

Introducción

La ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) han contribuido al desarrollo de las sociedades y economías alrededor del mundo, pues históricamente han demostrado ser un “factor clave para acelerar el crecimiento económico, la competitividad internacional, la sustentabilidad ambiental y las mejoras en el bienestar de una nación” (FCCyT, 2018: 1).

El desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) ha demostrado ser uno de los principales motores de cambio en las sociedades modernas (OCDE, 2018) e históricamente un “factor clave para acelerar el crecimiento económico, la competitividad internacional, la sustentabilidad ambiental y las mejoras en el bienestar de una nación” (FCCyT, 2018: 1).

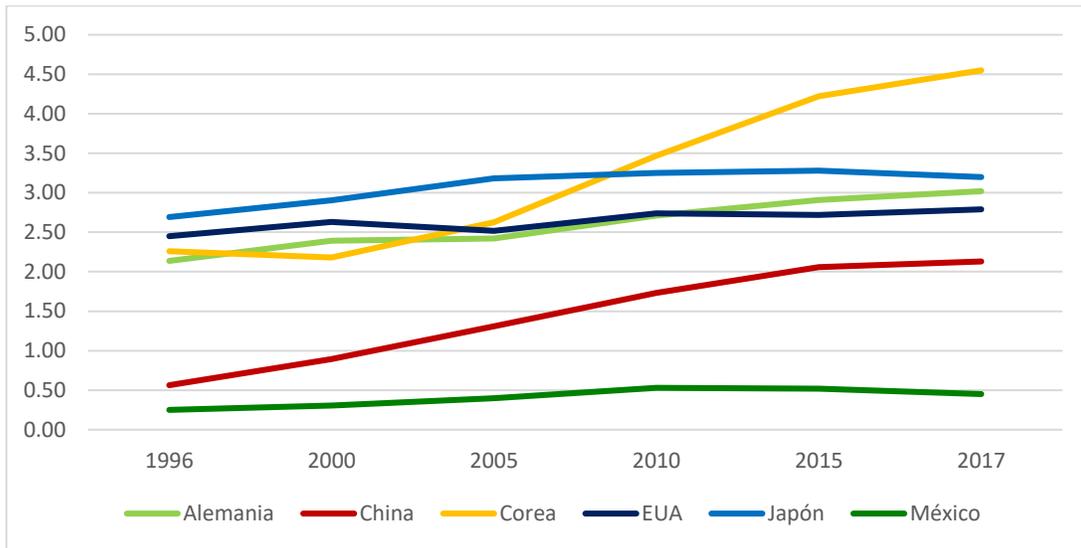
Particularmente, destaca el impacto de la investigación y el desarrollo experimental (I+D), pues a diferencia de las demás actividades científicas y tecnológicas, “su propósito es la creación de conocimiento aunado a sus posibles aplicaciones en la generación de productos y procesos” (FCCyT, 2018: 3).

De acuerdo con el Manual de Frascati (OCDE, 2015: 117), el indicador que mide la inversión en I+D es el GIDE (Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental, GERD por sus siglas en inglés); y el indicador que dimensiona los esfuerzos de un país en I+D, es el GIDE/PIB (Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental/ Producto Interno Bruto). En nuestro país se encuentra establecido por ley que la proporción antes mencionada debe ser de al menos 1% del PIB (DOF, 2004: 7), sin embargo, hasta el momento no ha podido conseguirse.

Los países que han incrementado o mantenido altos porcentajes de inversión en I+D (Gráfica 1) muestran una relación positiva respecto a su crecimiento económico, en particular destaca el caso de China que presenta una marcada tendencia ascendente en ambas gráficas; también resultan significativos los ejemplos de Corea del Sur, Japón y Alemania pues la magnitud de su PIB los posiciona dentro de los primeros lugares del mundo (con una dimensión territorial y poblacional considerablemente menor que la de Estados Unidos) y se manifiesta la relación de este indicador con la inversión que destinan a I+D, pues históricamente supera el 2% de su PIB y ha sido constante.

¹ Licenciada en Relaciones Internacionales por la Universidad Nacional Autónoma de México (FCPyS-UNAM); con Especialidad y Maestría en Política y Gestión Energética y Medioambiental por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO-México).

