

# Latinoamérica: inclusión digital y sociedad del conocimiento

Latin America: digital inclusion and knowledge society

Lucero Edith Herrera-Carrillo

**Resumen:** La sociedad digital del conocimiento contemporánea tiene su origen en la comprensión de la naturaleza profunda y compleja de la materia, la energía y la vida que permitieron los avances científico-tecnológicos a partir del siglo XX. Durante las postrimerías de dicho siglo se empezó a hablar de aldea global digital, en virtud de la elevada conectividad e interoperabilidad de sus procesos culturales, biológicos, sociales, económicos y geopolíticos en el ámbito planetario, intensivos en volúmenes masivos de información en tiempo real. En consecuencia, la imbricación de las redes sociales telemáticas como un medio comunicacional sin precedentes, la innovación en todas las esferas del conocimiento y la antropología cultural, permiten observar nuevas perspectivas latentes sobre la vida y la sociedad. En este marco se destacan los retos actuales relacionados con las aspiraciones de convivencia armónica y sustentable que plantea la integración regional impulsada por la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños, CELAC. El artículo consta de tres partes: 1. Aldea global digital: desafíos educativos, científicos y tecnológicos; 2. Latinoamérica e inclusión digital, 3. Innovación como factor relevante del crecimiento y el desarrollo económico. Conclusiones.

**Palabras clave:** sociedad del conocimiento, CELAC, etnografía digital, antropología.

**Abstract:** The contemporary digital knowledge society has its origins in the understanding of the deep and complex nature of matter, energy and life that allowed scientific-technological advances starting in the 20th century. During the end of that century, people began to speak of a global digital village, due to the high connectivity and interoperability

---

Lucero Edith Herrera-Carrillo. Investigadora posdoctoral invitada en el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. Correo electrónico: lucedith@hotmail.com

Fecha de recepción: 23-01-24 / Fecha de aceptación: 26-03-24

of its cultural, biological, social, economic and geopolitical processes at a planetary level, intensive in massive volumes of information in real time. Consequently, the imbrication of telematic social networks as an unprecedented communication medium, innovation in all spheres of knowledge and cultural anthropology, allows us to observe new latent perspectives on life and society. In this framework, are highlighted the current challenges related to the aspirations for harmonious and sustainable coexistence posed by regional integration promoted by the Community of Latin American and Caribbean States, CELAC. The article consists of three parts: 1. Digital global village: educational, scientific and technological challenges; 2. Latin America and digital inclusion, 3. Innovation as a relevant factor of economic growth and development. Conclusions.

**Keywords:** knowledge society, CELAC, digital ethnography, cultural anthropology, technological innovation, Latin America integration.

## Introducción

Este trabajo articula hechos relevantes asociados con los retos latinoamericanos en la sociedad del conocimiento y sus implicaciones culturales, en una diversidad de disciplinas indispensables para comprender su naturaleza, las oportunidades de progreso individual y social que representa, así como desafíos indispensables de superar para acceder a tales oportunidades, como condicionante *sine qua non*. En México, la inclusión digital y el acceso a la sociedad del conocimiento se encuentran como preceptos contenidos en el artículo 6° constitucional, cuyo estudio tiene el marco de referencia de las ciencias cognitivas, las cuales conllevan un enfoque multidisciplinario en un plano epistemológico de obligada contrastación empírica con base en grandes volúmenes de datos. La vertiginosa velocidad de la innovación tecnológica –cuyas raíces profundas alcanzan los avances filosóficos y científicos logrados a través de la historia–, dio lugar a la llamada *aldea global digital*, sustentada en una elevada conectividad de las redes telemáticas planetarias de gran impacto en la educación, la ciencia, la economía y la gobernanza institucional. Por estas razones, en este trabajo se incluyen una serie de gráficas interrelacionadas sobre el estado de la digitalización y los retos que enfrenta Latinoamérica en su proyectada integración promovida por la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC). Los hechos aquí mencionados, tanto como los comentarios relativos al tema de investigación, se sustentan en referencias originadas en instituciones de reconocido prestigio.

## Aldea global digital: desafíos educacionales, científicos y tecnológicos

De acuerdo con Piaget y García, se puede decir que el siglo XXI se caracteriza por las posibilidades abiertas en la etapa histórica precedente, la cual dio lugar al proceso actual de construcción y acumulación del conocimiento, reorganizado y depurado en niveles progresivos de abstracción y complejidad (1982, p. 15). Hay quien afirma que en la ac-

tualidad el acervo de conocimiento se duplica en cortos periodos, asociado con nuevas tecnologías y volúmenes masivos de datos.

Sin embargo, existen voces autorizadas que llaman a la reflexión sobre consecuencias indeseables de estas tecnologías, por ejemplo, António Guterres, secretario general de las Naciones Unidas, expresó:

Mientras tanto, algunos gobiernos utilizan el software espía y la vigilancia masiva para controlar a su gente, pisoteando sus derechos fundamentales. Estas tendencias peligrosas podrían multiplicarse exponencialmente por la Inteligencia Artificial. La humanidad está entrando en una nueva era tecnológica. Pero estamos lejos de estar preparados. La Inteligencia Artificial está desafiando nuestro sentido colectivo de la realidad. Incluso sus creadores han pedido barandillas, antes de que sea demasiado tarde. Pero no tenemos los comienzos de la gobernanza digital global. Es por eso que pido un Pacto Digital Mundial que reúna a los gobiernos, las organizaciones regionales, el sector privado y la sociedad civil. También nombraré un grupo asesor de alto nivel sobre inteligencia artificial. Y estoy abierto a cualquier iniciativa de los Estados miembros para crear una agencia internacional para la inteligencia artificial, que podría inspirarse en la Agencia Internacional de Energía Atómica. Esa sería una institución que podría concentrarse, por un lado, en el conocimiento, el conocimiento profundo sobre la Inteligencia Artificial y sus desarrollos y, al mismo tiempo, tener el tipo de mecanismo de monitoreo que sería necesario para evitar las peores consecuencias de la Inteligencia Artificial (2023).

Por otra parte, sobre la inseguridad digital, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) ha manifestado que:

Los costos de un ecosistema digital inseguro pueden ser inmensos. Estimaciones del costo global potencial de los ciberataques han aumentado a USD 6 trillones por año (igual al PIB combinado de Francia y Alemania) y aumentan cada año (OECD, 2021). [...]. De acuerdo con CyberPeace Institute, 253 incidentes en 32 países en 2021 afectaron al sector salud, con un promedio de más de 21 días de impacto operativo y más de 13 millones de registros afectados (OECD, 2022, p. 13).

