

# Cambio tecnológico exponencial y los ODS

## *Exponential Technological Change and the SDGs*

José Ramón López Portillo

Presidente de Q-Element

*jrlopezportillo@aol.com*



### **Resumen:**

El autor de este artículo reflexiona sobre el cambio tecnológico exponencial y su impacto en el cumplimiento de los ODS, hace hincapié en su importancia y lo califica como profundo y universal. Señala que de su conducción ordenada depende el futuro de la humanidad y su bienestar. Habla de la tecnología como el motor del desarrollo sostenible, que ofrece extraordinarias oportunidades para aumentar el bienestar y alcanzar los ODS. Su logro dependerá de la adaptación de la gobernanza y del marco regulatorio a estos cambios acelerados, así como de invertir (países emergentes incluidos) en los sectores que impulsen el cumplimiento de los ODS.



### **Abstract:**

In this article, the author reflects on exponential technological change and its impact on SDGs compliance, emphasizes its importance and describes it as profound and universal. He points out that the future of humanity and its well-being depends on his orderly conduct. The author speaks of technology as the engine of sustainable development, offering extraordinary opportunities to increase well-being and achieve the SDGs. According to him, this achievement will depend on adapting the governance and regulatory framework to these accelerated changes, as well as investing (including emerging countries) in the sectors that promote compliance with the SDGs.



### **Palabras clave:**

Cambio tecnológico exponencial, desarrollo sostenible, tecnología, ODS.



### **Key Words:**

Exponential technological change, sustainable development, technology, SDGs.

# Cambio tecnológico exponencial y los ODS

*José Ramón López Portillo*

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 constituyen la visión ideal de lo que la humanidad puede aspirar a lograr en la siguiente década, pues ya han transcurrido cinco años desde su adopción. Componen un conjunto de objetivos interdependientes, políticos, económicos, sociales, culturales y ambientales, respaldados por 169 metas y 232 indicadores. Sin embargo, la mayor parte está poco definida y cuantificada en términos de metodología, datos y métricas, lo que es una debilidad del amplio consenso logrado.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) está preocupada porque los promedios globales de los indicadores están inevitablemente sesgados hacia los países desarrollados, pues es allí donde residen las principales instituciones de educación superior (IES) y los centros de investigación e innovación. Es en estos países donde se genera la mayor parte de la información, documentos y análisis, y después se extrapolan al resto del mundo. Ello dificulta saber cuáles caminos efectivos están abiertos a cada nación para avanzar hacia los ODS, y cuáles son inviables o podrían ser contraproducentes.

Si bien el progreso sinérgico es la base de la Agenda 2030, convocarlo en el ámbito internacional y nacional representa un desafío mayor y más complejo de lo que en apariencia es, pues históricamente han tomado precedencia los intereses y las condiciones nacionales en cada país. El progreso no dependerá principalmente ni de la “bondad” de los ODS ni tampoco de la advertencia de riesgos catastróficos inminentes. Resultará de lo que se perciba como “mejor” y “viable” para cada país, región, localidad o industria

en un momento dado. En otras palabras, la sostenibilidad de cualquier estrategia hacia los ODS tiene que ir de la mano con su viabilidad económica, social y política inmediata; asimismo, sus beneficios deben ser evaluados, interpretados y defendidos constantemente. En consecuencia, nadie quiere o puede avanzar al unísono hacia todos los ODS.

El problema del alcance de los ODS es aun menos rastreable porque la Agenda 2030 había ignorado el impacto cada vez mayor y decisivo del progreso exponencial de las tecnologías de punta. Ni comprendía ni reconocía explícitamente que las tecnologías de frontera estaban cambiando de manera cada vez más profunda, rápida e inesperada el panorama de desafíos y oportunidades hacia los ODS. Por ello, México ha liderado un movimiento diplomático para instituir la necesidad universal de recopilar información relevante del avance científico-tecnológico, estudiar y correlacionar su preeminencia para el alcance de los ODS, divulgar ampliamente su potencial y probable impacto socioeconómico tanto positivo como negativo, y traducir sus implicaciones a política pública. La iniciativa mexicana se materializó en la resolución de la ONU sobre “El Impacto del rápido cambio tecnológico en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible”,<sup>1</sup> y en la instauración de una diplomacia científica y de innovación.