Gráfica 1: Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental como porcentaje del PIB por país (hasta el último dato disponible)

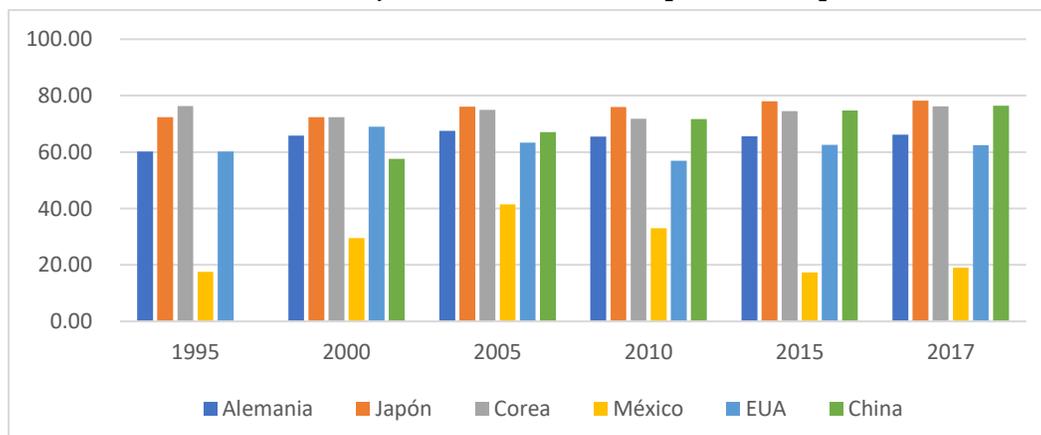


Fuente: Data Bank, World Development Indicators (Banco Mundial), 2020

En el caso de México se destaca el bajo porcentaje de inversión en I+D que por más de veinte años no ha rebasado el .53% (Gráfica 1) y el parco crecimiento económico, lo cual contrasta con la tendencia de China, que en 1996 presentaba un escenario similar al de México en ambos indicadores, pero que en el transcurso de los años se modificó sustancialmente hasta exhibir una clara diferencia.

Como se puede observar en los ejemplos presentados, existe una alta relación entre el crecimiento económico y la inversión en I+D; por ello, diversos países disponen esfuerzos para incrementar dicho indicador y prestan especial atención a aquellas políticas que incentivan la inversión del sector privado en I+D, pues de esta manera se complementa el financiamiento del sector público y, como se muestra en la Gráfica 2, es una práctica común entre las principales economías.

Gráfica 2: Porcentaje del GIDE financiado por el sector privado



Fuente: Main Science and Technology Indicators (OCDE), 2020.

A diferencia de las experiencias de Japón, Corea del Sur, China, Alemania y Estados Unidos donde su política de Estado ha conseguido que el GIDE privado tenga una mayor participación y ascienda a más del 60% del GIDE total, como se puede observar en la Gráfica 2, en México la inversión privada en I+D en 2017 apenas se acercaba al 20%, lo cual es muestra del bajo porcentaje histórico de su GIDE/PIB.

Al seguir la evidencia que muestra que la inversión en I+D es uno de los motores de la economía, se pueden extraer mejores prácticas de los países que han logrado altos porcentajes de esta inversión para que México los considere para el diseño e implementación de políticas que permitan incrementar las actividades de investigación y desarrollo. Sin embargo, lo anterior se vuelve imperativo no solo por una cuestión de crecimiento económico, sino porque en el campo de la I+D se gesta una revolución que ya comenzó a transformar muchos aspectos de la vida humana (comunicación, economía, energía, derecho, salud, negocios, etc.) y aquellos países que inviertan en ello se encontrarán mejor preparados para entender y gestionar estos motores de cambio (Daiko T., Dernis H., Dosso M., Gkotsis P., Squicciarini M., Vezzani A., 2017).

Tecnologías y digitalización

Las innovaciones tecnológicas han sido promotoras del crecimiento económico durante más de 250 años (Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee, 2017). No obstante, dentro de estas innovaciones se han distinguido las llamadas Tecnologías de Propósito General (TPG) que son aquellas que, tras su aparición, tienen el potencial de afectar todo el sistema económico y social, conducir cambios de gran alcance y generar oleadas de innovaciones posteriores (Elhanan Helpman, 1998: 2-13); han figurado entre ellas: la máquina de vapor, la electricidad y la máquina de combustión interna.

