1.08	0.93	11 - Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	1.26	0.83	Estratégicas
Independientes	0.91	0.93	21 - Minería	1.10	0.92	Estratégicas
Clave	1.12	1.01	22 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	1.36	0.77	Estratégicas
Estratégicas	1.10	0.86	23 - Construcción	0.73	1.11	Impulsoras
Clave	1.21	2.16	31-33 - Industrias manufactureras	0.91	3.67	Clave
Impulsoras	0.91	1.19	43 - Comercio al por mayor	1.20	1.08	Clave
Independientes	0.91	0.84	46 - Comercio al por menor	0.76	1.00	Impulsoras
Estratégicas	1.05	0.99	48-49 - Transportes, correos y almacenamiento	0.87	1.01	Impulsoras
Estratégicas	1.02	0.96	51 - Información en medios masivos	1.04	0.86	Estratégicas
Clave	1.05	1.03	52 - Servicios financieros y de seguros	0.90	1.04	Clave
Impulsoras	0.82	1.12	53 - Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.82	0.80	Independientes
Impulsoras	0.98	1.11	54 - Servicios profesionales, científicos y técnicos	1.43	0.77	Estratégicas
Estratégicas	1.05	0.87	55 - Corporativos	1.70	0.71	Estratégicas
Impulsoras	0.87	1.32	56 - Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	1.54	0.77	Estratégicas
Independientes	0.84	0.75	61 - Servicios educativos	0.66	0.73	Independientes
Estratégicas	1.04	0.75	62 - Servicios de salud y de asistencia social	0.66	0.79	Independientes
Estratégicas	1.03	0.76	71 - Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.71	0.70	Independientes
Estratégicas	1.05	0.83	72 - Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.81	0.80	Independientes
Independientes	0.96	0.84	81 - Otros servicios excepto actividades gubernamentales	0.88	0.73	Independientes
Independientes	0.98	0.75	93 - Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	0.66	0.92	Independientes

Fuente: Inegi [2013b, *Matriz de insumo producto*], Eurostat [2008].

A3.

Multiplicadores de ingreso generado en la economía.
 Periodo 2008 a 2013, relaciones porcentuales (%)

<i>Sector de actividad</i>	<i>Valor agregado bruto</i>	<i>VAB Cambio tecnológico</i>	<i>Carga fiscal</i>	<i>Remuneraciones</i>	<i>Contribuciones sociales</i>	<i>Contribuciones sociales imputadas</i>
11 - Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.02	0.28	0.00	0.17	0.00	0.00
21 - Minería	0.04	0.22	0.09	0.06	0.01	0.02
22 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	0.01	0.20	1.15	0.26	0.03	0.11
23 - Construcción	0.04	0.23	0.36	0.32	0.03	0.04
31-33 - Industrias manufactureras	0.19	0.53	0.62	0.13	0.01	0.02
43 - Comercio al por mayor	0.05	0.31	0.72	0.04	0.00	0.00
46 - Comercio al por menor	0.05	0.31	0.40	0.25	0.02	0.01
48-49 - Transportes, correos y almacenamiento	0.04	0.29	0.18	0.30	0.02	0.02
51 - Información en medios masivos	0.01	0.21	0.39	0.17	0.02	0.01
52 - Servicios financieros y de seguros	0.02	0.29	2.75	0.24	0.03	0.02
53 - Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.07	0.25	0.00	0.02	0.00	0.00
54 - Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.01	0.21	0.14	0.31	0.04	0.02
55 - Corporativos	0.00	0.28	1.45	0.19	0.00	0.08
56 - Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	0.02	0.29	0.08	0.70	0.09	0.06
61 - Servicios educativos	0.02	0.28	0.19	0.89	0.11	0.01
62 - Servicios de salud y de asistencia social	0.01	0.30	0.33	0.80	0.27	0.02
71 - Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.00	0.27	3.39	0.27	0.04	0.01
72 - Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.01	0.25	0.13	0.26	0.03	0.01
81 - Otros servicios excepto actividades gubernamentales	0.01	0.29	0.04	0.40	0.01	0.00
93 - Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	0.02	0.29	1.29	0.98	0.16	0.01
TOTAL	0.57	0.26	0.56	0.29	0.04	0.02

Fuente: Inegi [2008 y 2013], MIP.

A4.

Índices de productividad de los factores de producción (%)

<i>Sector de actividad</i>	<i>Ingreso generado</i>	<i>Excedente de operación</i>	<i>Productividad del capital</i>	<i>Rentabilidad del capital</i>	<i>Población ocupada</i>	<i>Productividad del trabajo</i>
11 - Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	1.38	0.83	0.94	0.10	1.12	1.23
21 - Minería	1.09	0.94	0.85	0.54	1.19	0.91
22 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	0.98	0.73	1.00	-	0.99	0.99
23 - Construcción	1.14	0.68	0.61	2.20	0.84	1.36
31-33 - Industrias manufactureras	2.67	0.35	0.91	0.07	1.46	1.83
43 - Comercio al por mayor	1.54	0.96	0.83	0.72	1.19	1.29
46 - Comercio al por menor	1.54	0.74	0.98	0.09	1.19	1.29
48-49 - Transportes, correos y almacenamiento	1.45	0.70	0.89	0.15	1.19	1.22
51 - Información en medios masivos	1.03	0.83	0.98	0.03	1.08	0.95
52 - Servicios financieros y de seguros	1.45	0.73	1.00	-	1.27	1.14
53 - Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1.26	0.98	0.99	0.09	1.32	0.95
54 - Servicios profesionales, científicos y técnicos	1.04	0.69	0.99	0.02	1.28	0.81
55 - Corporativos	1.38	0.80	1.00	-	1.47	0.94
56 - Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	1.45	0.30	1.00	-	1.37	1.06
61 - Servicios educativos	1.40	0.10	1.00	-	1.11	1.26
62 - Servicios de salud y de asistencia social	1.51	0.20	1.00	-	1.32	1.14
71 - Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1.33	0.70	1.00	-	2.00	0.66
72 - Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1.24	0.74	1.00	-	1.11	1.12
81 - Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1.45	0.60	1.00	-	1.73	0.83
93 - Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	1.47	0.01	1.00	-	1.15	1.27
TOTAL	1.31	0.70	0.81	0.25	1.21	1.08

Fuente: Inegi [2008 y 2013], MIP.

A5.

Indicadores de puestos de trabajo por tipo, como porcentaje en el total

Sector de actividad	PTDRS Puestos de trabajo dependientes de la razón social	PTR Puestos de trabajo remunerados	OT Obreros y técnicos	EMP Empleados	PFTNRD Proprietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados	PNDRS Personal no dependiente de la razón social	PSORS Personal suministrado por otra razón social	PHOCCS Personal por honorarios o comisiones s/ sueldo
11 - Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.38	0.38	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00
21 - Minería	0.82	0.68	0.14	0.02	0.16	0.15	0.00	0.00
22 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	0.95	0.76	0.18	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02
23 - Construcción	0.80	0.74	0.06	0.18	0.02	0.02	0.00	0.00
31-33 - Industrias manufactureras	0.65	0.56	0.09	0.22	0.13	0.12	0.01	0.01
43 - Comercio al por mayor	0.59	0.53	0.06	0.18	0.23	0.21	0.02	0.02
46 - Comercio al por menor	0.38	0.36	0.02	0.53	0.09	0.07	0.01	0.01
48-49 - Transportes, correos y almacenamiento	0.87	0.75	0.12	0.06	0.07	0.06	0.01	0.01
51 - Información en medios masivos	0.63	0.54	0.08	0.03	0.34	0.28	0.06	0.06
52 - Servicios financieros y de seguros	0.61	-	0.61	-	0.39	0.37	0.02	0.02
53 - Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.77	0.63	0.14	0.15	0.08	0.05	0.02	0.02
54 - Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.63	0.42	0.21	0.24	0.13	0.09	0.04	0.04
55 - Corporativos	0.71	0.47	0.25	0.00	0.28	0.27	0.02	0.02
56 - Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	0.94	0.75	0.19	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00
61 - Servicios educativos	0.92	0.21	0.71	0.04	0.04	0.01	0.03	0.03
62 - Servicios de salud y de asistencia social	0.76	0.18	0.58	0.20	0.05	0.02	0.02	0.02
71 - Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.47	0.37	0.11	0.38	0.15	0.12	0.03	0.03
72 - Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.52	0.49	0.02	0.37	0.11	0.10	0.01	0.01
81 - Otros servicios excepto actividades gubernamentales	0.59	0.58	0.01	0.40	0.01	0.00	0.01	0.01
93 - Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-
TOTAL	0.64	0.49	0.15	0.30	0.07	0.06	0.01	0.01

Fuente: Inegi [2008 y 2013], MIP.