## La importancia del cambio tecnológico exponencial

El mundo ha tardado en comprender que se enfrenta a una era de cambio tecnológico exponencial, profundo y universal, de cuya conducción ordenada depende el futuro de la humanidad y su bienestar. Se monta sobre otras dinámicas globales, ya de por sí altamente disruptivas, como el calentamiento global, el deterioro medioambiental, la desigualdad extrema, el envejecimiento poblacional, la ciberseguridad, el bioterrorismo, la guerra nuclear, entre otros.

---

<sup>1</sup> Véanse Asamblea General de la ONU, “Impacto del cambio tecnológico rápido en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible”, A/RES/72/242, 18 de enero de 2018; Consejo Económico y Social, “Aprovechamiento de las nuevas tecnologías para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Informe del Secretario General”, E/2018/66, 21 de mayo de 2018; SRE, “Impacto del cambio tecnológico exponencial en el desarrollo sostenible y la paz”, A/72/234, 17 de octubre de 2017.

Nos encontramos en un punto de inflexión. Ningún país puede evadirlo ni superarlo sólo. El futuro será muy distinto del presente y cada vez más incierto, para bien o para mal. Las nuevas tecnologías ofrecen ventajas colosales, como superar la pobreza, el hambre, la ignorancia, la enfermedad, la violencia y la escasez de energías limpias. Pueden desatar las fuerzas creativas y colaborativas de la población mundial, y crear igualdad de oportunidades y seguridades para todos. No obstante, sus aplicaciones irracionales, beligerantes, abusivas o negligentes podrían conducir a tragedias sociales e, incluso, a catástrofes globales.

Las opciones son, por una parte, el acelerado y continuo progreso tecnológico conducente a mayor abundancia y el alcance de los ODS; por otra parte, el colapso de la civilización humana como la conocemos (aunque es muy improbable que existan rutas intermedias). Todo depende de la colaboración orquestada del mundo entero, de lo que hagamos hoy. Estas cuestiones deben ser atendidas de manera urgente, ya que las consecuencias de no hacerlo serían tanto o más inminentes y devastadoras que las predicciones del calentamiento global, cuyo control mismo depende también del uso tecnológico racional.

Hasta ahora, el avance tecnológico se ha sentido gradualmente. Sin embargo, hemos entrado a la fase en la que es repentino, inesperado, generalizado y altamente disruptivo. De hecho, se viene encima como un tsunami cada vez más grande, más poderoso y sin pausa. Los atributos de eficiencia, rapidez, alcance, capacidad y sinergia de las tecnologías de frontera han seguido una curva logarítmica, una ruta exponencial. Su avance inexorable está empotrado en las fuerzas del mercado y las geopolíticas. Cada línea de progreso tecnológico genera cientos de productos, servicios y procedimientos. Ello estimula nodos de innovación y paradigmas tecnológicos, en un proceso de ramificación sobre el que se monta la aceleración de futuras innovaciones tecnológicas.

Los gobiernos de países líderes arriesgan fondos públicos en investigación y desarrollo básico, en infraestructura, plataformas y oportunidades sobre las cuales empresarios y capitales de riesgo forjan nuevas industrias, mercados y retornos. Transforman las bases y el horizonte sobre el que surgirán paradigmas cada vez más disruptivos y vertiginosos.

Este progreso está hoy liderado por la revolución digital y la inteligencia artificial (IA). Son las fuerzas globales, inmediatas, profundas e irreversibles

más transformadoras, jamás creadas. Alteran todos los ámbitos de la vida humana y abarcan la totalidad de la generación de los descubrimientos científicos, del desarrollo tecnológico y del proceso innovador. Ofrecen grandes oportunidades para aumentar el bienestar social y asegurar un progreso sostenible, pero acarrearán importantes retos y peligros, principalmente en vista de la carrera hacia la supremacía tecnológica entre países y regiones.

La internet y la digitalización bajan los costos de toda transacción, inducen mayor eficiencia, y otorgan mayor acceso a usuarios, innovadores y empresarios. Todo lo digitalizable se puede reproducir fiel, ilimitada y universalmente. Aparecen nuevos productos, servicios y mercados acompañados de mayor productividad y utilidades y, muy importante, el costo marginal de nuevas unidades producidas tiende a cero, creando una creciente deflación tecnológica. Ello auspicia la hiperconectividad del mundo entero, facilita el transporte eficiente, seguro y sostenible, e induce el surgimiento y la diseminación de energías limpias.