Actualmente, ya se identificaron algunas tecnologías dentro de este rubro y por su trascendencia a nivel global, organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de Estados Americanos (OEA), las han incluido en sus discusiones sobre desarrollo económico y advierten a sus miembros la conveniencia de tomar medidas para enfrentar con éxito el futuro próximo, pues “muchas políticas son el legado de la era pre-digital, y las dificultades para comprender los cambios en curso y sus implicaciones pueden retrasar la revisión y adaptación de estas políticas” (OCDE, 2019a).

La ONU, la OCDE y la OEA reconocen expresamente su preocupación por los efectos transformadores y disruptivos que algunas de las nuevas tecnologías puedan llegar a tener en toda la economía y la sociedad, por ello reiteran que su comprensión es imprescindible (ONU, 2017, OCDE, 2019, OEA, 2019). Y en este sentido, el presente documento explicará brevemente algunas de estas tecnologías, en particular aquellas que se encuentran estrechamente vinculadas con el futuro del sector energético, a saber: inteligencia artificial, big data e Internet de las cosas.

Inteligencia artificial y big data

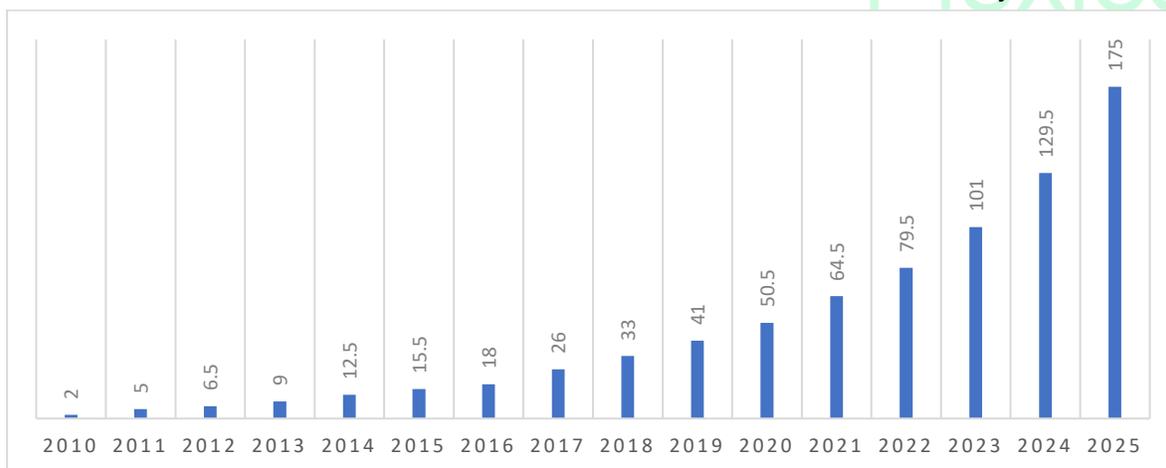
El término inteligencia artificial (IA) fue acuñado en 1955 por John McCarthy quien lo definió como “la ciencia y la ingeniería de crear máquinas inteligentes, particularmente programas informáticos

inteligentes” (McCarthy, 2007). A pesar de que no existe una definición universalmente aceptada, en 2018 un grupo de expertos de la OCDE intentó conciliar las definiciones comúnmente utilizadas por las comunidades científica, empresarial y política y la explicó como “un sistema basado en máquinas que pueden, para un conjunto dado de objetivos definidos por el ser humano, hacer predicciones, recomendaciones o tomar decisiones que influyen en entornos reales o virtuales. Utilizan insumos proporcionados por la misma máquina y/o por humanos para percibir entornos reales y/o virtuales; abstraer tales percepciones en modelos (de manera automatizada, por ejemplo, con machine learning (ML) o manualmente); y usar la inferencia del modelo para formular opciones de información o acción. Los sistemas de IA están diseñados para operar con diferentes niveles de autonomía” (OCDE, 2019b).