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano Morales, M. A. y A. Peralta Díaz [2018], "Desempeño productivo y aprovechamiento sectorial de las tecnologías digitales en la economía mexicana", *Revista de Estudios Políticos y Estratégicos* 6(2), <<https://acortar.link/Yg1Xlo>>, consulta: 3 de enero de 2023.
- Banxico [2022], "México frente a la re-globalización", 11 de noviembre, Banco de México.
- Banxico [diciembre de 2018], "La automatización en México desde una perspectiva regional", Banco de México, <<https://acortar.link/l2lsnl>>, consulta: 18 de marzo de 2023.
- BM [2023], "Datos de libre acceso del Banco Mundial", Washington, D. C., Banco Mundial, <<https://datos.bancomundial.org/>>, consulta: 28 de marzo de 2023.
- Bouchaïn, R. y E. Bravo [2011], "Una estrategia de industrialización basada en las necesidades", México: Seminario internacional de Teoría del Desarrollo, <<https://acortar.link/qIBPZG>>, consulta: 9 de enero de 2023.
- Boundi Chraki, F. [junio de 2016], "Análisis *input-output* de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía mexicana", *Revista Finanzas y Política Económica* 8(1), Bogotá, Colombia, DOI: <<https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.1.4>>, consulta: 19 de febrero de 2024.
- CEDN [2022], "Internet para todos", Gobierno de México, <<https://www.gob.mx/cedn>>, consulta: 4 de enero de 2023.
- Covarrubias, V. A. [2021], "El T-MEC y la tercera generación de arreglos laborales. Los escenarios probables para el trabajo y a industria regional", *Norteamérica, Revista Académica del Cisan-UNAM*, enero-junio, 16(1), DOI: <<https://acortar.link/Tn43Vi>>, consulta: 19 de febrero de 2024.
- Durán Lima, J. E. y S. Banacloche [2021], *Análisis económicos a partir de matrices de insumo-producto*, Santiago de Chile, Cepal (Documentos de Proyectos, LC/TS.2021/177), Cepal, <<https://acortar.link/l0rPbh>>, consulta: 11 de marzo de 2023.
- Eurostat [2020], "Hard-to-fill ICT vacancies: an increasing challenge", París. European Union, febrero de 2020, <<https://acortar.link/SOLUEJ>>, consulta: 12 de enero de 2023.
- Eurostat [2008], *Manual of supply, use and input-output tables*, Luxemburgo, European Commission, <<https://acortar.link/On5Az3>>, consulta: 23 de febrero de 2023.
- Fuentes, N. A. y M. Sastré Gutiérrez [2001], "Evaluación de la congruencia entre economía y gobierno en torno al desarrollo regional de Baja California Sur", México, *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, abril-julio, 32(126): 149-174, <<https://acortar.link/ql-VI3m>>, consulta: 17 de diciembre de 2022.
- Ghosh, A. [1958], "Input-output approach in an allocation system", *Economica* 25(97), 58-64, DOI: <<https://doi.org/10.2307/2550694>>, consulta: 19 de febrero de 2024.

- Hernández Díaz, G. [2012], "Matrices de insumo-producto y análisis de multiplicadores: una aplicación para Colombia", *Revista de Economía Institucional*, enero-junio, 14(26), <<https://acortar.link/nxIDCA>>, consulta: 17 de enero de 2023.
- Inegi [2022a], *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)*, nueva edición, Aguascalientes, México, Inegi, 18 de agosto, comunicado de prensa, 439/22.
- Inegi [2022b], "Oferta y demanda global trimestral. Aguascalientes", Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/temas/ofyd/>>, consulta: 10 de febrero de 2023.
- Inegi [2021], *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH)*, Aguascalientes, México, Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2021/>>, consulta: enero de 2023.
- Inegi [2017a], *Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (Esidet)*, Aguascalientes, México, Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2017/>>, consulta: 18 de enero de 2023.
- Inegi [2017b], *Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (Enpepyt)*. Aguascalientes, México, Inegi, <<https://acortar.link/zBHcx3>>, consulta: 18 de enero de 2023.
- Inegi [2013a], *Encuesta sobre Tecnologías de Información y las Comunicaciones (Entic)*, Aguascalientes México, Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/programas/entic/2013/>>, consulta: 18 de enero de 2023.
- Inegi [2013b], *Matriz de Insumo Producto*, Aguascalientes, México, Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/temas/mip/#Tabulados>>, consulta: 17 de febrero de 2023.
- Inegi [2008], *Matriz de insumo producto (MIP)*, Aguascalientes, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <<https://www.inegi.org.mx/programas/mip/2008/>>, consulta: 17 de febrero de 2023.
- López Galván, Á. [2021], *Análisis de la Estrategia Digital Nacional, 2013-2018. Propuestas para su optimización*, México, Instituto Nacional de Administración Pública (INAP), <<https://acortar.link/IUBfxQ>>, consulta: 11 de marzo de 2023.
- Manzanares Cervantes, M. [2021], *La inserción del sector manufacturero mexicano en la economía mundial*, México: FE-UNAM.
- Mendoza Sánchez, M. Á. [2020], "Interdependencia económica en la estructura productiva de Sonora 2013: un enfoque de insumo producto", *Revista de Economía*, 37(94): 9-34, <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=674070986001>>, consulta: 10 de 03 de 2023.
- Miller, R. E. [2009], *Input-output analysis. Foundations and extensions*, Cambridge University Press, <<http://digamo.free.fr/io2009.pdf>>, consulta: 7 de enero de 2023.
- Minian, I. y Á. Martínez Monroy [octubre-diciembre de 2018], "El impacto de las nuevas tecnologías en el empleo en México", *Problemas del Desarrollo*, 49(195): 27-53, DOI: <<https://acortar.link/c2HqQx>>, consulta: 19 de febrero de 2024.
- Oropeza García, A. C. [2019], *China, BRI o el nuevo camino de la seda*, México, IJ-UNAM/Concamin/Idic.

- Pérez, C. [1985], "Microelectronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries", *World Development*, 13(3), 441-463, <<https://acortar.link/RBOG3>>, consulta: 9 de diciembre de 2022.
- Pino Arriagada, O. y W. Illanes Hidalgo [2002], "Análisis exploratorio de los coeficientes de Rasmussen para la economía regional, mediante la utilización de tablas input-output para la economía chilena, base 1996", *Theoria*, 11(1): 69-76, <<https://acortar.link/ePAL0D>>, consulta: 18 de enero de 2023.
- PNUD [2015], *Boletín de la Tendencia Laboral del Desarrollo Humano*, núm. 6, Nueva York, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, <<https://acortar.link/tIXDSg>>, consulta: 27 de marzo de 2023.
- Rodríguez-Oreggia, E. y L. Silva Ibaguren [2009], "Construcción de un índice de condiciones laborales por estados para México", *Gestión y Política Pública*, enero, XVIII (1): 149-179. <<https://acortar.link/hdsMiW>>, consulta: 27 de marzo de 2023.
- San, G.; T.-C. Huang y L.-H. Huang [2006], "The establishment and application of a labor quality index: The case of Taiwan's manufacturing industry", *Social Indicators Research*, 79(1): 61-96, <<https://www.jstor.org/stable/27522628>>, consulta: 27 de marzo de 2023.
- Schuschny, A. R. [2005], *Tópicos sobre el modelo de insumo producto: teoría y aplicaciones*, Santiago Cepal, Serie Estudios estadísticos y prospectivos 37, <<https://acortar.link/9Pp7vd>>, consulta: febrero de 2023.
- Stiglitz, J. S.-P. [2009a], "Informe de la Comisión sobre la medición del desarrollo económico y del Progreso social", París, Comisión Sarkozy, septiembre, <<https://acortar.link/lvxulP>>, consulta: 25 de marzo de 2023.
- Stiglitz-Sen-Fitoussi [2009b], "El informe Stiglitz-Sen-Fitoussi: una iniciativa para mejorar la métrica del crecimiento económico y del progreso social", París, septiembre, <<https://acortar.link/rJtwoF>>, consulta: 13 de marzo de 2023.

7. Economía digital y pobreza. Programas sociales: ¿disminuyen la brecha digital?

*Florentino Bernardo Ramírez Pablo
Araceli Olivia Mejía Chávez
Verónica Ofelia Villarespe Reyes*

INTRODUCCIÓN

Con la publicación, en la década de 1990, del libro *The digital economy: promise and peril in the age of networked intelligence* de Don Tapscott, el término “economía digital” ocupa un lugar importante en la discusión sobre el desarrollo económico impulsado en el uso de tecnologías de la información en los procesos de producción, mercadeo y consumo. En la economía digital los activos intangibles, como es la propiedad intelectual, son cada vez más valiosos y, por tanto, un rubro fundamental en la conformación financiera y creación de valor en las grandes corporaciones; la industria se ha transformado con la innovación de productos, y el sector de servicios es cada vez más digital como la banca, la educación, las plataformas digitales, etcétera. El impulso de la Economía Digital al crecimiento económico y al aumento en el producto interno bruto (PIB), por medio de ecosistemas de ciencia, tecnología e innovación (CTI), permite un mayor bienestar y calidad de vida de la población.