Las preocupaciones de múltiples líderes políticos sobre los impactos sociales de las nuevas tecnologías han dado lugar a proyectos legislativos y normas jurídicas para regular el desarrollo y aplicación de estas innovaciones. Por ejemplo, el proceso de legislación sobre inteligencia artificial (IA) en el parlamento europeo (Acta sobre Inteligencia Artificial), entre otros, alcanzó los siguientes acuerdos:

Enmienda 3. Propuesta de reglamento. Considerando 1. Ciertos sistemas de IA también pueden tener un impacto en la democracia, el estado de derecho y el medio ambiente. Estas preocupaciones se abordan específicamente en los sectores críticos y los casos de uso enumerados en los anexos del presente Reglamento.

Enmienda 26. Propuesta de reglamento. Considerando 9. Los espacios online tampoco están cubiertos, ya que no son espacios físicos. Sin embargo, el mero hecho de que puedan aplicarse determinadas condiciones para acceder a un espacio determinado, como entradas o restricciones de edad, no significa que el espacio no sea de acceso público en el sentido del presente Reglamento. En consecuencia, además de espacios públicos como calles, partes relevantes de edificios gubernamentales y la mayoría de las infraestructuras de transporte, espacios como cines, teatros, campos deportivos, escuelas, universidades, partes relevantes de hospitales y bancos, parques de diversiones, festivales, tiendas y centros comerciales normalmente también son de acceso público (2023).

De particular interés público son las restricciones de acceso a espacios donde la libertad de elección se encuentra asociada a la motivación humana y al disfrute de la vida. En alusión a lo expresado por António Guterres, se trata de restricciones cuya facticidad tecnológica alcanza cualquier grado, sin límites, lo que podría conducir a la antagónica dicotomía entre políticas públicas reguladas y derechos fundamentales, cuyo equilibrio, como se sabe, sólo puede alcanzarse en democracia y en términos del principio constitucional de proporcionalidad, cuando los derechos involucrados entran en conflicto (Velasco, 2020, p. 266), lo que es materia del juez de constitucionalidad y de especial interés para el legislador.

En el congreso de Estados Unidos, la intensa actividad legislativa, de acuerdo con Zhang D. et al., en 2021 alcanzó la siguiente cantidad de menciones:

En los Estados Unidos, la actual sesión del Congreso (la 117) está en camino de registrar la mayor cantidad de menciones relacionadas con la AI desde 2001, con 295 menciones a fines de 2021, a mitad de la sesión, en comparación con 506 en la sesión anterior (Zhang et al., 2022, p. 183). [Traducción propia]

Se puede decir que la elevada tasa de innovación en todas las tecnologías que se mencionan en este artículo es inalcanzable cuando el déficit educativo es elevado y progresivo. Lo anterior permite anticipar dos consideraciones: (i) Si al vertiginoso desarrollo de la IA agregamos el de la tecnología 5G (*Quinta Generación de redes móviles con el Protocolo Internet IP, Evolución de Largo Plazo*) y el de la nanotecnología, las capacidades de innovación parecen ilimitadas. (ii) La dinámica progresiva de la innovación científico-tecnológica tiene como primotor el binomio talento e imaginación, respecto a lo cual Einstein sentenció que “es más importante la imaginación que el conocimiento” (M. García & Martkovic, 2012); lo anterior conduce a las siguientes interrogantes: ¿cómo se podría regular o acotar dicho primotor, sería esto posible?, ¿es pertinente que los tecnólogos que lideran estas innovaciones en el mundo influyan de forma determinante en las prioridades y dirección de prácticas culturales, políticas y normativas en la sociedad contemporánea? Entre otros pronunciamientos de dirigentes políticos sobre el papel de las redes sociales, en 2021 Steffen Seibert, portavoz del gobierno de la República Federal de Alemania, señaló que: “el derecho fundamental a la libertad de expresión es un derecho elemental que puede ser intervenido,

pero de acuerdo con la ley y en el marco definido por los legisladores, no por una decisión de los administradores de las plataformas de redes sociales” (diario *Reforma*, 2021).

Como se puede inferir de todo lo anterior, los desafíos planteados por la innovación contemporánea para la regulación de estas tecnologías y servicios amerita prevenciones especiales, la inteligencia artificial constituye un ejemplo ante el reto de reglamentar el proceso de creación, transformación y aplicación de conocimientos. A diferencia de otras tecnologías orientadas al tratamiento de datos, la IA procesa conocimientos, desde su versión denominada ‘sistemas expertos’ en 1965:

[...] un sistema experto se basa en dos componentes: una base de conocimientos y una máquina de inferencia. [...] Los hechos para una base de conocimientos deben adquirirse de expertos humanos a través de entrevistas y observaciones. Este conocimiento suele representarse en forma de reglas “si-entonces” (reglas de producción): “Si alguna condición es verdadera, entonces se puede hacer la siguiente inferencia (o tomar alguna acción)”. [...] Los expertos humanos frecuentemente emplean reglas heurísticas, o “reglas de experiencia”, además de reglas de producción simples, como las extraídas de los manuales de ingeniería. [...] se aplican actualmente en diagnóstico médico, ingeniería petrolera e inversiones financieras (Zwass, 2016).

A la luz de la incidencia potencial por parte de la IA sobre los derechos fundamentales y de la expresión atribuida a Einstein sobre el conocimiento, antes mencionadas, se puede valorar la importancia de un tratamiento multidisciplinario de la innovación cognitiva para su regulación en el proceso legislativo, especialmente cuando Guterres nos previene de que “no tenemos los comienzos de la gobernanza digital global”, además de que se requiere “un conocimiento profundo” de la IA para esta función estratégica.

Lo anterior permite aquilatar la importancia de intensificar la interacción efectiva de los centros de investigación avanzada con las instituciones de educación superior, así como de incentivar al pensamiento crítico en las humanidades y todas las ciencias, con el sentido y alcance que enfáticamente precisa el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 del Conahcyt (Conahcyt, 2021, p. 23).