Actualmente, la inteligencia artificial se ha desarrollado en numerosas áreas del conocimiento, por ejemplo, se encuentra en aplicaciones de procesamiento natural del lenguaje, técnicas de enseñanza-aprendizaje, redes neuronales, optimización de procesos, etc. No obstante, para efectos del presente documento, se considerará a la IA dentro del campo de la economía y la energía, como una tecnología emergente de propósito general que tiene el “potencial de reducir el costo de predicción y permitir mejores decisiones, [y, al contar con] predicciones, recomendaciones o decisiones menos costosas y más precisas, la IA promete generar ganancias de productividad, mejorar el bienestar y ayudar a abordar desafíos complejos” (OCDE, 2019b).

En este sentido, es preciso puntualizar que la IA puede generar lo anterior gracias a la disponibilidad de datos que, desde principios de la era digital se encuentran en constante incremento, como lo reveló en agosto de 2010 Eric Schmidt, el CEO de Google, en 2003 se registraban 5 exabytes de información en todo el mundo y en 2010 esa era la cantidad de información que se generaba en dos días (Schmidt, Eric, 2010). Como se puede observar en la Gráfica 3, en los últimos diez años la cantidad de datos ha crecido más de veinticinco veces y se prevé que en los próximos años continúe dicha tendencia.

Gráfica 3: Volumen de datos/información creada en el mundo (en zettabytes)



Fuente: Statista, 2018a.

Lo anterior es conocido como big data, término documentado por primera vez en un artículo de la NASA (Press Gil, 2014), en el que se refiere el problema de la visualización, el cual se alude como "un desafío interesante para los sistemas informáticos [pues] los conjuntos de datos son generalmente tan grandes, que sobrecargan las capacidades de la memoria principal, el disco local e incluso el disco remoto. A esto le llamamos el problema del big data. Cuando los conjuntos de datos no caben en la memoria principal (el núcleo), o cuando no caben incluso en el disco local y la solución más común es adquirir más recursos" (Cox, Michael and Ellsworth, David, 1997).

Como se puede inferir, big data no es una tecnología como tal, pero se encuentra íntimamente relacionado con las demás tecnologías emergentes. Para comprenderlo mejor Doug Laney en 2001 sugirió que "big data se compone de tres V: Volumen, Variedad y Velocidad, que son las tres dimensiones de los desafíos en la gestión de datos" (Amir, Gandomi and Murtaza, Haider, 2015).

Con base en ello Gartner lo definió como "activos de información de gran volumen, alta velocidad y gran variedad que exigen formas rentables e innovadoras de procesamiento de información que permitan una mejor comprensión, toma de decisiones y automatización de procesos" (Gartner IT Glossary).

Dado que los algoritmos de la IA se alimentan de la información que provee big data y a su vez, la IA genera información que incrementa el stock del big data, es conveniente comprender ambos conceptos antes de llevarlos al campo de la energía, pues los datos y su procesamiento serán parte fundamental del entramado del futuro sistema.

Internet de las cosas

Las tecnologías antes mencionadas también se encuentran profundamente relacionadas con el internet de las cosas ("Internet of Things" IoT por sus siglas en inglés), el cual la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) define como "una red de elementos físicos equipados con componentes electrónicos, sensores, controladores y software, que permiten capturar, filtrar e intercambiar datos sobre esos elementos y su entorno [lo cual] genera información y conocimiento práctico que se traduce en inteligencia para la toma de decisiones y la asignación de recursos. [Ello conlleva] implicaciones para la acción pública y privada, ya que una mayor conectividad entre objetos, máquinas y personas permite mejorar el conocimiento del entorno y establecer nuevos cursos de acción en todas las áreas" (CEPAL, 2018).

Se prevé que dicho ecosistema abarque los principales sectores económicos: salud, educación, energía (redes eléctricas), transporte, etc. (OCDE, 2018b). Por ello, es preciso dar seguimiento a los determinantes de la economía digital pues "el aumento del internet de las cosas va de la mano con el aumento de la inteligencia artificial, que a su vez es impulsada por el big data, que le proporciona la información necesaria para alimentar sus algoritmos de aprendizaje automático" (IRENA, 2019a).

Como se pudo observar, la inteligencia artificial, el big data y el internet de las cosas son clave en el proceso de migración a una economía digital en la que el mundo físico y el digital confluyen y si "para

2025 se espera que 75 mil millones de dispositivos en todo el mundo estén conectados a Internet, proporcionando una gran cantidad de información a los consumidores, fabricantes y proveedores de servicios públicos” (Statista, 2018b), será fundamental comprender e identificar sus posibles efectos en los próximos años en sectores trascendentales.