Sin embargo, la población que se encuentra en situación de pobreza suele estar excluida o marginada de los beneficios que genera la economía digital; por ello, la política pública y los programas contra la pobreza contemporáneos están redirigiendo objetivos para incorporar elementos que permitan a la población pobre acceder a los beneficios de la tecnología y puedan participar en la economía digital; basados en incentivar y aumentar el capital humano para la reducción de la pobreza y mejorar las oportunidades de inserción en el mercado laboral y cerrar en lo posible la brecha digital,¹ en la tesitura de que

¹ De acuerdo con Naciones Unidas, “el concepto de ‘brecha digital’ ha evolucionado en el curso de los años y se define generalmente como una cuestión social vinculada con la diferente cantidad

los mercados laborales están cambiando adaptándose de acuerdo a las nuevas realidades que la tecnología instaure. Así, el discurso sobre la manera de enfrentar la pobreza se va modificando y con ello también cambia el enfoque de los programas contemporáneos de combate a la pobreza, de asistencialista a transitar a una visión de desarrollo de capacidades y habilidades de los pobres, requeridas para poder participar completamente de la economía, incluyendo por supuesto participar en la economía digital, dentro de la lógica del mercado, permitiendo que los beneficiarios de dichos programas logren superar la situación de pobreza en la que se encuentran.

POBREZA

En el glosario del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval),² se considera que:

una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (de los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias [Coneval, <<https://acortar.link/6b25k>>].

La pobreza también es considerada como la condición en la que se encuentran las personas que carecen de la libertad para resolver su presente y de elegir su futuro, teniendo como consecuencia un nivel de vida con profusas y permanentes privaciones [Foster *et al.*, 2013].

Las acciones para ayudar o dar alivio a los pobres tiene sus raíces³ en la caridad cristiana,⁴ en una mirada histórica de las diversas concepciones sobre la pobreza y de cómo las

de información de las personas según tengan o no acceso a la sociedad de la información y a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)", véase <www.un.org>, consulta: 14 de abril de 2023.

² El Coneval es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal de México, con autonomía y capacidad técnica para generar información objetiva sobre la situación de la política social y la medición de la pobreza en México, que permita mejorar la toma de decisiones en la materia, <<https://acortar.link/YSpf9G>>.

³ La caridad se estableció, en la Europa de los siglos III al VI, como uno de los principales conceptos cristianos para proveer alivio a los pobres. Véase Mollat [1988].

⁴ Según san Pablo (1 Cor, 13,13), la caridad es la más importante de tres virtudes teológicas: esperanza, fe y caridad [Enciclopedia católica online, 2023].

sociedades occidentales han enfrentado el problema; vemos la prevalencia de la concepción cristiana a lo largo del tiempo. El concepto de “alivio a los pobres”, según la época histórica, ha incluido la caridad, la beneficencia y la asistencia pública; es en el siglo *xvi* que inicia de manera gradual, a la par de los cambios económicos, sociales, políticos e ideológicos, el traslado de la responsabilidad de dar alivio a los pobres: de la Iglesia a las autoridades e instituciones civiles. En los albores del siglo *xvii* (1601), las Leyes de Pobres inglesas se convierten en un primer sistema nacional para socorrer a los pobres [Spicker *et al.*, 2009].

Los cambios en la estructura económica es una constante desde el comienzo de la historia de la humanidad, la velocidad de los cambios económicos ha estado relacionada con las innovaciones y la aplicación de nuevas tecnologías, iniciando un proceso más rápido en el siglo *xvi* con la instalación del mercantilismo, acelerándose desde el siglo *xviii* con la llamada Revolución Industrial; y, en las últimas décadas, la aplicación de tecnologías digitales han llevado a la economía digital como el nuevo paradigma.

En Inglaterra, durante la segunda mitad del siglo *xviii*, se desarrollaron los cambios tecnológicos que marcaron la Revolución Industrial, experimentando un crecimiento económico causado por las innovaciones aplicadas en su naciente industria, expandiendo ese modelo por todo el orbe, primero en Europa continental, después en Norteamérica y Japón. En el siglo *xx*, la antigua Unión Soviética, primero, y después Singapur, Corea del Sur y China experimentaron un rápido proceso de industrialización.

El uso de nueva tecnología a finales del siglo *xviii* contribuyó a producir mayor riqueza, pero al mismo tiempo, favoreció a acrecentar la desigualdad. Al paso que la Revolución Industrial se esparcía en el mundo, también se acentuaba la desigualdad y la pobreza tanto entre países como dentro de cada nación. Esas desigualdades en parte se deben a la capacidad de adaptación tecnológica de la estructura productiva de cada sociedad. Conforme la desigualdad crecía, la pobreza se tornó más profunda y a la vez diferente, pues la pobreza cambiaba de rural a urbana. Al cambiar el contenido de la pobreza, la manera de abordarla también lo hizo.

Los cambios tecnológicos, económicos, demográficos, políticos e ideológicos que acontecieron en el siglo *xviii* afectaron a los pobres más que a ninguna otra clase, haciendo su pobreza más notoria, más controvertida y menos “natural” que antes. También cambiaron alrededor de la pobreza, ideas, actitudes, creencias, percepciones y valores; pues con anterioridad a la Revolución Industrial a la pobreza se la consideraba como una situación natural, quizá desafortunada y trágica, pero no degradante. Dicha situación era parte de la sociedad misma y, a lo sumo, se aspiraba a una sociedad en la que los pobres tuvieran una situación moral legítima y segura. Como la pobreza era natural, también lo era la ayuda a los pobres. Conforme se desarrollaba la Revolución Industrial, la pobreza se empezó a señalar como problema social.

PREOCUPACIÓN POR LA POBREZA

En Inglaterra, las llamadas Leyes de Pobres estuvieron vigentes tres siglos y medio, de 1601 a 1948, dichas leyes se modificaron significativamente en 1834 llamándose las nuevas Leyes de Pobres; a principios del siglo xx se aprueban varias leyes que se conocerían como reformas liberales de bienestar; estas reformas dejaron obsoletas a las Leyes de Pobres y, finalmente en 1948, la Ley de Asistencia Nacional derogó las Leyes de Pobres. En tanto, Alemania en las dos últimas décadas del siglo xix establecerá las bases de lo que será la política social en relación con el tratamiento o atención al problema de la pobreza.

En la segunda mitad del siglo xx, la política social en el mundo se caracterizó por el llamado Estado de Bienestar que se fortaleció con un Estado que intervenía activamente en la economía y que trataba de mitigar los efectos del ciclo del mercado laboral. Naciones Unidas, Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (FMI)⁵ adquirieron una función central en promover e instrumentar las políticas y/o programas para aliviar o reducir la pobreza en el mundo, homogeneizando dichos programas en los cinco continentes.

PROGRAMAS CONTRA LA POBREZA

Para incidir en la reducción de la pobreza y de las privaciones humanas, Naciones Unidas impulsa la agenda de lucha contra la pobreza y establece un amplio programa de desarrollo humano. En 1990, se formularon las Metas de Desarrollo; en el año 2000, 147 jefes de Estado firmaron la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas. En dicha Declaración, se plantearon los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) que se fijaron para fomentar el desarrollo humano; teniendo como prioridad ocho metas, la primera de ellas fue erradicar la pobreza y el hambre.

El 25 de septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. La Agenda es la fase siguiente a la Declaración del Milenio y establece como principal objetivo la erradicación de la pobreza en todas sus formas y dimensiones. Por lo que, en 2018, el secretario general establece un Equipo de Tareas sobre la Financiación Digital con el objetivo de avanzar en el entendimiento y aprovechamiento de las finanzas digitales para convertir al sector tecno-financiero en un aliado en el financiamiento para la superación de la pobreza.

⁵ El Banco Mundial junto con el Fondo Monetario Internacional (FMI) son agencias especializadas de las Naciones Unidas que forman parte del sistema de la Organización de Naciones Unidas (ONU). Estas agencias colaboran y se complementan entre sí para alcanzar el objetivo de mejorar el nivel de vida en los países miembros y disminuir/erradicar la pobreza.

Con la agenda internacional de la lucha contra la pobreza, las políticas públicas de los países se han centrado en lograr las metas que establece la Agenda 2030. Sin embargo, los esfuerzos para la erradicación de la pobreza deben relacionarse con otros elementos para conseguir que la población pobre obtenga suficientes ingresos propios. En ese sentido, el Banco Mundial en el informe “El dinero de las personas: aprovechar la digitalización para financiar un futuro sostenible”, considera que:

la economía digital puede tener un efecto transformador en el desarrollo sostenible para empoderar a los ciudadanos como ahorradores, prestamistas, prestatarios, inversionistas y contribuyentes. Estas prioridades están representadas colectivamente por los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la agenda compartida adoptada por todas las Naciones Unidas [Banco Mundial, 2020].

El diseño de los programas de lucha contra la pobreza se configuró en torno a las Transferencias Monetarias Condicionadas (TMC) y se encuentra bajo la lógica de acrecentar el capital humano de los pobres. Los programas están dirigidos a los hijos de las familias pobres; con ello se busca romper el círculo vicioso de la pobreza. Este diseño se realiza en 1990, cuando el Banco Mundial cambia su visión para erradicar la pobreza y propone la instrumentación de los programas basados en las TMC [Banco Mundial, 1990].

Los programas de las TMC se insertan en la apreciación construida con base en los planteamientos elaborados por Milton Friedman, Friedrich von Hayek y Gary Becker, con respecto a la manera de abordar el problema de la pobreza, así como la ayuda hacia los pobres; enmarcado en la concepción neoliberal, la cual ha señalado de manera significativa el rumbo a seguir en el mundo y, en particular, en América Latina.