El acelerado desarrollo de algunas de las economías y la sociedad en general a partir de la segunda mitad del siglo XX –como consecuencia de los avances en microelectrónica, nuevos materiales, telecomunicaciones, informática, robótica y ciencias de la vida–, originó condiciones que permitieron una mayor conectividad e interoperabilidad de los procesos sociales, biológicos, culturales y económicos. Desde aquella época, la integración de las telecomunicaciones y la informática dio lugar a la definición de telemática,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> El término telemática se deriva de la integración tecnológica de las comunicaciones y la computación, C&C, la cual preclaramente anticipó desde 1977 el doctor Koji Kobayashi, entonces presidente de Nippon Electric Corporation, NEC (Pollack, 1996). El acrónimo C&C, posteriormente evolucionó en la industria para denotar la integración tecnológica en Comunicaciones, Computación y Componentes, CCC, estos últimos referidos a dispositivos microelectrónicos con muy alta escala de integración como circuitos integrados y microprocesadores.

la cual determinó el perfil de la sociedad del conocimiento contemporánea. En cuanto a la biología, dichos avances propiciaron el descubrimiento de la estructura del ácido desoxirribonucleico del ADN, base de la biotecnología. En estas transformaciones, de acuerdo con Hempel et al., las matemáticas desempeñaron un papel habilitador de innovaciones que hoy día caracterizan al siglo XXI (Hempel et al., 1974, p. 54).

Las posibilidades abiertas de la red telemática global crearon las condiciones para integrar, mejorar y facilitar la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte, recuperación y presentación de información por medios electrónicos, ópticos y magnéticos, las llamadas *tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. En México, el artículo 6° constitucional prescribe que “el Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet” (adicionado mediante decreto publicado el 11 de junio de 2013). Asimismo, esta norma jurídica establece que: “el Estado garantizará a la población su integración a la sociedad de la información y el conocimiento, mediante una política de inclusión digital universal con metas anuales y sexenales [...]” (Artículo 6° constitucional, inciso B, fracción I. Adicionado mediante decreto publicado el 11 de junio de 2013).

Las TIC han evolucionado para conformar una compleja arquitectura de interconexión de sistemas abiertos que constituye la base material de la sociedad del conocimiento, potenciada por la tecnología 5G, la cual se ubica en el centro de la competencia geopolítica mundial entre las naciones que lideran la llamada revolución industrial 4.0. De acuerdo con IBM, “los fabricantes están integrando nuevas tecnologías que incluyen Internet de las Cosas (IoT), computación y análisis en la nube, IA y Aprendizaje de Máquina (*Machine Learning*) en sus instalaciones de producción y en todas sus operaciones” (IBM, s/f). Según la consultora McKinsey, antes de 2014, en Google el término *Industry 4.0* era prácticamente inexistente y hasta 2019, el 68% de respuestas a una de sus encuestas reconoció la Industria 4.0 como un factor de alta prioridad estratégica.<sup>2</sup>

La maduración actual en el ciclo de vida de los paradigmas científico-tecnológicos del siglo XX permite advertir impactos de magnitud superlativa en la sociedad. Basándose en otros autores, Alexiou refiere que:

Desde pequeños artículos personales hasta los más grandes continentes, cualquier cosa y en cualquier lugar estará digitalmente conectada [...]. Las redes inalámbricas dominarán todo, en todas partes y transformarán la vida cotidiana, principalmente por medio de las revolucionarias tecnologías de quinta generación (5G), caracterizadas por arquitecturas minicelulares, procesamiento espacial masivo, tiempos de respuesta táctiles, procesamiento big data y virtualización, por nombrar algunas capacidades (2017, p. 1).

<sup>2</sup> <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir>

En un mundo hiperdigitalizado ocurren desafíos éticos y culturales cuyos linderos traspasan la individualidad, la privacidad y la libertad de expresión, en suma, la identidad y la condición humanas. Lo anterior, sin dejar de reconocer el cúmulo de oportunidades que conllevan estos cambios para el desarrollo personal en la sociedad del conocimiento, marcadamente condicionado por paradigmas tecnológicos que cambian a velocidades inalcanzables, los cuales originaron una nueva connotación en el concepto de *obsolescencia*, asociado al déficit educativo en las nuevas habilidades sobre las que ya descansan las oportunidades para el trabajo y el bienestar.

Como se puede apreciar, el entendimiento profundo de la IA, la sociedad del conocimiento, las ciencias cognitivas y las tecnologías digitales requiere una concepción multidimensional e interdisciplinaria de la cultura. Según Leach el funcionalismo de Malinowski nos llevó a considerar la cultura como un todo compuesto por una serie de cosas empíricas discretas de diferentes tipos como: grupos de personas, instituciones, costumbres, etc., que están interconectadas formando un mecanismo equilibrado (Leach, 1971, p. 8), en tanto que la palabra *institución* denota la permanencia orgánica de dichos elementos culturales.

Por sus implicaciones epistemológicas,<sup>3</sup> se puede decir que la génesis y evolución de la sociedad del conocimiento tiene sus fundamentos en el *Órganon*, donde se encuentran las bases de la teoría de categorías y la lógica formal (Aristóteles, 2016); asimismo, dicha sociedad tiene sus raíces en la llamada segunda revolución copernicana de Kant:

Ningún conocimiento *a priori* nos es posible, a no ser tan sólo de objetos de experiencia posible [es decir], que las categorías, por el lado del entendimiento, contengan los fundamentos sobre la posibilidad de toda experiencia en general. [Así] no conocemos *a priori* de las cosas, más que lo que nosotros ponemos en ellas. [Kant, giro copernicano. En el Prólogo de esta obra] Kant expresa que si Copérnico no se hubiera atrevido a buscar, de manera contraria a los sentidos pero sin embargo verdadera, los movimientos observados, no en los objetos del cielo, sino en el propio espectador, hubiese permanecido sin descubrir la fuerza que mantiene la estructura del universo (Kant, 2015, pp. 14, 15, 114).

Es decir, la inversión en la dirección en que ordenamos el conocimiento de las cosas, su categorización, desde nuestra razón hacia la naturaleza, “de manera contraria a los sentidos pero sin embargo verdadera”, constituye un fundamento de la epistemología formal y del método científico.

Particularmente —sin anacronismos y en sus debidas proporciones—, las contribuciones de Aristóteles, Boole, De Morgan, así como de Russell y Whitehead, principalmente,

<sup>3</sup> Epistemología: de acuerdo con Steup y Neta (Steup & Neta, 2020) gran parte del trabajo reciente en epistemología formal es un intento de comprender cómo se encuentran racionalmente restringidos por la evidencia nuestros grados de confianza en el conocimiento, por lo que en todos estos casos el propósito de la epistemología es el de entender los éxitos o los fracasos cognitivos.

explican en parte los fundamentos teóricos de la electrónica digital, los lenguajes de programación computacional, la telemática, internet, la robótica, la computación cuántica, la inteligencia artificial y las tecnologías 5G. Sólo hay que lanzar una búsqueda en el navegador con la etiqueta “aristotelian logic AND digital electronic design” para encontrar referencias que ubican el origen de las compuertas lógicas digitales básicas para el diseño de circuitos electrónicos integrados: AND, NAND, OR, NOR, NOT, XOR y XNOR en conceptos originarios y representaciones silogísticas definidas por *el Filósofo*, como se le llamaba durante el medioevo. De acuerdo con *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*:

Las obras lógicas de Aristóteles contienen el primer estudio formal de lógica con el que contamos. Lo más notable es que juntas componen una teoría lógica muy desarrollada, que fue capaz de inspirar un inmenso respeto durante muchos siglos: Kant, quien estaba diez veces más lejos de Aristóteles que nosotros de él, llegó a sostener que nada significativo se había añadido a las opiniones de Aristóteles en los dos milenios intermedios (Smith, 2022, párr. 4).