No obstante, el mundo no está preparado para el poder disruptivo de estas tecnologías y de la IA. Los países avanzados están induciendo al resto del mundo a adoptar y aplicar la mayoría de las innovaciones de vanguardia. Pero, incluso en estos países, la difusión de estas prácticas es muy irregular y, a menudo, controvertida. Unas cuantas corporaciones y economías impulsan y se benefician de su propagación, mientras que la creciente brecha económica y digital amenaza a los más vulnerables, sobre todo en países en desarrollo.

Prevalece un creciente desequilibrio entre, por una parte, el uso de datos, la privacidad, los derechos humanos respectivos y, por la otra, los intereses geopolíticos, la seguridad y la soberanía nacionales. Se está expandiendo la población digital, cautiva de corporaciones y gobiernos. En varios países, la vigilancia impulsada por la IA ya implica monitoreo de todos, todo el tiempo. La aplicación de instrumentos digitales inteligentes al control social, a la autocensura y a la manipulación de la percepción pública de legitimidad del régimen, es la amenaza más formidable contra la democracia y la libertad. De hecho, como varios estudiosos lo han vaticinado, la disputa entre la democracia liberal, el autoritarismo digital y, eventualmente, el totalitarismo tecnológico definirán al siglo XXI y el futuro de la humanidad.

## La tecnología como motor del desarrollo sostenible

A pesar de los desafíos ya mencionados, sin duda la explosión tecnológica acarrea extraordinarias oportunidades para alcanzar los ODS y dar saltos cuánticos en todas las esferas del bienestar humano. Sin embargo, debe ser comprendida, adaptada y conducida de la manera más efectiva posible para minimizar su inevitable impacto negativo, como la redundancia ocupacional, una mayor desigualdad y la preponderancia de unos cuantos países, corporaciones y grupos sociales.

Hay evidencia abundante de la decreciente participación del sector laboral en el PIB mundial, así como de la mayor concentración del ingreso en los sectores ricos de la sociedad. Deriva, en parte, de la globalización, la financiarización, la especulación y el surgimiento de grandes corporaciones digitales. Igualmente, se observan menores ingresos conforme más bajas son las cualificaciones académicas y las destrezas laborales. Ello refleja la creciente inadecuación de las habilidades humanas para cubrir las nuevas ocupaciones creadas, y desata una lucha contra la inutilidad y la redundancia, que se refleja en una desigualdad cada vez más extrema. Países y regiones corren el riesgo de una desindustrialización prematura y de su irrelevancia en la futura economía global.

Muchos modelos económicos han buscado predecir el impacto tecnológico probable sobre ocupaciones y desigualdad. Lamentablemente, no hay coincidencia entre ellos. Se desconoce la dinámica del desplazamiento y de la creación de nuevas ocupaciones, de la perpetuación de empleos según su valor y calidad, y de la viabilidad de instruir y reconvertir a la población al ritmo creciente del avance tecnológico. Es especialmente preocupante la carencia de estudios en países en desarrollo, pues la mayoría surgen y se centran en los avanzados.

Lo que queda claro es que el mercado laboral y el de tecnologías emergentes no se estabilizarán en ninguna parte. La IA y la digitalización tienen aún un enorme potencial por delante. Su impacto disruptivo continuará sin tregua y de manera acelerada en las próximas décadas. El que vaya en beneficio o en detrimento de la sociedad dependerá del grado de colaboración internacional, del robustecimiento del multilateralismo y de políticas públicas auspiciadoras de un emprendimiento responsable e inclusivo.

Hemos dejado atrás el viejo modelo de globalización y de desarrollo, fincado en ventajas comparativas y competitivas tradicionales, y en estabilizar mercados. La revolución digital ha alterado las cadenas de valor globales. La industrialización ha cesado de ser la vía hacia el desarrollo y el bienestar económico. La nueva globalización está impulsada por la economía del conocimiento y de los intangibles, con menor participación de ocupaciones manuales y de gestión tradicionales. La lucha actual reside en absorber, adecuar y encauzar la IA y la revolución digital al bien común en cada país y a nivel global.