En México, durante la década de 1980, tuvieron lugar diversas reformas económicas que a la postre mostraron un cambio de modelo económico. En esa década, la focalización se utilizó para organizar el gasto público, en especial, el de la política social. La focalización se vio como un instrumento para lograr que los más necesitados disfrutaran de los beneficios de los programas sociales. Así, el Estado reduce su acción y establece un modelo para combatir la pobreza con programas basados en las TMC.

A principio de siglo XXI, a los programas basados en transferencias monetarias condicionadas e inversión en capital humano se agrega un nuevo elemento: la creación de oportunidades. Con esto se pretendió que los pobres adquirieran la propiedad de activos, favorecer su inclusión en el mercado para que, entonces, sus ingresos aumentaran.

El *Informe sobre el Desarrollo Mundial, 2000/2001: lucha contra la pobreza. Panorama general* establece que “la creación de oportunidades —mediante la adopción de medidas que estimulen el crecimiento económico, consigan unos mercados más

atentos a las necesidades de la población pobre e incrementen sus activos— es un factor clave para el alivio de la pobreza” [Banco Mundial, 2001: 1].

El discurso en el combate a la pobreza destaca la necesidad de igualar las oportunidades de todas las personas, en especial de los pobres. Se habla de la necesidad de realizar acciones específicas, acorde con las políticas macroeconómicas para estimular el crecimiento de los mercados y que los pobres disfruten de los beneficios del crecimiento económico, aumentar sus activos y sus ingresos. Para ello, habrá que aprovechar la potencialidad de las instituciones económicas, promover mercados y la inclusión financiera, estimular la innovación tecnológica y la inversión en capital humano.

Para el Banco Mundial, la inclusión financiera es un factor clave para la reducción de la pobreza, considera que es un elemento que propicia siete de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y, se refiere al acceso que las personas, de acuerdo con sus necesidades, deben tener a los productos y servicios financieros, tales como ahorro, seguros, crédito, etcétera; es decir, que los pobres accedan a un sistema financiero regulado de manera adecuada y alejarlos del uso de instrumentos financieros informales. Por ejemplo, durante la pandemia las transferencias de dinero digitales ayudaron a superar las limitaciones tradicionales de los más vulnerables.

El Banco Mundial presenta el desafío de que las familias pobres accedan a algún instrumento financiero formal y que lo utilicen con educación financiera, por ello se promueve la implementación de programas de inclusión financiera en todo el mundo. El acceder a un sistema financiero formal puede proporcionar a los pobres la obtención de créditos, en específico microcréditos para emprender un micronegocio para aumentar sus ingresos y activos. Sin embargo, para financiar los programas contra la pobreza que incluyen el microcrédito, es necesario que el Estado intervenga, lo cual presenta otro desafío, sobre todo para la región de América Latina, que es procurar obtener una adecuada recaudación que permita aumentar los recursos y presupuestos dirigidos a programas orientados a la disminución de la pobreza y la desigualdad.

Con el fin de lograr una mayor financiación de los ODS de la Agenda 2030, el Equipo de Tareas sobre la Financiación Digital considera que se puede aprovechar la digitalización en:

Armonizar los ingentes recursos financieros que fluyen a través de los mercados mundiales de capital con los ODS. Aumentar la eficacia y la rendición de cuentas de la financiación pública, que representa una parte considerable de la economía mundial. Canalizar los ahorros domésticos agregados digitalmente hacia la financiación para el desarrollo a largo plazo. Educar a los ciudadanos para que aprendan a vincular sus gastos de consumo con los ODS. Potenciar la financiación que se destina al sector de las pequeñas y medianas empresas, un importante generador de empleo [ONU, 2020].

La financiación de los ods es crucial para aumentar el capital humano por medio de la educación; de los programas de transferencias monetarias que permiten el aumento del ingreso, e incentivar proyectos productivos de personas pobres otorgando microcréditos. Para lo anterior, es necesario que la política fiscal en América Latina desempeñe el papel de redistribución que se requiere y, la prioridad de avanzar en la digitalización de la región.

CONCLUSIONES

Las revoluciones industriales/tecnológicas han causado cambios de paradigmas económicos, la economía digital puede facilitar las herramientas para empoderar a las personas, pero sin los programas adecuados que permitan la inclusión de los pobres, esas mismas herramientas ahondarán con rapidez la exclusión de un mayor grupo de población de ejercer plenamente su potencial económico.

Los programas contra la pobreza deberán tener un efecto positivo, proveyendo en las personas pobres las capacidades requeridas en la era de la economía digital, pues de no suceder, a las privaciones que históricamente han padecido quienes han sido excluidos de la economía habrá que sumarles las privaciones digitales; es decir, la brecha se ampliará de manera más rápida que en el pasado. Así, el acceso a la educación aumenta la posibilidad de obtener mejores ingresos, pues sin educación las posibilidades de aprovechar las nuevas tecnologías se desvanecen, al igual que las posibilidades de desarrollarse, recibir salarios mejores y escalar a una posición económica fuera de la pobreza.

La transferencia tecnológica, mediante acuerdos y apoyos internacionales, a países menos desarrollados para realizar proyectos en aras de constituir una sociedad de la información con una tecnología digital vanguardista es condición necesaria para aprovechar la tecnología de información y obtener resultados favorables, tanto económicos como sociales, en la población. Las empresas podrían mejorar los procesos productivos, tener mayores oportunidades de negocios y ofrecer empleos estables y mejor remunerados.

Se requieren mayores y mejores conexiones a internet, con la condición indispensable de que toda la población tenga acceso a la red, pues entre menor es el porcentaje de acceso se corre el riesgo de ensanchar las desigualdades existentes entre grupos y clases sociales, la pobreza puede profundizarse o expandirse.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial [2020], *People's money: harnessing digitalization to finance a sustainable future*, Bangladesh, Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible.

- Banco Mundial [2001], *Informe sobre el desarrollo mundial, 2000/2001: lucha contra la pobreza. Panorama general*, Washington, The World Bank.
- Banco Mundial [1990], *World Development Report 1990: Poverty*, Washington, The World Bank.
- Cepal [2022], *Un camino digital para el Desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe* [LC/CMSI.8/3], Santiago.
- Enciclopedia católica online* [2023], "Caridad", <<http://ec.aciprensa.com/wiki/Caridad>>, consulta: 22 febrero de 2023.
- Foster, J.; S. Seth, M. Lokshin y Z. Sajaia [2013], *A unified approach to measuring poverty and inequality. Theory and practice*, Washington, The World Bank.
- Mollat, M. [1988], *Pobres, humildes y miserables en la Edad Media: estudio social*, México, FCE.
- ONU [2020], "La economía digital permite a los ciudadanos controlar sus finanzas y contribuir al desarrollo sostenible", 26 de agosto, <<https://news.un.org/es/story/2020/08/1479512>>.
- Perrota, C. [1999], "La disputa sobre los pobres en los siglos XVI y XVII: España entre desarrollo y regresión", *Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*, 37: 95-120.
- Spicker, P.; S. Álvarez Leguizamón y D. Gordon (eds.) [2009], *Pobreza: un glosario internacional*, Pedro Marcelo Ibarra y Sonia Álvarez Leguizamón (trad.), 1ª ed., Buenos Aires, Clacso.
- Tapscott, D. [1996], *The digital economy: Promise and peril in the age of networked intelligence*, Nueva York, McGraw-Hill.
- Villarespe, V. (coord.) [2010], *Pobreza: concepciones, medición y programas*, México, IIEC-UNAM.
- Villarespe, V. [2002], *Pobreza: teoría e historia*, México. Casa Juan Pablos/IIEC-UNAM.
- Yunus, M. [2008], *El banquero de los pobres: los microcréditos y la batalla contra la pobreza en el mundo*, Barcelona, Paidós.

8. Situación y desafíos de la educación pública mexicana en la era digital

Rosa Iris Guevara González

INTRODUCCIÓN

El trabajo analiza la situación de la educación pública nacional en la era digital, a partir del surgimiento de la pandemia de covid-19, que evidenció las severas carencias de la educación a distancia en México. El análisis se sitúa en el contexto de la relevancia de la economía digital en la actual etapa de desarrollo de la economía capitalista, en la cual el sector electrónico informático transformó las relaciones económicas y de acceso a la comunicación y la información en todos los ámbitos económico-sociales, entre ellos el educativo.

El trabajo parte del contexto socioeconómico de la población nacional, que ya en el año 2020 tenía serias carencias: “52.8 millones de personas se encontraban en situación de pobreza y 29.3 % era vulnerable por carencias sociales” [Coneval, 2020]. Esta situación se agravó por la pandemia, que afectó más a los sectores sociales con mayores carencias socioeconómicas.