Dichas ‘compuertas lógicas’ tienen para la sociedad digital del presente una importancia similar a lo que significó la introducción en Europa de la numeración indo-arábiga y el pensamiento algebraico del Oriente que sustituyó a los números romanos. Devlin Keith (2011) ha expresado en su libro *The Man of Numbers: Fibonacci's Arithmetic Revolution*:

En 1202, Leonardo de Pisa, el hombre que muchos siglos después un historiador llamaría “Fibonacci”, completó el primer libro de aritmética de propósito general en Occidente, *Liber abbaci*, [...]. Años más tarde, el libro [...] unió las culturas matemáticas de los mundos árabe y europeo, al mostrar a Occidente la forma de pensar algebraica que constituye la base de la ciencia y la ingeniería modernas [Texto resumido] (2011, p. 4).

Para contemplar holísticamente la cadena de eventos históricos, en un trabajo sobre la relación entre los *Primeros Analíticos* de Aristóteles y *Las Leyes del Pensamiento* de Boole, Corcoran expresa que:

La publicación de *Las leyes del pensamiento* de Boole en 1854 dio inicio a la lógica matemática. Tarski (1941/1946) señala que ésta es la principal obra de Boole [...] a través de la cual se propuso unificar la lógica de Aristóteles y dotarla de un fundamento algebraico-matemático. Al principio de su trabajo, [Boole] dijo que la lógica no debe asociarse con la filosofía sino con las matemáticas [...]. Una vez que las proposiciones ecuacionales están disponibles, se pueden construir cadenas de razonamiento que involucran, además de analogías de las inferencias silogísticas tomadas del sistema de Aristóteles, inferencias ecuacionales tomadas del análisis matemático, incluidas álgebra y aritmética (2003, pp. 263, 270, 276).

Lo anterior representa un ejemplo del acervo de conocimiento que permanentemente vemos acrecentado como producto de iniciativas en instituciones de investigación y edu-

cación superior, así como en firmas industriales. Sin embargo, el núcleo duro de dicho acervo lo constituye la cantidad de patentes que efectivamente se registran en cada país, tanto por sus propios residentes como por personas no-residentes que provienen de otras latitudes.

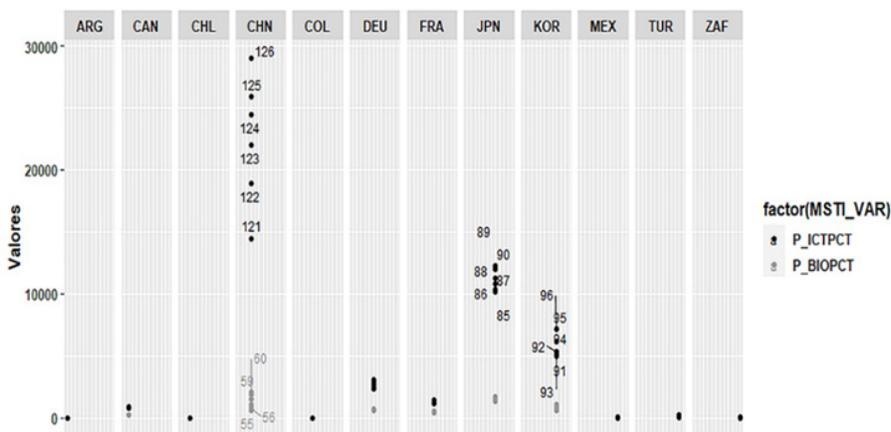
La Figura 1 ilustra las diferencias en una muestra de países<sup>4</sup> en la cantidad de patentes en tecnologías de la información y comunicaciones (China 29,047 Max. Puntos negros), respecto a las patentes en biotecnología (China 2,078 Max. Puntos grises). En ambos casos, los países asiáticos presentan puntuaciones sobresalientes.

En el caso de la biotecnología, Cabral menciona que:

En 2003, con la finalización del Proyecto Genoma Humano, se secuenció por primera vez el genoma humano completo. La secuenciación costó casi mil millones de dólares y tardó 13 años en completarse [...]. Por supuesto, el conocimiento científico obtenido del Proyecto Genoma Humano ayudó a impulsar la tecnología de secuenciación de ADN a su estado actual, pero otro factor importante en el proceso ha sido el avance de la informática y la ingeniería (Cabral, 2019).

Desde luego, la producción de conocimiento se fomenta mediante un flujo de inversiones dedicadas a la investigación y desarrollo, I&D. Las gráficas subsiguientes constituyen un indicio de lo anterior, entre 2014 y 2020. En la Figura 2 se presenta HP-TT, la cantidad

**Figura 1. Cantidad de patentes 2014-2020: Tecnologías de la información y comunicación (P\_ICTPCT-negro) y Biotecnología (P\_BIOPCT-gris)**



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD Stats. [https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUBOECG](https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUBOECG)

<sup>4</sup> Código usado por país: véase más adelante Figura 7, ISO 3 Country and Region Codes for Statistical Use maintained by the United Nations Statistics Divisions, ONU-FAO.