Sector energético: las tecnologías en el proceso de transición hacia energías renovables

Históricamente el sector energético ha trabajado de la mano con las tecnologías y la innovación; por ello grandes transformaciones que ha experimentado el sector en los últimos 200 años se debieron a dicha relación: primero con la aparición del carbón y el vapor, luego del petróleo y la energía motriz, y posteriormente, de la electricidad y la automatización (IEA, 2019).

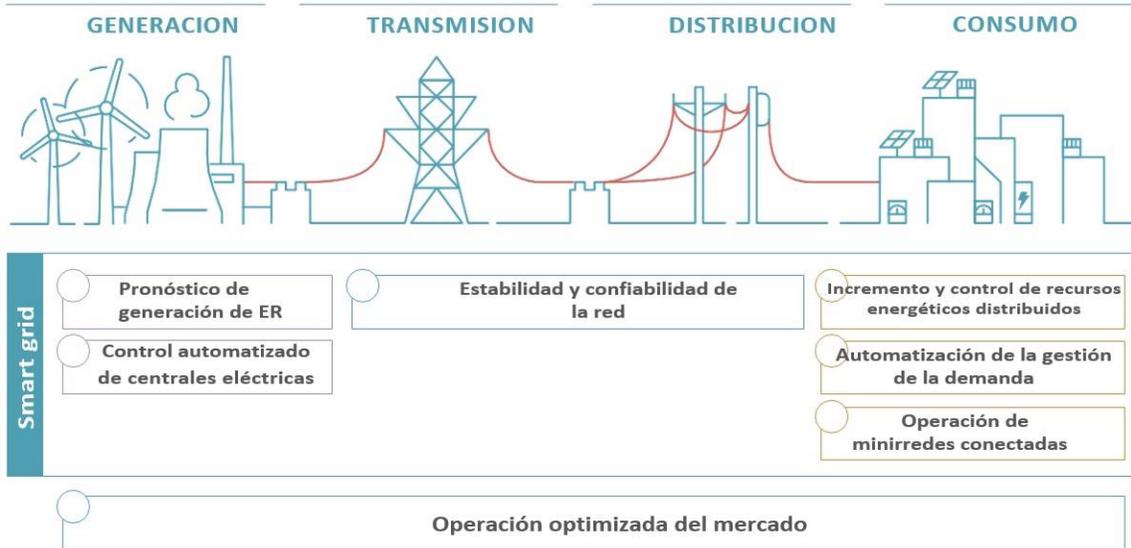
Dado que la energía es un tema prioritario para la vida económica, política y social de cualquier país, es fundamental prestar atención a cómo las tecnologías se desarrollarán dentro de este sector, pues se espera que detonen cambios sustanciales y, por su relevancia, en este apartado se describirán brevemente aquellas transformaciones previstas para el campo de las energías renovables variables (ERV), es decir, aquellas que provienen de fuentes eólicas y fotovoltaicas.

La importancia de dichas energías se evidencia al señalar que, según lo planteado en el Acuerdo de París, serán responsables del 60 % de la generación eléctrica total en 2050, por lo cual la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés), ha determinado necesario encontrar la forma de “triplicar los incrementos anuales de capacidad eólica y duplicar los incrementos de la capacidad de energía solar fotovoltaica con respecto a los niveles de 2017” (IRENA, 2019b).

En este contexto, el desarrollo tecnológico y la innovación resultan factores clave pues para dicha transición energética la digitalización haría posible “gestionar grandes cantidades de datos y optimizar sistemas con muchas pequeñas unidades de generación” (IRENA, 2019a), lo cual también abona a la solución de problemas como la flexibilidad que requiere el sistema para integrar cuotas elevadas de energía solar y eólica (IRENA, 2019b).

La digitalización representa un cambio de paradigma y, como se muestra en la Figura 1, a lo largo de toda la cadena de suministro de energía eléctrica, sector que lidera la transición energética, hay procesos y actividades que podrá hacer más eficientes y precisos al contar con una “mayor utilización de contadores, sensores inteligentes, la aplicación del internet de las cosas y el uso de grandes cantidades de datos procesados con inteligencia artificial” (IRENA, 2019b).