Durante la crisis de la covid-19, la educación pasó de presencial a remota expresando crudamente las condiciones materiales de la población, al evidenciar las características de los hogares en cuanto a: condiciones de las viviendas; infraestructura y equipamiento digital. Asimismo, la ubicación de las viviendas (urbano-rural), lo cual condiciona la conectividad. La difusión de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) es social y territorialmente muy desigual, incluso al interior de las grandes ciudades mexicanas. La pandemia puso en evidencia y profundizó la brecha educativa y digital. El acceso a internet no abarca todo el país, amplios sectores de la población no tienen posibilidades de adquirir una computadora o un teléfono celular con capacidad adecuada para conectarse y con “crédito” suficiente. A las limitaciones de conectividad, hubo que agregar la

inexperiencia de profesores para enseñar en línea y las dificultades de las alumnas y los alumnos para aprender a distancia, si es que disponían de los dispositivos digitales.

Así, el retraso educativo que ya presentaba México en el año 2019 se profundizó con la educación digital, ya que tanto los estudiantes como el magisterio ejercían y conocían la educación presencial pero no a distancia. Aunque conviene resaltar el avance que se dio en el uso de las TIC a partir de la pandemia. Por lo que en la actualidad uno de los retos para la educación pública es recuperar el nivel de conocimientos previos a la pandemia y avanzar en el manejo más equitativo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, para lo cual se requiere un conjunto de políticas públicas, entre ellas el financiamiento público para dotar de la infraestructura necesaria a las zonas más pobres y distantes del país, así como instalar equipos de cómputo en los espacios educativos públicos que concentran 85 % del total de la matrícula.

ANTECEDENTES

En el año 2020, con el surgimiento de la pandemia del coronavirus, fue necesario enviar a sus hogares a cerca de 1 400 millones de estudiantes en todo el mundo, con el fin de disminuir los contagios por el virus SARS-COV-2 causante de la pandemia de covid-19. Para poder continuar con la educación, fue necesario impartir y recibir educación a distancia. El atraso de la educación digital se hizo evidente en varias regiones del mundo.

En México, la pandemia llegó en febrero de 2020 y desde el 23 de marzo de dicho año se cerraron las escuelas en todos los niveles educativos, con lo cual se desmovilizó a más de 40 millones de personas. El sistema educativo nacional tenía, en el año 2020, 37.7 millones de estudiantes, 2 millones de docentes y 999 835 trabajadores adscritos a la educación.

Para contener la pandemia, se planteó la denominada Estrategia Nacional de Sana Distancia, con la cual se cerraron muchas actividades económicas y educativas presenciales, situación que contribuyó a profundizar las carencias de una parte importante de la población.

Con el cierre de las escuelas, se contribuyó a esta estrategia para tratar de frenar los contagios, sacando de circulación a las personas que formaban parte del sistema educativo nacional (SEN).

Desde el 20 de abril del año 2020, la Secretaría de Educación Pública (SEP) puso en marcha el programa Aprende en Casa, mediante el cual los alumnos de preescolar a educación media podrían recibir sus clases por medio de varios canales de televisión o de internet. En educación superior se utilizaron distintas plataformas digitales para impartir educación.

Como ya mencionamos, antes de la pandemia la educación era fundamentalmente presencial, por lo que fue necesario aprender un nuevo tipo de educación.

IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN DIGITAL

La transformación informática tiene sus inicios en los años setenta del siglo xx. Como nos señala Dabat:

El despliegue de la tecnología electrónica y de las telecomunicaciones dio lugar al capitalismo informático —o informacional— global, al transformar tanto la dinámica como la base espacial de la producción y la acumulación mundial del capital, además de ampliar la interacción comunicativa del mundo en tiempo real [Dabat, 2022: 26-27].

La nueva etapa histórica de desarrollo del capitalismo se basó, entre otros factores, en el despliegue de las tecnologías más recientes, como la computadora, la internet y el complejo electrónico-informático [Dabat, 2022].

Con la computadora personal, se transformaron las formas de producción, la organización del trabajo y la vida social, cultural y educativa. Motivo por el cual “Los artículos electrónicos y de comunicación digital pasaron a ser el sector productivo dominante, que llamaremos ‘sector electrónico informático’ (SE-I)” [Dabat y Ordóñez, 2009], sector que se convierte en un nuevo sector productivo fundamental para la economía global.

Esta revolución tecnológica permitió salir de la depresión económica mundial de los años setenta y ochenta del siglo xx y creó nuevas necesidades de capacitación y educación de la población.

El acceso a estas nuevas tecnologías transformó la economía y la sociedad mundial. La economía digital está estrechamente vinculada con el desarrollo de las fuerzas productivas de cada país, así como con las características de las políticas públicas y la distribución de la riqueza de cada nación, por lo que su influencia es muy desigual en las distintas regiones del planeta y en la sociedad.

Antes de la pandemia, los países líderes de la economía digital se concentran, liderados por Estados Unidos, en 10 economías¹ que explican el “91 % de las patentes y el 70 % de las exportaciones” [Sandoval, 2023: 121], seguidas por un segundo grupo de 40 economías de desarrollo medio y el resto de los países que están rezagados.

Las tecnologías digitales están en manos de unos cuantos monopolios intelectuales que se han apropiado del conocimiento social, controlando los derechos de propiedad.

¹ Estados Unidos, Japón, Alemania, China, Taiwán, Francia, Suiza, Reino Unido, República de Corea y los Países Bajos.

La digitalización "...no sólo implica la producción de intangibles, sino, además, la capacitación para generar, acopiar, sistematizar, y analizar datos, produciendo información y conocimiento en un proceso de valorización. Información y conocimiento como bienes y servicios finales o intermedios, como mercancías" [Sandoval, 2023: 123].

Las *empresas plataforma* controlan la economía digital, las cuales se sustentan en sistemas informáticos para la organización de las tareas y el control de los trabajadores. Son "monopolios intelectuales, y responden a la apropiación privada del conocimiento que resultan en activos intangibles que producen rentas" [Sandoval, 2023: 123].

Con respecto al tema educativo, podemos señalar que las empresas de plataforma requieren nuevas capacidades de la fuerza de trabajo, las cuales deben iniciarse desde la escuela, e inversión en infraestructura: en electricidad, fibra óptica e internet para permitir la conectividad. Esta inversión para la conectividad en la educación pública, en países como México, tiene que realizarla el Estado para que sea accesible a la mayoría de la población.

La importancia de la educación digital se basa en que permite la adquisición de información y conocimientos, acordes con las necesidades actuales, e inicia a los niños y a los jóvenes en el aprendizaje de habilidades que les serán útiles a lo largo de su vida y para su incorporación al mercado laboral.

CRISIS SANITARIA Y USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Al iniciar la pandemia buena parte de la población nacional tenía serias limitaciones de conectividad, en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) se mostraba que un año antes de la pandemia de covid-19, 96 % de los hogares de México recibía señal de televisión digital, mientras que sólo 56.4 % de los hogares tenía acceso a internet y únicamente 44.3 % contaba con una computadora. Asimismo, del total de usuarios de internet, 10.7 % tenía que salir de su hogar para acceder a este servicio [Inegi, 2019: 60]. La conectividad mediante teléfonos inteligentes es una alternativa complementaria muy difundida entre los jóvenes, pero con limitaciones, dependiendo del tipo de teléfono que se utilice y del sistema de pagos del mismo. Desde 2015, había caído la compra de computadoras y se incrementó la compra de teléfonos inteligentes crecientemente encargados de la conexión a internet.

Existen regiones del país donde la conectividad es muy deficiente, y los estudiantes tuvieron serios problemas para continuar con su educación. Si tomamos en cuenta la infraestructura para la conectividad considerando: cobertura, acceso y calidad, el índice para la ciudad de México es de 85 *versus* 15 del estado de Chiapas, que es uno de los estados más pobres del país.

Conviene recordar que México es un país territorialmente extenso y regionalmente diverso, con una fuerte concentración de la riqueza, con más de 50 % de la población en pobreza y pobreza extrema, la cual se agudizó con la crisis sanitaria.

Con la Estrategia de Sana Distancia, se cerraron muchas actividades económicas presenciales, situación que contribuyó a profundizar las carencias de una parte importante de la población.

Según el Banco Mundial: “los efectos de la covid-19 en la educación no se limitan a cuestiones de salud pública, sino también afectan su entorno económico. La crisis sanitaria provocó pérdidas de empleos y reducciones de ingresos en los hogares, lo que los colocó en un estado de presión financiera” [Banco Mundial, 2020].

Esta disminución de ingresos en los hogares contribuyó, entre otros factores, al abandono escolar: “738 mil estudiantes no pudieron concluir el ciclo escolar 2019-2020, y 5.3 millones no se inscribieron al ciclo escolar 2020-2021, de los cuales 2.3 fue por razones directamente relacionadas con la Covid-19 y 2.9 por cuestiones económicas” [Vila Juárez, 2021: 60].

También se ha dado una transferencia de alumnos de escuelas privadas a instituciones educativas públicas, ya que muchos padres de familia ya no cuentan con los recursos suficientes para pagar las colegiaturas de sus hijos. Desde que inició la pandemia, 398 000 estudiantes habían dejado la educación privada por falta de recursos, lo cual se evidenció en agosto de 2021 con el inicio del nuevo ciclo escolar. Al decir del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Inegi), también ha habido alumnos que se cambian a educación privada.