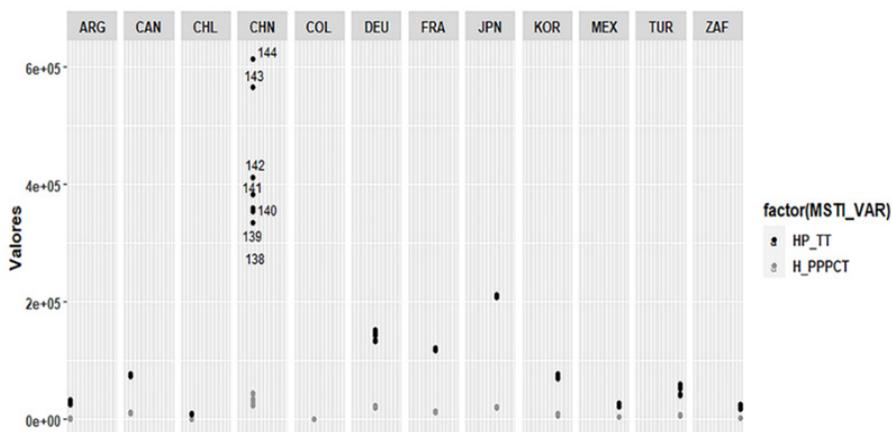
de personal de tiempo completo dedicado a I&D en instituciones de educación superior, así como H\_PPPCT, la inversión en I&D a precios constantes para esos años.

La Figura 2 indica la posición destacada de China, Japón y Alemania en términos de personal dedicado a I&D en educación superior y la inversión en I&D correspondiente. Existe abundante literatura donde se analizan y discuten tesis en los diversos dominios de las ciencias sociales, que tratan de explicar las asimetrías del desarrollo entre países en ambos extremos del espectro.

También se reconoce que la información aquí compilada únicamente representa un nivel de análisis básico en términos de su estadística descriptiva, lo que impide derivar conclusiones de mayor trascendencia en el plano idiosincrático de la etnografía digital. Para ello, se requiere alcanzar un nivel epistémico superior —y este es precisamente el *quid* del presente capítulo—, ya que es indispensable avanzar hacia la articulación de un conjunto de variables, relaciones funcionales y parámetros que permitan representar un modelo cognitivo del fenómeno en estudio (lo cual es materia de la segunda parte de esta investigación).

El desarrollo cultural de la humanidad no es ajeno a los claroscuros en la historia de cada país, por eso se habla en Latinoamérica de *Epistemologías del Sur Global*, como lo señala el Conacyt (2020, p. 25) en México. Esta urgencia de reencuentro por parte de los pueblos con su identidad y con su historia, de ninguna manera implica renunciar al acervo social de conocimiento ni a las mejores experiencias vitales de los pueblos del mundo.

**Figura 2. Educación superior 2014-2020: Cantidad personal tiempo completo en I&D (HP\_TT-negro). Inversión en I&D, términos reales, USD MM-PPP, (H\_PPPCT-gris)**

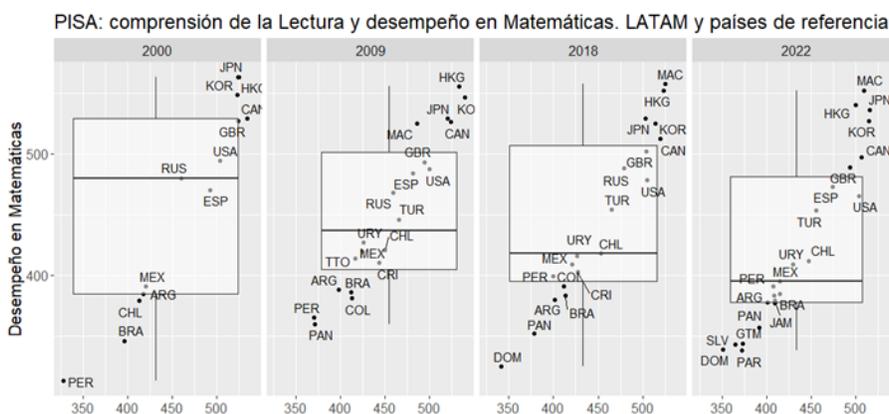


Fuente: Elaboración propia con datos de OECD Stats. [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUB](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB)

Por la importancia del sistema educativo de un país en su desarrollo cultural y científico-tecnológico, así como en la economía, en las siguientes figuras se presentan los resultados del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA), auspiciado por la OECD, especialmente países latinoamericanos y algunos referentes de mayor desarrollo, durante los años 2000, 2012, 2018 y 2022, periodo que permite una panorámica aproximada de los niveles fundamentales que conforman la base del sistema educativo.

En la Figura 3, la línea central horizontal de cada diagrama de caja representa la mediana de los indicadores correspondientes al eje vertical de ordenadas. Las líneas verticales en los extremos superior e inferior de cada caja representan la dispersión en el valor de los datos; esta figura muestra los resultados de la prueba para comprensión de la lectura en el nivel básico, que fomenta hábitos y vocaciones desde temprana edad, así como su relación con el desempeño en matemáticas por país.

**Figura 3. PISA: comprensión de Lectura y desempeño en Matemáticas. Latinoamérica y países de referencia 2000-2022**

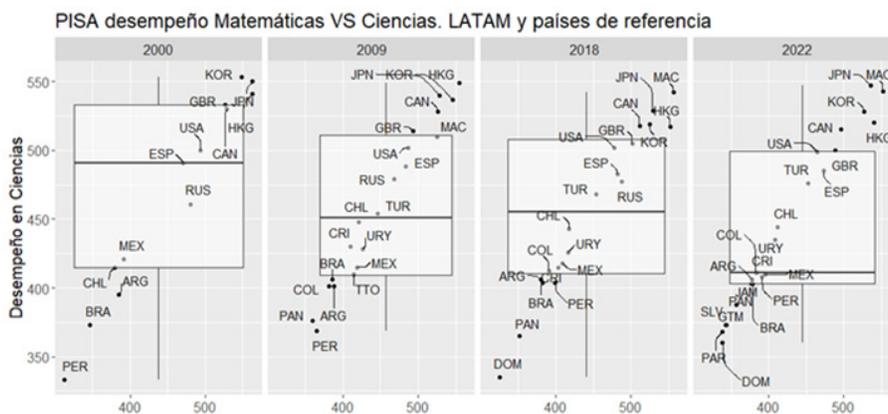


Fuente: Elaboración propia LEHC c/datos OECD-PISA.

Como se observa, los países de menor desarrollo en la muestra se ubican por debajo de la mediana. Se puede afirmar que el mejoramiento en habilidades de lectura, progresivamente se refleja en mejor desempeño en matemáticas, como efecto de capacidades de abstracción lógica incrementales. Lo notorio de la Figura 3 es que se observa una clara relación lineal entre ambas variables.

A continuación, en la Figura 4 se muestran los resultados del PISA sobre el desempeño en matemáticas y su relación con la prueba en ciencias, fundamentos de la sociedad del conocimiento.

**Figura 4. PISA: Desempeño en Matemáticas VS Ciencias.  
Latinoamérica y países de referencia 2000-2022**



Nota: En 2022 puntos debajo de mediana, MEX, PER, ARG y BRA.