Figura 1: La digitalización en la cadena de valor energética



Fuente: IRENA, 2019a.

Se prevé que el uso extensivo de tecnologías como la inteligencia artificial, el big data y el internet de las cosas en operaciones que involucran a las ERV, favorecerá la transformación del sector eléctrico al “mejorar el monitoreo de los activos y su rendimiento, contar con operaciones más refinadas y un control en tiempo real [así como] con la implementación de nuevos diseños de mercado y la aparición de nuevos modelos de negocio” (IRENA, 2019b).

Como se puede observar, la transición energética involucra el uso de tecnologías que ya se encuentran afectando diversos ámbitos económicos y sociales, lo cual trae consigo oportunidades y desafíos que cada país enfrentará con base en sus respectivas realidades.

Conclusiones

En México, a partir de los planteamientos enunciados en el Programa Sectorial de Energía 2020-2024 (DOF, 2020a), las prioridades de la política pública del sector se concentran en la preeminencia de los hidrocarburos ; no obstante, existe legislación vigente respecto a temas de transición energética que refiere metas para los próximos años, las cuales se podrían alcanzar a través de acciones que permitan maximizar la eficacia y eficiencia de las ERV.

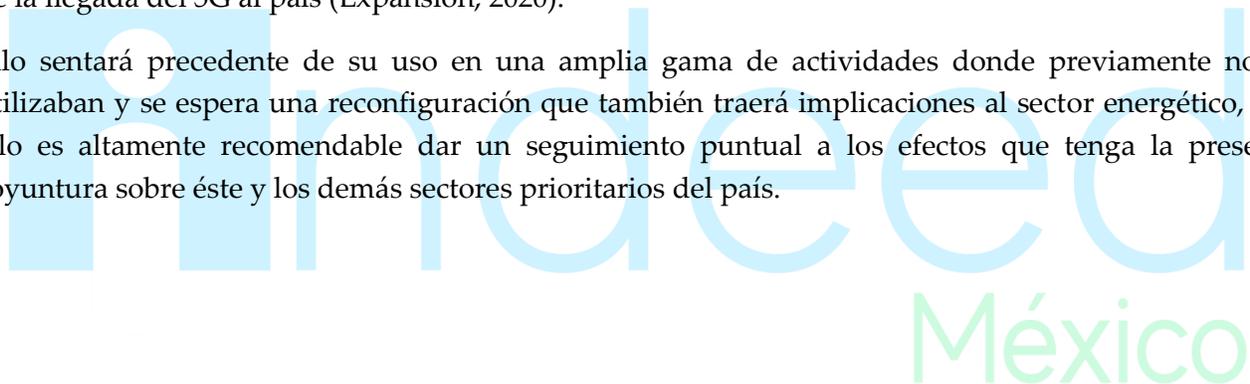
Como se apuntó en el presente documento, las reducciones de costos e incremento de eficiencia que ofrecen las TPGs, detectados por diversas organizaciones internacionales, posicionan a la I+D como un área de oportunidad para integrar al sistema eléctrico las cuotas de energía solar y eólica que se requieren para acercar al país a las metas establecidas en la Ley para la Transición Energética (SENER, 2015) y la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles Más Limpios 2020 (DOF, 2020c).

Una mayor inversión en I+D focalizada en las TPGs dentro del sector energético, tiene un gran potencial para integrar recursos públicos y privados que a la par incrementarían indicadores como el GIDE privado y el GIDE/PIB, y repercutirían positivamente en el crecimiento económico. Además, al invertir en TPGs dentro de un sector transversal como el energético se abona a lo que la OCDE ha identificado como “especialización inteligente”, que se refiere a aquella inversión enfocada en ciertas actividades con ventajas comparativas (especialización) o áreas con potencial para ser desarrolladas (diversificación) como motor de la competitividad (OCDE, 2013).

Las TPGs ya generarán grandes cambios en la economía global y al estar todas las economías del mundo interconectadas, será necesario estar preparados para hacerles frente y gestionar la energía del país con el conocimiento necesario, por ello es recomendable profundizar en cada una de las tecnologías y vincularlas a los sectores de importancia medular para el país.