Existen evidencias de que la educación a distancia ha influido negativamente en los alumnos más pobres, quienes no disponen de recursos para acceder a educación a distancia y/o que habitan en las regiones con más carencias del país, en las que escasean o faltan servicios de internet, o donde incluso la señal televisiva es de mala calidad. Así como a los profesores que tuvieron que cambiar sus formas tradicionales de impartir clase frente a grupo y que no tenían ni conocimientos ni recursos para impartir clases a distancia.

Ya indicamos que, en el año 2020, de los estudiantes de todos los niveles educativos, 85 % estaba inscrito en el sistema público de educación. Como ya mencionamos, muchos de los estudiantes de instituciones públicas de educación provienen de familias de bajos ingresos, carecen de una buena computadora, cobertura de internet o un buen celular con suficiente crédito para poder cursar sus clases en línea; estos alumnos son los que tuvieron graves desventajas para continuar sus estudios. Al mismo tiempo, como ya se señaló, muchos profesores no tenían las habilidades ni la formación para impartir clases a distancia. Por este motivo, la pandemia obligó a los estudiantes y a los docentes a aprender a marchas forzadas.

Además de la brecha digital, muchos niños y niñas enfrentan problemas de aprendizaje debido a que no contaron con el acompañamiento de un adulto que supervisara sus actividades académicas, 40 % de los alumnos y alumnas tiene padres que trabajan fuera del hogar (incluso durante la pandemia) y, por tanto, no pueden supervisar los estudios de sus hijas o hijos.

Muchos jóvenes han tenido que trabajar para apoyar a su familia ya sea porque sus padres enfermaron o perdieron el empleo, o porque algún miembro de la familia falleció.

Para poder continuar la educación a distancia, las familias tuvieron que gastar en computadoras, celulares, tabletas, internet, televisores, o adecuaciones de espacios del hogar para estudiar o trabajar, así como comprar mobiliario como pupitres, sillas, mesas, etcétera.

De acuerdo con una encuesta realizada por el Inegi, el porcentaje de la población de 3 a 29 años inscrito en el ciclo escolar 2019-2020 utilizó los siguientes aparatos o dispositivos electrónicos para realizar sus actividades escolares o clases a distancia: 65.7 % usó teléfono inteligente; 18.2 %, computadora portátil; 7.2 %, computadora de escritorio; 5.3 %, televisión digital; y 3.6 %, tabletas [Inegi, 2020].

La educación a distancia también resultó onerosa para los profesores, quienes tuvieron que adquirir equipo para dar sus clases y aprender a impartir lecciones virtuales.

La covid-19 no sólo afectó la salud física de la población sino también la salud mental de sectores importantes de la población o la economía.

Asimismo, aumentó el trabajo doméstico, que recayó sobre todo en las mujeres, quienes tenían que realizar su trabajo además de apoyar a las niñas, los niños y jóvenes que permanecían en casa. Los hogares se convirtieron en salones de clases o en centros de trabajo; así, las madres y los padres tuvieron que supervisar las labores escolares y continuar con sus trabajos remunerados.

Dadas las características socioeconómicas de la mayor parte de la población en México, las viviendas no cuentan con espacios suficientes para realizar trabajos de oficina o educativos, por lo que resultó complejo poder trasladar la escuela u oficina al hogar.

Para muchos estudiantes, que carecen de espacios suficientes en casa, la escuela constituye el ámbito donde es posible aprender, socializar y disfrutar de espacios de convivencia que no tienen en casa.

Aunque conviene reconocer que, a pesar del rezago escolar producto de la pandemia, con la Estrategia de Sana Distancia se lograron disminuir los contagios de covid-19 resguardando a los estudiantes y sus familias.

USO DE LAS TIC EN LA ACTUALIDAD

Según la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) correspondiente al año 2021, en el país había 88.6 millones de personas usuarias de internet, 75.6 % de la población mayor de seis años.

Destaca en la información de esta encuesta el cambio de uso de internet; antes de la pandemia, el internet se usaba en México fundamentalmente para comunicarse o para acceder a redes sociales. Luego de la emergencia sanitaria, y con el cierre de las escuelas y algunas actividades económicas, se incrementó el uso de internet para educación y capacitación en 83.1 por ciento.

La distribución del uso de TIC varía mucho en función del nivel socioeconómico y en las distintas regiones del territorio nacional. “Los estados con mayor porcentaje de hogares con internet fueron Sonora (86.2), Ciudad de México (85) y Baja California (79.1). Los estados con porcentajes más bajos fueron: Chiapas (30.8), Oaxaca (39.0) y Veracruz (51.1)” [Inegi, 2022].

A raíz de la pandemia, los usuarios de internet que acceden desde su hogar aumentaron significativamente, del año 2019 al 2021, de 19.7- 24.3 millones de usuarios, es decir, 8.6 % [Inegi, 2022], mientras que quienes acceden al internet fuera de su hogar disminuyeron en 4 puntos porcentuales. En los usos de las TIC durante la pandemia, se puede observar un aumento en la realización de actividades laborales por medio de computadoras y de internet; en cuanto a labores escolares, se observó un incremento del uso de las TIC en el año 2020, pero ya en el año 2021, en que los estudiantes del preescolar a educación media regresaron a clases, hay un crecimiento menor del uso de las TIC, vinculado probablemente con el regreso presencial a las clases desde agosto del año 2021. Sin embargo, se presentó en total un incremento en el uso de las TIC de 5.5 % entre los años 2020 al 2021 [Inegi, 2022].

Estos datos parecen indicar una inflexión en México en el uso de las TIC para apoyar las actividades educativas. Sin embargo, permanece la falta de cobertura en las zonas urbanas y rurales con familias de bajos ingresos, donde no resulta rentable la dotación de los servicios para las empresas privadas. Por ello, se requeriría impulsar políticas públicas para la dotación de redes en las zonas más desfavorecidas y sobre todo la dotación de internet, computadoras y profesores especializados en el manejo de las nuevas tecnologías para educación a distancia en los planteles educativos públicos, donde concurre la mayoría de la población y que constituyen importantes espacios de socialización y acceso democrático para los educandos.

Es claro que la pandemia de covid-19 impulsó el uso de TIC en actividades educativas, impulso que es importante dada las transformaciones de la etapa actual del desarrollo capitalista.

PERSPECTIVAS EDUCATIVAS

Si bien durante la pandemia se registró un incremento del uso de las TIC en la educación, debido a la necesidad de interrumpir la educación presencial para tratar de frenar los contagios masivos del SARS-COV-2, con el regreso a las clases presenciales la educación digital frenó su crecimiento, en especial en las zonas con mayores carencias de conectividad y entre la población de menores ingresos, así como en los barrios pobres de las ciudades, las zonas rurales o la población indígena. Así, para el conjunto de América Latina, sólo 67 % de los hogares tenía conexión a internet [Rama, 2021: 67].

En México, además de avanzar en la educación presencial, en la cual hubo un fuerte retroceso durante la pandemia, se tiene que avanzar en la educación digital.

Durante la pandemia y en la pospandemia no se han destinado recursos suficientes para mejorar la infraestructura educativa, la cual presentaba serias carencias desde antes de la irrupción del virus SARS-COV-2.

El actual gobierno ha limitado el presupuesto educativo, respondiendo al principio de "Austeridad republicana", ya que los presupuestos educativos han sido insuficientes desde 2019 hasta el presente año. Sin embargo, no es posible mejorar la educación pública si no se incrementa el financiamiento estatal para solucionar las carencias de infraestructura y preparación de los profesores y los estudiantes.

Como producto de las características de la economía actual, en la educación se tiene que avanzar en el manejo de las TIC, ya que como hemos explicado, se requiere de educación digital para avanzar en los nuevos saberes, para que los estudiantes, llegado el momento, se puedan incorporar al empleo en mejores condiciones. En la actualidad, hay que acortar la brecha educativa y la brecha digital.

A lo largo de la historia de la economía de la educación, podemos ver que ha habido grandes cambios en la educación que responden a los inmensos retos y a las transformaciones que se han ido dando en la economía y en la sociedad. En la educación mexicana, ha habido momentos muy importantes de transformaciones en la educación. En el siglo XX, a partir de la Revolución Mexicana y hasta inicios de la década de 1980, el Estado tuvo un papel central en el avance educativo. Sin embargo, con la disminución de la participación del Estado en la economía y en el ámbito social, la educación se estancó [Guevara, 2002]. En el presente hay que avanzar en la educación presencial y en la digital.

Actualmente, hay un debate muy interesante entre especialistas de economía de la educación acerca de si la educación tiene que ser mayoritariamente presencial, digital o híbrida [Rama, 2021].

Considero que es fundamental tomar en cuenta las condiciones socioeconómicas de cada región para definir el peso de cada tipo de educación, aunque lo ideal es poder

tener educación presencial y digital, fundamentales ambas para avanzar en la sociedad del conocimiento.

CONCLUSIONES

Debemos enfatizar que, hoy día, las TIC son fundamentales en la educación y la capacitación para el acceso al trabajo y para participar en las actividades cotidianas de la reproducción económico-social, de ahí la necesidad de políticas públicas que apoyen la utilización de estas tecnologías.