Fuente: Elaboración propia LEHC c/datos OECD-PISA.

Es evidente la asociación directa entre desempeño en matemáticas y el mejor rendimiento en ciencias, desde luego, considerando que también la marginalidad social representa una fuerte limitante para la educación.

Independientemente del debate que ocurre hoy día en las ciencias sociales sobre la objetividad del conocimiento científico, éste sin duda es consustancial a la sociedad digital del conocimiento, más aún cuando:

[...] se considera la ciencia como un derecho humano [...] y un medio de promover la realización de otros derechos humanos y satisfacer las necesidades comunes a toda la Humanidad, incluyendo su relación con tecnologías susceptibles de impactar la integridad, la dignidad y los derechos humanos del individuo (Conacyt, 2020).

Desde mediados del siglo XX Miller (2003) destacó en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) que las nascentes ciencias cognitivas requerían la aplicación interdisciplinaria de psicología, lingüística, neurociencias, ciencias de la computación, antropología y filosofía.

Considero el momento de surgimiento de la ciencia cognitiva el 11 de septiembre de 1956, el segundo día de un simposio organizado por el “Grupo de Interés Especial en Teoría de la Información” en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. [...] el segundo día del simposio que tomo como el momento de surgimiento de la ciencia cognitiva. La mañana comenzó con un artículo de Newell y Simon sobre su “máquina lógica”. El segundo artículo era de IBM: Nat Rochester y sus

colaboradores habían utilizado la computadora más poderosa disponible entonces (una IBM 704 con una memoria central de 2,048 palabras) para probar la teoría neuropsicológica de los ensamblajes celulares de Donald Hebb. A continuación, Victor Yngve impartió una charla sobre el análisis estadístico de brechas y su relación con la sintaxis. [...] Actividades interdisciplinarias: sostuve que al menos seis disciplinas estaban involucradas: psicología, lingüística, neurociencia, ciencias de la computación, antropología y filosofía (Miller, 2003).

Hoy día, ninguna ciencia en forma aislada puede acercarse a lo que comúnmente se acepta por objetividad cognitiva –racional y científicamente restringida por la evidencia empírica–, en términos epistemológicos. En este contexto, entenderemos aquí la *objetividad asociada a los datos descriptivos* acerca de cualquier fenómeno de la naturaleza, en los términos definidos por Rosenblueth:

[...] podemos decir que serán tanto más completos cuanto menor es el margen de error de nuestras medidas. Si este error pudiera ser cero, la teoría científica correspondiente sería una verdad absoluta. De hecho, las teorías científicas siempre tienen algún error, la concordancia con los fenómenos naturales es únicamente relativa. El hombre de ciencia no tiene por qué preocuparse por la atmósfera de infalibilidad que pudiera parecer asfixiante. El error es un incentivo intelectual y es, además, un incentivo estético. La perfección absoluta no es bella, sino en tanto que es una asíntota, un ideal (Rosenblueth, 1971, p. 10).

Más aún, “hoy en día no existe una línea de separación precisa entre hipótesis y teoría científica [...] las pruebas absolutas y definitivas no existen en la ciencia” (Rosenblueth, 1971, p. 67).

Cabe destacar que el doctor Arturo Rosenblueth (1900-1970) fue un destacado científico mexicano, primer director del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, a quien Norbert Wiener, creador de la ciencia cibernética, dedicó su primer libro sobre esta disciplina, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*,<sup>5</sup> con las siguientes palabras: “To Arturo Rosenblueth for many years my companion in science”. Respecto a la cultura interdisciplinaria, Wiener, en el apartado ‘Introduction’ de su obra, expresa que “el doctor Rosenblueth y yo compartíamos la convicción de que las áreas más fructíferas para el desarrollo de las ciencias eran aquellas que habían sido descuidadas como tierra de nadie entre los diversos campos establecidos” (Wiener, 2019, 1961, 1948, pp. 2, 4). [Traducción propia]

El mundo digital nos conduce a enfrentar paradojas aparentes como *realidad virtual, desambiguación de contexto en tiempo real, simultaneidad emergente espontánea* y otras categorizaciones que nos parecerán más enigmáticas en la medida en que se abran todas las posibilidades de computación distribuida en la nube mediante IA e internet de las cosas.

<sup>5</sup> © 2019, 1961, 1948. Massachusetts Institute of Technology. First MIT Press paperback edition. file:///C:/Users/52555/Documents/wiener%20\_%20rosenblueth.pdf

En la sociedad del conocimiento, la simultaneidad de los planos nomotético conceptual (modelo epistemológico y variables latentes) e idiosincrático digital (tramas de datos etnográficos conmensurables), permite observar la necesidad del método científico y un enfoque interdisciplinario para representar y estudiar, desde diversos ángulos y condiciones, la *realidad virtual del mundo digital en su contexto objetivo y concreto*. En el primer caso (Kant, 2015, p. 185), estamos tratando con *nóúmenos*, abstracciones, variables virtuales latentes, universales, generalizaciones, objetos racionales puros del mundo, inalcanzables en su cabal totalidad, y en el segundo caso se trata de *fenómenos*, objetos específicos de la naturaleza, manifestaciones de los primeros en el mundo real, asintóticamente conmensurables tal como se presentan a nuestra sensibilidad, con todas nuestras limitaciones. Para el pensamiento científico existe una realidad exterior al sujeto, y la investigación consiste en interrogar a la naturaleza acerca de sus propiedades en términos de las diez categorías reconocibles que propuso Aristóteles (2016) como modo, lugar, tiempo, relación, etc.; Kant, bajo otra visión, propuso doce (Kant, 2015, p. 83) y así se encuentran otras teorizaciones de diversos pensadores contemporáneos; sobre esta interacción entre virtualidad y realidad, ya el filósofo de Elea preclaramente nos previene en su poema que nadie puede afirmar la inexistencia de cosa alguna, pues debe asumir la carga de la prueba y tal afirmación es indemostrable (*onus probandi - ad ignoratiam*). Desde esta perspectiva, de acuerdo con Alcocer, Parménides expresa que:

Sin lo que es, en lo cual está expresado, no encontrarás el pensar; porque ninguna otra cosa hay o habrá fuera de lo que es, puesto que Moira lo obligó a estar completo e inmóvil; en relación con ello, será nombre todo cuanto los mortales hayan supuesto, estando convencidos de que es verdadero. [El pensamiento es capaz de pensar lo que es, aquello que no es, no lo puede pensar]. [...]. En este momento, acabó para ti el discurso fehaciente en torno a la verdad (Alcocer, 2015, min. 1:31:20).