Por ello, es urgente subirnos al tren tecnológico, sin dejar a nadie atrás. Cerrar la brecha entre la percepción política de los problemas existentes y de las soluciones tecnológicas a la mano. Comprender, medir, comunicar, proteger y financiar misiones de innovación específicas para encontrar soluciones. Crear máxima adaptabilidad y capacidad tecnológica de respuesta. Aprender a aprender y aprender a emprender a prueba de futuro.

Al interior de la mayoría de los países se conoce poco sobre cómo desartar las fuerzas creativas de individuos y comunidades por medios digitales, para generar innovación y desarrollo tecnológico positivo, sobre todo entre los más vulnerables. Pocos Estados comprenden que la relación entre innovación y crecimiento es fundamental para todo desarrollo económico sostenido, pero que no es lineal.

Existe una correlación alta y positiva entre indicadores como el gasto público y privado en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). El número de solicitudes de patentes presentadas por residentes y no residentes, de artículos científicos y revistas producidos, de investigadores y técnicos disponibles y de instituciones de investigación en cada país parecerían ser buenos marcadores de la fortaleza de las capacidades científico-tecnológicas y de innovación. Sin embargo, no son suficientes.

Muchos ejemplos internacionales prueban que los factores más determinantes son el grado de coordinación y comunicación entre los diferentes actores del ecosistema de innovación, la circulación horizontal del conocimiento y de las aplicaciones tecnológicas en una economía y la robustez del emprendimiento innovador. Esta composición de factores es más importante que cualquier tasa o proporción de gastos en investigación y desarrollo (I+D) respecto del PIB.

Países emergentes como México requieren fortalecer su ecosistema de innovación productiva, con el impulso de un emprendimiento de impacto. Ello significa que los modelos de negocio coincidan, tanto con los intere-

ses de los inversores, como con el logro de altos niveles de impacto social y ambiental positivos, ajustados al riesgo. Ésta es la respuesta imprescindible hacia un capitalismo ético y un desarrollo sostenible e inclusivo, que genere igualdad de oportunidades y de seguridades. Dependerá de una efectiva adaptación de la gobernanza y del marco regulatorio al cambio tecnológico acelerado. Esto se podría implantar siguiendo el ejemplo de países que exitosamente han dado el paso hacia la creación de un ecosistema empresarial y social altamente innovador. Aquí la innovación no significa, necesariamente, inventar tecnologías y sistemas de punta, sino utilizar los existentes en el mundo entero para absorberlos y adaptarlos a las necesidades nacionales, locales, sectoriales y comunitarias.

## Retos para la próxima década

A cinco años de la adopción de la Agenda 2030, el avance ha sido muy dispar de país a país, y de ODS a ODS. La crisis causada por la covid-19 dejará a la economía mundial debilitada. La globalización y sus principios serán puestos a prueba. Las cadenas de producción y servicios serán alteradas con base en una lógica de seguridad nacional sobre la eficiencia comercial y el financiamiento internacional. El panorama de la globalización está modificándose de manera impredecible, lo que distorsiona las estrategias concebibles y viables hacia los ODS en cada país. Por ello, contar con datos ordenados y confiables, que puedan ser compartidos por todos, será fundamental.

La ONU estableció un equipo de trabajo interinstitucional sobre ciencia, tecnología e innovación (CTI) y un grupo de 10 expertos independientes para apoyar el Mecanismo de Facilitación Tecnológica (TFM, por sus siglas en inglés). Ambos apoyan al Foro de CTI para los ODS, que es colaborativo e incluye a múltiples partes interesadas. Este mecanismo depende substancialmente de la plataforma en línea para el FTM, aún en desarrollo. Su construcción y uso son una prioridad, sobre todo para países emergentes y en desarrollo, y es parte fundamental para responder a la dinámica del cambio tecnológico. Es necesario invertir los recursos necesarios para que se termine de construir y se puedan recopilar datos, información, estudios, prácticas sobre las tecnologías exponenciales y tradicionales y sus efectos.



Tener datos suficientes y de alta calidad sobre qué tecnologías se están produciendo, cuáles estarán disponibles comercialmente en los próximos años —incluidos los costos relativos—, permitirá determinar qué problemas existen en cada caso, cuáles tecnologías deben desarrollarse, inhibirse, adaptarse o condicionarse para su uso, en función de su potencial utilidad, beneficio o perjuicio socioeconómico. La información resultante se aplicará para predecir, evaluar y retroalimentar la efectividad de las estrategias, modelos e incentivos seguidos hacia los ODS, y la utilidad de las directrices y los mapas de ruta diseñados para incorporar la CTI en los planes y políticas nacionales y en la diplomacia internacional.