A pesar de las limitaciones estructurales aquí expuestas, el uso de las TIC en el proceso educativo se incrementó de manera importante en los hogares durante la pandemia.

Con el regreso a las clases presenciales en agosto del año 2021, decreció el uso de las TIC. A pesar de ello, hubo un avance importante en los aprendizajes del manejo de estas tecnologías en ciertos grupos de la población, sobre todo en aquellos que contaron con los recursos necesarios para conectarse y acceder a clases virtuales.

La pandemia mostró la necesidad de aumentar la conectividad y el manejo de nuevas tecnologías para poder realizar actividades que antes eran necesariamente presenciales y que ahora son fundamentales en la formación de los alumnos.

Por la gran importancia de la educación pública en México, durante la pandemia nos dimos cuenta de la relevancia de los planteles educativos como espacios de socialización, de convivencia y de acceso al conocimiento presencial y digital, aunque también se evidenciaron, con la emergencia sanitaria, las serias limitaciones que los espacios educativos tienen en sus instalaciones y en el acceso a las TIC.

Por ello, es fundamental impulsar políticas públicas que apoyen y financien la dotación de redes, computadoras y conocimientos en el conjunto de los planteles educativos públicos, sobre todo en aquellos localizados fuera de las redes comerciales de internet. Si se deja la conectividad a los empresarios, se margina a gran parte de la sociedad.

Queda de manifiesto el papel fundamental del conocimiento y el manejo de las TIC para el conjunto de los educandos mexicanos en el momento actual de cambio estructural hacia la economía social del conocimiento e informacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial [2020], *Covid-19: impacto en la educación y respuestas de política pública*, Washington, D. C., Banco Mundial, 7 de mayo, <<https://goo.su/k8Tx8ml>>.
- Coneval [2020], *Medición de la pobreza*, <<https://goo.su/YkQqdL>>, consulta: 20 de marzo de 2020.

- Dabat, A. [2022], *Del agotamiento del neoliberalismo hacia un mundo multipolar, inclusivo y sostenible*, México, IIEc-UNAM/Ediciones Akal.
- Dabat, A. y S. Ordóñez [2009], *Revolución informática, nuevo ciclo industrial e industria electrónica en México*, México, IIEc-UNAM/Juan Pablos.
- Guevara, I. [2002], *La educación en México. Siglo xx*, México, IIEc-UNAM/Miguel Ángel Porrúa.
- Inegi [2022], *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de Información en los Hogares*, <<https://goo.su/JHzs>>, consulta: febrero de 2023.
- Inegi [2020], *Encuesta para la Medición del Impacto de la Covid-19 en la Educación*, <<https://goo.su/5OWImJ>>, consulta: 23 de febrero de 2020.
- Inegi [2019], *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de Información en los Hogares*, <<https://goo.su/MvLR>>.
- Rama, C. [2021], *La nueva educación híbrida*, México, Unión de Universidades de América Latina y el Caribe, Cuadernos de Universidades, 11.
- Sandoval, S.; J. Rodríguez y P. Montiel [2023], *El desarrollo de las fuerzas productivas y la economía digital*, FE-UNAM.
- Vila Juárez, S. A. (comp.) [2021], *La vacuna contra la desigualdad*, México, CIEP/Fundar/Oxfam, <<https://lavacunacontraladesigualdad.org>>, consulta: julio de 2021.

Conclusiones generales

Irma Delgado Martínez



En este segundo tomo, se han presentado ocho capítulos que tienen como eje articulador abordar cómo esta ola de innovaciones tecnológicas y de inteligencia artificial están provocando impactos económicos y sociales en el país.

Los trabajos se caracterizan por su amplio contenido en diferentes ámbitos teóricos, analíticos y en estudios de caso. Por ello, brevemente, mostramos algunas de las principales aportaciones, propuestas y recomendaciones de cada uno de los participantes, con la finalidad de orientar y facilitar la toma de decisiones a los hacedores de políticas del país; o bien, a futuras investigaciones.

No cabe duda de que la transferencia tecnológica, mediante acuerdos y apoyos internacionales, a países menos desarrollados para realizar proyectos en aras de constituir una sociedad de la información con una tecnología digital vanguardista es condición necesaria para aprovechar la tecnología de información y obtener resultados favorables, tanto económicos como sociales, en la población, pero sin los programas adecuados que permitan la inclusión de los pobres, esas mismas herramientas ahondarán con rapidez la exclusión de un mayor grupo de población para ejercer plenamente su potencial económico (véase la contribución de Florentino Bernardo Ramírez Pablo).

Es muy importante destacar que, en la actualidad, las TIC son fundamentales en la educación y la capacitación para el acceso al trabajo y para participar en las actividades cotidianas de la reproducción económico-social; de ahí la necesidad de políticas públicas que apoyen la utilización de estas tecnologías. Por ello, es fundamental impulsar políticas públicas que apoyen y financien la dotación de redes, computadoras y conocimientos en el conjunto de los planteles educativos públicos, sobre todo en aquellos localizados fuera de las redes comerciales de internet (véase la contribución de Rosa Iris Guevara González).



Se puede afirmar que la 4^{TI} ya influye en el mercado de trabajo mexicano, y al no estar siendo regulada debido a inadecuadas políticas laboral y científico-tecnológica, por la ausencia de una política industrial, amenaza con precarizar las condiciones laborales y de bajos ingresos, perpetuando así los desequilibrios productivos y competitivos que caracterizan actualmente a la economía mexicana. En México, se requiere aumentar, por principio, los presupuestos al rubro científico-tecnológico involucrando a los tres niveles de gobierno. Si no se llevan a cabo dichas políticas por parte del gobierno, estaremos entonces perdiendo para beneficio del país la actual e irrepetible ventana de oportunidades que significan el bono demográfico, la llegada de crecientes recursos foráneos derivados del *nearshoring*, así como la irrupción de la 4^{TI} en los sectores industrial-manufacturero, de servicios y del gobierno (véase la contribución de Ernesto Bravo Benítez).

Es claro que urge priorizar el gasto en educación, investigación y desarrollo. Así como crear vínculos entre el sector privado y el Estado que favorezcan el desarrollo de habilidades con alta calificación; es decir, tanto un mayor número de investigadores como de especialistas en las diferentes áreas que demandan las empresas que aplican IA en sus procesos. Según datos publicados por la OCDE, la mayoría de las empresas no invierten significativamente en talento y conocimiento. Aunque para México el desafío es muy grande (véase la contribución de Mildred Yólatl Espíndola Torres).

Las criptomonedas surgieron para dar solución a un problema que se presenta constantemente en el comercio electrónico: la posibilidad del doble gasto y fraude asociado con éste. En tal contexto, las criptomonedas, además de tener la capacidad de resolver potencialmente el problema técnico del doble gasto, también representan, para un sector de sus usuarios, una forma de democratizar el dinero. No obstante, en el artículo se afirma que las criptomonedas han estado lejos de cumplir cualquiera de esas dos promesas, ya que en principio ni siquiera es posible considerarlas como dinero (véase la contribución de César Duarte Rivera).

En América Latina y el Caribe, hay importantes reservorios de cobre, oro, plata, litio, cobalto y tierras raras. Además de ello, en la región se profundiza la construcción de infraestructura, entre otras cosas, para facilitar el traslado y comercio de hidrocarburos fósiles, minerales y biodiversidad. En el centro de esta problemática y a contramano de la prédica en torno a la sustentabilidad sistémica, la profundización en estas actividades no considera el páramo socioecológico que les espera a las nuevas generaciones (véase la contribución de David Barrios Rodríguez).

La economía digital presenta un panorama de formidables oportunidades para la economía mundial en general y en específico para las economías emergentes. No obstante, la concentración del poder económico en unos cuantos gigantes tecnológicos y su habilidad para aprovechar los vacíos en las normas fiscales presentan un enorme desafío

para los sistemas tributarios. En el ámbito internacional, estamos a la espera de un esquema consensuado entre los países para gravar tanto los ingresos como las transacciones derivadas de las actividades económicas que se realizan a través de las plataformas (véase la contribución de Francisco Javier Fonseca Corona).

Es necesario tener en cuenta que la participación de la administración pública puede, en efecto, orientarse a difundir, profundizar y armonizar la capacitación digital entre los trabajadores y las necesidades de puestos de trabajo de las propias empresas. Puede y debe ser aprovechada por empresas y gobierno en sus tres niveles institucionales para integrar de manera transversal las necesidades de capitalización digital en las empresas y la propia administración pública, con las posibilidades de adquisición de habilidades digitales por parte de los trabajadores (véase la contribución de Raúl Porras Rivera).



MILDRED YÓLATL ESPÍNDOLA TORRES

Obtuvo los títulos de licenciada y maestra en Economía por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Posteriormente, realizó estudios de posgrado en el Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc) de la misma UNAM, donde obtuvo el grado de doctora en Economía. Actualmente, forma parte del personal académico del (IIEc) y está adscrita a la Coordinación de Análisis Macroeconómico Prospectivo. Su línea de investigación se centra en el estudio de las finanzas públicas.