A esta clase de paradojas nos hemos referido. ¡Cuán enigmática puede ser la realidad virtual!

## Latinoamérica e inclusión digital

A fin de reflexionar sobre la velocidad y profundidad del binomio ciencia-tecnología, a continuación se citan algunos hechos del mundo en que vivimos:

En 1965, el cofundador de Intel, Gordon Moore, predijo que el número de transistores en un chip se duplicaría aproximadamente cada dos años [...]. Esta predicción se conoció como la Ley de Moore. Actualmente, “el mundo crea casi 270,000 petabytes [un petabyte equivale a 10 elevado a la 15 bytes] de datos cada día. Estamos proyectando que, para finales de esta década, en promedio, todos tendremos 1 petaflop [uno seguido de quince ceros] de operaciones de coma flotante por segundo de cómputo y [se podrá procesar] 1 petabyte de datos en menos de 1 milisegundo (Kelleher, s/f). [Conversiones y traducción propia]

En el MIT se desarrolló un procesador con LED's [Diodos emisores de luz] que contiene componentes de sinapsis cerebral artificial, el cual reproduce la forma en que el cerebro transmite información al que llamaron *memristors* [Emulando "memory transistors": *memr*, como en su momento se compuso la palabra *transistor*: *transfer resistor*], cuya respuesta depende de la intensidad de la corriente de entrada, es decir, no opera de forma binaria (0,1). Un arreglo de estas neuronas puede procesar y clasificar señales en un chip, directamente (Hu, Ch, 2022). [Traducción propia]

Aunque los sistemas de AI aún no pueden lograr el desempeño humano en tareas lingüísticas más complejas, como la inferencia de lenguaje natural abductivo (aNLI), la diferencia se está reduciendo. Los humanos se desempeñaron 9 puntos porcentuales mejor en aNLI en 2019. A partir de 2021, esa brecha se ha reducido hasta 1 (Zhang et al., 2022, p. 10). [Traducción propia]

Las gráficas que se presentan en este apartado se elaboraron con datos puros o datos protoepistémicos,<sup>6</sup> los cuales en su forma de presentación y naturaleza masiva nada dicen al lector. Para nuestro caso, en el contexto de la etnografía digital, la noción de dedomena nos conduce a definir información como: transformación epistémica de datos dedoménicos para extraer un significado empíricamente contrastable, acerca de la evolución, estructura, forma y dimensiones aplicables de los fenómenos digitales bajo estudio.

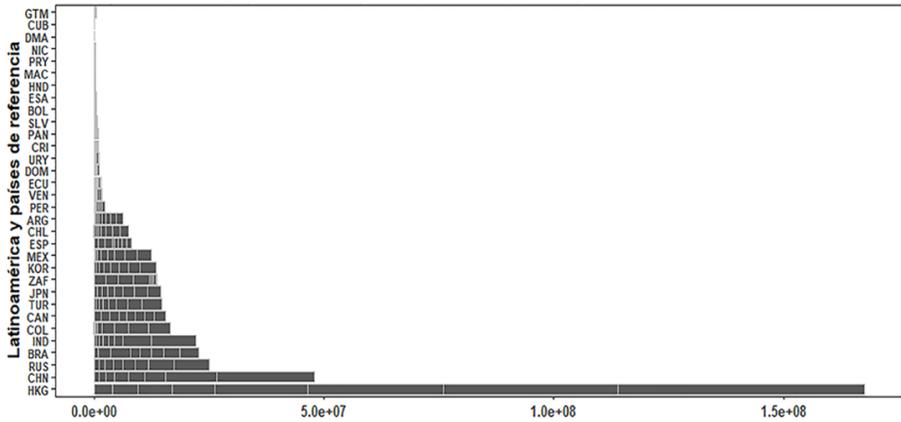
En este contexto, la Figura 5 presenta la capacidad utilizada de banda ancha internacional, Mb/s, entre 2010 y 2017 (ITU, 2022). No obstante que Latinoamérica tiende a la paridad en cuanto suscripciones a servicios de banda ancha, esto contrasta con su ínfima capacidad de utilización de la banda ancha internacional en dicho periodo, con la excepción de Brasil, que sólo es superado por Rusia, China y Hong Kong.

Asimismo, los servidores de internet seguros (Banco Mundial, 2023), Figura 6, cuentan con tecnología de encriptación que mejora la protección de la información sobre las aplicaciones de misión crítica de un país, en los principales sectores de la economía. A diferencia de los países de referencia, entre 2017 y 2020, en Latinoamérica no se aprecian cambios de importancia en esta materia, con excepción de Brasil, que supera a Turquía, India y Hong Kong.

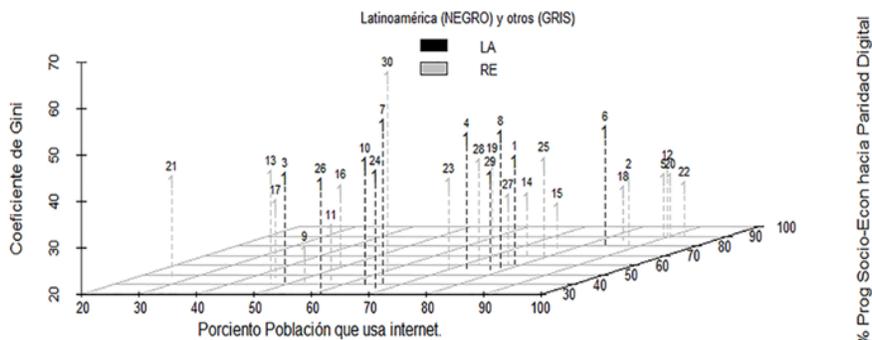
Por otra parte, la Figura 7 muestra la relación entre el porcentaje de la población que usa internet y el porcentaje del progreso social y económico hacia la paridad digital (Chakravorti, 2022), ambos respecto al coeficiente de Gini, el cual indica el nivel de desigualdad entre la población, una medida de mayor rango teórico que el grado de concentración del ingreso nacional, donde 0 corresponde a la *perfecta igualdad* y 100 a la *perfecta desigualdad*. Este coeficiente constituye un indicador indirecto de bienestar.

<sup>6</sup> De acuerdo con Encyclopedia.com (2018) se define *dato* como: Los dedomena son datos puros o datos protoepistémicos, es decir, datos antes de ser interpretados. [Por ejemplo, en el caso del video, un pixel es un dato.]