Finalmente, dado que en los últimos meses se ha modificado el comportamiento económico y social de gran cantidad de países que se han visto afectados por la emergencia de salud pública denominada COVID-19, declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde el 11 de febrero de 2020, se ha incrementado la demanda y uso de estas tecnologías, lo cual ya atrajo efectos como la aceleración de la llegada del 5G al país (Expansión, 2020).

Ello sentará precedente de su uso en una amplia gama de actividades donde previamente no se utilizaban y se espera una reconfiguración que también traerá implicaciones al sector energético, por ello es altamente recomendable dar un seguimiento puntual a los efectos que tenga la presente coyuntura sobre éste y los demás sectores prioritarios del país.



Fuentes de consulta:

Amir, Gandomi and Murtaza, Haider (2015), Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics, *International Journal of Information Management*, Elsevier, April 2015, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214001066>.

Barro, R.J. y Sala-i-Martin, X. (1996). Regional Cohesion: Evidence and theories of regional growth and convergence. *European Economic Review*, 40(6), junio, pp. 1325-52.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018), Data, algorithms and policies: redefning the digital world (LC/CMSI.6/4), Santiago.

Cox, Michael and Ellsworth, David (1997), Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. In *Proceedings of the 8° conference on Visualization '97 (VIS '97)*. IEEE Computer Society Press, Washington, DC, USA, 235–ff.

Daiko T., Dernis H., Dosso M., Gkotsis P., Squicciarini M., Vezzani A. (2017). *World Corporate Top R&D Investors: Industrial Property Strategies in the Digital Economy*. A JRC and OCDE common report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Diario Oficial de la Federación (DOF), (2004), Ley de Ciencia y Tecnología, México, Diario Oficial de la Federación, 01 de septiembre de 2004.

_____ (2020a), Programa Sectorial de Energía 2020-2024, Secretaría de Energía, Estados Unidos Mexicanos; DOF, 08 de julio 2020, disponible en versión HTML en internet: <http://sidof.segob.gob.mx/notas/5596374>.

_____ (2020b), Acuerdo por el que se emite la Política de Confiabilidad, Seguridad, Continuidad y Calidad en el Sistema Eléctrico Nacional, México, Diario Oficial de la Federación, 15 de mayo de 2020.

_____ (2020c). Acuerdo por el que la Secretaría de Energía aprueba y publica la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética. Secretaría de Energía, Estados Unidos Mexicanos; DOF, 07 de febrero 2020, Disponible en: <http://sidof.segob.gob.mx/notas/5585823>.

Elhanan Helpman (1998), *Preview General Purpose Technologies and Economic Growth*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, published on <https://mitpress.mit.edu/books/general-purpose-technologies-and-economic-growth>.

El Universal (2020), Sener publica freno a inversiones en renovables; asume total control de sistema eléctrico, economía, 15 de mayo de 2020, <https://www.eluniversal.com.mx/cartera/economia/sener-publica-freno-inversiones-asume-total-control-de-sistema-electrico>.

Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee (2017), *The Business of Artificial Intelligence*, Harvard Business Review, The Big Idea, published on <https://hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>.

Expansión (2020), *La llegada de 5G se acelera en México a causa de Covid-19*, tecnología, 13 de abril de 2020, <https://expansion.mx/tecnologia/2020/04/13/la-llegada-de-5g-se-acelera-en-mexico-a-causa-de-covid-19>.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) (2018), *Inversión para ciencia, tecnología e innovación en México*. Oficina de Información científica y tecnológica para el Congreso de la Unión, Nota INCyTU, número 11, México, febrero 2018, published on <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/incytu/11.pdf>.

Gartner IT Glossary, Gartner IT Glossary (n.d.). Retrieved from <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>.

Griffith R., Redding, S. y Reenen, J. van, (2000). *Mapping the Two Faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD countries*. The Institute for Fiscal Studies, Working Paper no. 02/00.

Griliches, Z. y Lichtenberg, F., (1984). *Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: A Reexamination*. Review of Economics and Statistics, 66, pp. 324-29.