ERNESTO BRAVO BENÍTEZ

Doctor en Economía por el posgrado en economía de la UNAM, actualmente es investigador de tiempo completo adscrito a la Unidad de Investigación en Estudios Hacendarios y del Sector Público del (IIEc) de la UNAM, y sus líneas de investigación son: Estado y cambio institucional, economía monetario-financiera, crecimiento y desarrollo, además de que co-dirige el boletín *Momento Económico* y es supervisor académico del Acervo de Variables Financieras de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) (AVF-IIEc). Es miembro del Padrón de Tutores del Posgrado en Economía de la UNAM, en donde dirige el Campo de Conocimiento de Economía Pública; asimismo, imparte tanto en el posgrado como en la licenciatura de la Facultad de Economía materias relacionadas con la Economía pública y la Economía monetario-financiera. Es miembro del Comité Editorial de la revista *Economía Informa* de la misma institución. Ha dirigido tesis de licenciatura y de posgrado en economía y ha publicado artículos en revistas arbitradas nacionales e internacionales, capítulos en libros

y es coautor del libro denominado *La crisis económica mundial* (IPN-ESE, 2014), y ha participado como colaborador en los libros: *Multinacionales mexicanas. Seguimiento y evolución* (IIEc/Siglo XXI, 2016), *Propuesta económica para México* (IIEc-UNAM, 2012), *Modelo insumo-producto para Tabasco*, además de que ha sido presidente de la Academia Mexicana de Ciencias Económicas, A. C. (2012-2015), es miembro del Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría (Colmeme) y ha participado en los premios de Ciencias Sociales de la UAM, Tlacaélel de Economía y de Economía de Banamex.

CÉSAR DUARTE RIVERA

Investigador en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores nivel "candidato". Doctor en Historia moderna y contemporánea por el Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora. Licenciado y maestro en Economía por la Facultad de Economía de la UNAM. Es profesor en la Facultad de Economía, en los programas de licenciatura en Economía y de especialización en Historia del pensamiento económico. Ha participado como ponente y coordinador en distintos coloquios y congresos especializados, además de contar con diversas publicaciones en revistas especializadas. Sus investigaciones se han centrado en torno a discusiones de teoría monetaria y economía financiera y monetaria, en especial sobre el funcionamiento de los sistemas monetarios tanto desde una perspectiva histórica como contemporánea. Su artículo más reciente lleva el título de "Los límites de la política monetaria: de la trampa de la liquidez al *zero lower bound*" publicado en la revista *Problemas del Desarrollo*.

DAVID BARRIOS RODRÍGUEZ

Doctor en Estudios latinoamericanos por la UNAM. Es profesor de las licenciaturas en Estudios latinoamericanos y Desarrollo y gestión intercultural de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. También es docente del Programa de Estudios Latinoamericanos de la UNAM. Ha publicado artículos científicos y divulgación en más de 10 países. Es parte del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) y cuenta con Pride C. La investigación que desarrolló durante la maestría obtuvo el reconocimiento a la mejor tesis en ciencias sociales de la UNAM y fue publicada dentro de la Colección Posgrado con el título *Las ciudades imposibles. Violencias, miedos y formas de militarización contemporánea en urbes latinoamericanas: Medellín-Ciudad Juárez* (2014). Su investigación de doctorado, titulada *La vida entre cercos: militarización social en América Latina en el siglo XXI* (2020), recibió el premio a la mejor tesis sobre América Latina o el Caribe, otorgado por el Centro de Investigaciones sobre América Latina y el Caribe (CIALC) de la UNAM en 2022.

Sus publicaciones más recientes son el capítulo “Seguridad y territorialidad en el siglo XXI. Aproximaciones conceptuales desde América Latina”, dentro de *Política Internacional Temas de Análisis 7*, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales 8 (2022), y el capítulo “Crear dos, tres... muchas Colombia”, en *Las guerras del siglo XXI*, Buenos Aires, Clacso (2023).

FRANCISCO JAVIER FONSECA CORONA

Es maestro en Políticas públicas comparadas por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Cuenta con dos licenciaturas por las facultades de Derecho y de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México. En la primera, obtuvo la Medalla Gabino Barreda a la Excelencia Académica y, en la segunda, se tituló con mención honorífica. Ha ocupado diversos cargos académicos y administrativos en instituciones públicas y privadas, así como en la UNAM, donde fue secretario técnico de la Oficina del abogado general y titular de la Unidad de Transparencia. Fue profesor de las materias finanzas públicas y problemas socioeconómicos de México en la Facultad de Derecho. Actualmente, se desempeñaba como Investigador Asociado “C” de tiempo completo en el Instituto de Investigaciones Económicas, adscrito a la Unidad de Estudios Hacendarios y del Sector Público. En la Facultad de Economía impartía la asignatura de Economía del crecimiento y desarrollo. Es autor y coautor de diversos libros y artículos en materia de finanzas públicas, transparencia y combate a la corrupción.

RAÚL PORRAS RIVERA

Doctor en Economía, se desempeña como Técnico Académico en el área de Estudios hacendarios y del sector público del IIEC de la UNAM, donde realiza además trabajos de investigación en temas de economía pública y contabilidad social. Ha publicado en coautoría el artículo “Modelo de contabilidad social para México basado en cuentas por sectores institucionales”, editado por el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), al momento es una aplicación teórica metodológica y estadística, pionera y de vanguardia en la contabilidad nacional. Derivado de este modelo, publicó como autor un “Análisis de las asociaciones público privadas en el sector público de salud en México” en libro compilatorio, editado por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales (FCPYS) de la UNAM. En esta línea investigativa, elaboró también en coautoría un “Análisis de las estrategias fiscal y monetaria frente al desarrollo de las mipyme y la generación de empleos. Periodo 1993-2021”, en edición para publicación en libro compilatorio del IIEC, que representan aplicaciones de contabilidad social, de entre otros trabajos publicados a nivel nacional e internacional. Profesionally, ha participado en los sectores privado, social y público. Cuenta con el reconocimiento “Alfonso Caso” de la UNAM y es miembro candidato del SNII del Consejo

Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt). Es experto en cuentas nacionales reconocido por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

FLORENTINO BERNARDO RAMÍREZ PABLO

Es Académico del Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sus temas de estudios vistos desde una perspectiva histórica son el análisis de las políticas de combate a la pobreza y el financiamiento a los pobres.

Ha participado en proyectos de investigación enfocados al estudio de las principales concepciones teóricas contemporáneas de la pobreza; y en el estudio de la desigualdad, la exclusión, el crecimiento y la política fiscal en México.

Es autor y coautor de diversas publicaciones, como capítulos de libros, ponencias en memorias y reseñas de libros. Ha participado como ponente en congresos y seminarios nacionales e internaciones. Ha coordinado diversos eventos académicos y presentado mesas temáticas en congresos y seminarios. Ha colaborado en la impartición de asignaturas en la Facultad de Economía de la UNAM.

ARACELI OLIVIA MEJÍA CHÁVEZ

Economista y maestra en Estudios latinoamericanos por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente, es doctorante en el programa de posgrado en Ciencias de la administración en la misma casa de estudios. Es académica en la Unidad de Investigación de Economía del Trabajo y la Tecnología en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM. Ha sido profesora de la Facultad de Economía en la UNAM y en otras universidades. También ha participado como docente y tutora en diversos diplomados. Ha sido ponente en congresos nacionales e internacionales.

Su línea de investigación es la gestión de la tecnología e innovación, empleabilidad de recursos humanos calificados y política de innovación en México. Tiene diversas publicaciones entre artículos, libros y capítulos de libro. Como consultora, ha participado en diversos estudios financiados por organismos nacionales e internacionales.

VERÓNICA OFELIA VILLARESPE REYES

Es licenciada en Economía por la Facultad de Economía y maestra, con mención honorífica, en Estudios latinoamericanos por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, ambas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Doctora, con sobresaliente *cum laude*,

en Ciencias políticas y Sociología por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología de la Universidad Complutense de Madrid.

Es Investigadora Titular "C" del Instituto de Investigaciones Económicas, tutora de maestría y doctorado en el Programa de Posgrado en Economía de la UNAM, e investigadora nacional nivel I en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. Ha sido profesora en la Facultad de Economía de la UNAM y en otras universidades.

Su principal línea de investigación es el estudio sobre la pobreza. Ha participado como conferencista y ponente en congresos y seminarios tanto nacionales como en el extranjero. Entre los libros de su autoría se encuentran *La solidaridad: beneficencia y programas, pasado y presente del tratamiento de la pobreza en México* y *Pobreza: teoría e historia*, co-coordinó el libro *Pobreza en México: magnitud y perfiles* editado por IIEc-UNAM/Coneval. También coordinó el libro *Pobreza: concepciones, medición y programa*. Fundó en el IIEc-UNAM el Grupo de Investigación sobre Análisis de la Pobreza.

ROSA IRIS GUEVARA GONZÁLEZ

Es doctora en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Trabaja como investigadora en el Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM. Su línea de investigación académica se centra en la Economía política y la Economía de la educación. Ha publicado varios libros y artículos en revistas sobre los temas mencionados.