Ciertamente, el cometido de la ONU de elaborar directrices y mapas de ruta universales y válidos es muy difícil de lograr. El esfuerzo tiene que concebirse como una estructura fractal, invariante en la escala, pero que deberá ser desarrollada y adaptada en cada país y región. Ello requiere, primero, de tener sistemas de consulta verticales y bidireccionales para entender los principales problemas, los cuellos de botella por región y sector en cada país y saber cómo priorizar las soluciones. Segundo, además de la plataforma en línea del TFM, las otras que se consulten deberán ofrecer la experiencia empírica de las mejores prácticas internacionales, visualizar los cuellos de botella más comunes y las soluciones satisfactorias encontradas. Tercero, deberá encontrarse suficiente financiamiento para el desarrollo de ecosistemas de innovación, de un emprendimiento de impacto, del fortalecimiento de la educación y la capacitación y de la coordinación entre las partes interesadas.

La comunidad de CTI puede contribuir enormemente a atender estos desafíos, perfeccionando una “caja de herramientas tecnológicas” que utilice la información de la plataforma y el mapa de ruta. Un ecosistema de asesoramiento científico internacional, correspondido por uno a nivel nacional, podría ayudar a traducir estos esfuerzos en adaptaciones regulatorias, institucionales y de política pública;<sup>2</sup> en sistemas de fomento de asociaciones

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, la Unión Europea y los países de la UE están implementando algunas de estas ideas de manera sistemática, a través de iniciativas de alto nivel, grupo asesor y grupo de expertos relacionadas con el tema. Estos grupos integran expertos en I+D+i, responsables de la toma de decisiones y empresas para crear ideas y encontrar soluciones a desafíos específicos.

público-privadas; en inducir al capital de riesgo para financiar misiones de innovación prioritarias y en impulsar el emprendimiento de impacto.

## Consideraciones finales: el camino hacia adelante

Ciertamente no existe una “talla única para todos”; sin embargo, está claro que, en los países emergentes más exitosos, los gobiernos no sólo corrigen las fallas del mercado para dar certidumbre a los intereses del sector privado, sino que desempeñan un papel de liderazgo en la I+D básica, y en la creación de infraestructura y de mercados para los nuevos productos, servicios y procedimientos. Concentran recursos institucionales, inversiones y financiamiento a largo plazo en misiones de innovación, específicas y cuantificables.

La participación de los gobiernos es esencial porque están en una posición única para movilizar recursos, comunicar a todos los actores del ecosistema de innovación y asumir proyectos de innovación de alto riesgo, como la infraestructura e investigación básica requeridas para el avance tecnológico, que el sector privado no podría o no querría asumir. Un ejemplo clave es la extensión y garantía de servicios universales, confiables, accesibles y asequibles de energía y de internet para todos, y de enseñanza del uso de plataformas digitales.

Aunque se ha propuesto muchas veces, hoy existen nuevas condiciones para renovar con éxito los programas flexibles y adaptativos que enseñan a “aprender a aprender y a emprender” con un espíritu empresarial más dinámico y efectivo, sin dejar a nadie atrás. A diferencia de emprendedores tradicionales, los de impacto fomentan la creación de empresas con innovaciones éticas en sus productos, procesos, servicios y formas de comercialización. Son escalables y, gracias a su visión global, participan en la creación de nuevos mercados y en la consolidación de megatendencias. Detonan un gran número de empleos de calidad y, sobre todo, generan valor circularmente pues, además de producir beneficios económicos en su entorno, lo modifican de manera positiva, favoreciendo a su comunidad, al medioambiente, a los trabajadores y proveedores y, por supuesto, a sus socios inversionistas y a la industria en la que participan.

Ésta es una pieza clave de toda estrategia hacia los ODS, que está a la mano de prácticamente todos los países del orbe. No obstante, es necesario que la comunidad internacional y los gobiernos creen las condiciones financieras, institucionales, de infraestructura, de mercado y de apoyo fiscal para materializarla. Aún queda una década para instrumentar la Agenda 2030. Por ello, es indispensable invertir recursos en sectores que impulsen de manera más eficiente el cumplimiento de los ODS.