IEA (2019), *Accelerating clean energy innovation means tailoring R&D policy to technology scale and risk*, IEA, Paris <https://www.iea.org/articles/accelerating-clean-energy-innovation-means-tailoring-r-and-d-policy-to-technology-scale-and-risk>

IRENA (2019a), *Innovation landscape brief: Internet of Things*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

_____ (2019b), *Panorama de la innovación para un futuro impulsado por las energías renovables: soluciones para integrar las energías renovables variables*. Resumen para responsables políticos. Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dhabi.

Marroquín, J., y Ríos, H. (2012). *Inversión en investigación y crecimiento económico: un análisis empírico desde la perspectiva de los modelos de I+D*. Investigación Económica, vol. LXXI, N°282, octubre-diciembre, 2012, p. 15-33

McCarthy, John (2007). *What is Artificial Intelligence?*, Computer Science Department, Stanford University, <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>.

Nadiri, I., (1993). *NBER Working Paper Series: Innovations and Technological Spillovers*. National Bureau of Economics Research, Working Paper 4423.

OEA (2019), *Seminario Internacional sobre Prospectiva Tecnológica para las Américas (Prospecta Américas)*, <http://prospectaamericas.org/>

OCDE (2013), *Innovation-driven Growth in Regions: The Role of Smart Specialization*, Paris, published on <http://www.oecd.org/sti/inno/smart-specialisation.pdf>.

_____ (2015), *Manual de Frascati*. OCDE Publishing, Paris, published on file:///C:/Users/elgom/Downloads/manual_de_frascati_web.pdf.

_____ (2016), *The Internet of Things: Seizing the Benefits and Addressing the Challenges*, OCDE Digital Economy Papers, No. 252, OCDE Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jlwvzz8td0n-en>.

_____ (2018a), *OCDE Science, Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to Technological and Societal Disruption*, OCDE Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2018-en.

_____ (2018b), "IoT measurement and applications", OCDE Digital Economy Papers, No. 271, OCDE Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/35209dbf-en>.

_____ (2019a), *Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives*, OCDE Publishing, Paris, published on <https://doi.org/10.1787/9789264312012-en>.

_____ (2019b), *Artificial Intelligence in Society*, OCDE Publishing, Paris, published on <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>.

_____ (2020), *Main Science and Technology Indicators full database*. Publishing Paris, OCDE, Last update: 2019/2 (February 28, 2020), http://stats.OECD.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB.

ONU (2017), *Impacto del cambio tecnológico rápido en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*, Resolución A/RES/72/242 aprobada por la Asamblea General el 22 de diciembre de 2017, <https://undocs.org/es/A/RES/72/242>.

Presidencia de la República (Presidencia), 2019. Versión estenográfica de la Conferencia de prensa del presidente Andrés Manuel López Obrador del 18 de marzo de 2019. Disponible en: <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/conferencia-de-prensa-del-presidente-andres-manuel-lopez-obrador-del-18-de-marzo-de-2019?idiom=es>

Press Gil (2014), *12 Big Data Definitions: What's Yours?*, Forbes, Innovation, September 3, 2014, <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/09/03/12-big-data-definitions-whats-yours/#7ea33e6513ae>.

Romer, P.M., (1986). *Increasing Returns and Long Run Growth*. *Journal of Political Economy*, 94 (5).

Romer, P.M., (1990). *Endogenous technological change*. *Quarterly Journal of Economics*, 98 (5), p. 71-102.

Schmidt, Eric (2010), *Techonomy conference in Lake Tahoe, California, August 4, 2010*, <https://www.youtube.com/watch?v=UAcCIsrAq70&t=981s>.

Secretaría de Energía (SENER), (2015). *Ley de Transición Energética*. México, Diario Oficial de la Federación, 24 de diciembre de 2015.

Schumpeter, J.A., (1996). The Theory of Economic Development. Transaction Publishers: 1996 reprint (publicado originalmente en 1934).

Solow, R.M., (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics and Statistics, 39 (3): p. 312-20.

Stratmann, T., (2005). The cost to the nation of underinvestment in educational R&D. New America Foundation. Spectrum Series Working Paper 10.

Statista (2018a), Volume of data/information created worldwide from 2010 to 2025 (in zettabytes), published by S. O'Dea, Feb 28, 2020, <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>.

_____ (2018b), Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025 (in billions), www.statista.com/statistics/471264/iot-number-ofconnected-devices-worldwide/.

The World Bank (2020), World Development Indicators. The World Bank Group, 2020, published on <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