Figura 5. Capacidad utilizada de banda ancha internacional (Mbit/s): 2017-2020



**Figura 7. Población que usa internet y Progreso hacia paridad digital vs Coeficiente de Gini, en 2021. Latinoamérica (LA) y países de referencia (RE)**



**Coeficiente de Gini por países**

|             |           |           |         |        |        |       |           |            |         |          |       |        |        |         |            |
|-------------|-----------|-----------|---------|--------|--------|-------|-----------|------------|---------|----------|-------|--------|--------|---------|------------|
| No          | 1         | 2         | 3       | 4      | 5      | 6     | 7         | 8          | 9       | 10       | 11    | 12     | 13     | 14      | 15         |
| codeCountry | ARG       | AUS       | BOL     | BRA    | CAN    | CHL   | COL       | CRI        | DZA     | ECU      | EGY   | ESP    | GHA    | GRC     | HUN        |
| fac_country | LA        | RE        | LA      | LA     | RE     | LA    | LA        | LA         | RE      | LA       | RE    | RE     | RE     | RE      | RE         |
| countryName | Argentina | Australia | Bolivia | Brazil | Canada | Chile | Colombia  | Costa Rica | Algeria | Ecuador  | Egypt | Spain  | Ghana  | Greece  | Hungary    |
| giniCoeff   | 42.3      | 34.3      | 43.6    | 48.9   | 33.3   | 44.9  | 54.2      | 49.3       | 27.6    | 47.3     | 31.5  | 34.3   | 43.5   | 33.1    | 30.0       |
| No          | 16        | 17        | 18      | 19     | 20     | 21    | 22        | 23         | 24      | 25       | 26    | 27     | 28     | 29      | 30         |
| codeCountry | IDN       | IND       | IRL     | IRN    | JPN    | KEN   | KOR       | MAR        | MEX     | MYS      | PER   | SRB    | TUR    | URY     | ZAF        |
| fac_country | RE        | RE        | RE      | RE     | RE     | RE    | RE        | RE         | RE      | RE       | LA    | RE     | RE     | LA      | RE         |
| countryName | Indonesia | India     | Ireland | Iran   | Japan  | Kenya | Sth Korea | Morocco    | Mexico  | Malaysia | Peru  | Serbia | Turkey | Uruguay | Sth Africa |
| giniCoeff   | 37.3      | 35.7      | 30.6    | 40.9   | 32.9   | 40.8  | 31.4      | 39.5       | 45.4    | 41.1     | 43.8  | 34.5   | 41.9   | 40.2    | 63.0       |

Fuente: Elaboración propia con datos de: Chakravorti, Bhaskar et al., "Progress to Digital Parity," Digital Planet, The Fletcher School at Tufts University, September 2022.

Las líneas punteadas en color negro representan a Latinoamérica y las de color gris a los países de referencia. En general se observa que entre los primeros, los peores indicadores de desigualdad corresponden a 7, 6, 8, 4, 10, 3 y 26, ya que presentan el coeficiente Gini más alto, mientras que entre los países de referencia, los más desiguales son 30, 13, 21, 25, 28 y 23. Entre los países de referencia: 22 (Corea del Sur), 20 (Japón), 12 (España), 5 (Canadá), 18 (Irlanda) y 2 (Australia) se ubican en la región de alto progreso hacia la paridad digital, intervalo [70-80], con un coeficiente Gini de menor desigualdad, respectivamente: 31.4, 32.9, 34.3 y 33.3, en los cuatro primeros países; en éstos, el 90% de su población emplea internet.

De acuerdo con el estudio publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, *Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe*:

En la actualidad, la digitalización se considera un instrumento clave para la transición hacia un nuevo modelo de desarrollo más inclusivo y sostenible. Sin embargo, los países de América Latina y el Caribe aún enfrentan una serie de

retos estructurales que dificultan la adopción efectiva de las tecnologías digitales (CEPAL, 2022, p. 111).

Dichos retos estructurales, en parte se podrían asociar a las figuras aquí presentadas, tanto como a las consecuencias económicas comentadas a continuación.

## **Innovación como factor relevante del crecimiento económico**

Finalmente, sobre este particular, se presenta la evolución comparativa del producto interno bruto (PIB) real, base 2015=100, de Latinoamérica y países de referencia,<sup>7</sup> es decir, representado con el poder adquisitivo de 2015, durante los años 1960, 1980, 2000 y 2021, entre otros. Mediante operaciones aritméticas sencillas, además de dichos datos respecto al crecimiento económico,<sup>8</sup> se puede verificar que entre 1960 y 2021:

- El PIB de China se multiplicó 99.4 veces mientras que el de Corea del Sur lo hizo 65.7 veces.
- Latinoamérica, en su conjunto, multiplicó su PIB en promedio 9.6 veces, con un valor máximo de 20.6 y un mínimo de 3.5 veces.
- Entre los países de referencia, la India creció 20 veces, mientras que Japón lo hizo 7.6 veces, en relación con el mismo indicador.

También se observa que algunos países de menor desarrollo muestran alta capacidad de crecimiento, respecto a los casos de mayor tamaño y dinamismo. Sobre este particular, Alesina et al. concluyen que:

La literatura macroeconómica sobre el tamaño y el crecimiento de los países es mucho más pequeña que la literatura microeconómica, pero una opinión común es que el tamaño de los países no importa para el crecimiento económico, ya sea en un contexto de series de tiempo para economías individuales o en un contexto entre países (2005, p. 1516).

Jones (1998) menciona que:

La tasa de crecimiento de la economía es proporcional a la cantidad total de investigación realizada en cada país. Un aumento en el tamaño de la población, en igualdad de condiciones, eleva el número de investigadores y por lo tanto conduce

---

<sup>7</sup> Data (worldbank.org) archivo ID: NY.GDP.MKTP.KD

<sup>8</sup> Crecimiento económico. Existen diferencias sustantivas entre los conceptos de crecimiento económico y desarrollo económico. Para analizar sus connotaciones, véase por ejemplo a Márquez et al. (2020) en “Desarrollo y crecimiento económico: análisis teórico desde un enfoque cuantitativo”.

a un aumento en la tasa de crecimiento del ingreso per cápita [...]. También se producen nuevas ideas utilizando mano de obra y el acervo de conocimiento existente (1998, pp. 2-5).

Alesina et al. coinciden en que:

Más recientemente, una literatura bien establecida desde Romer (1986), Lucas (1988) hasta Grossman y Helpman (1991) ha enfatizado los beneficios de escala a la luz de las externalidades positivas en la acumulación de capital humano y la transmisión de conocimiento, o a la luz de rendimientos crecientes a escala integrados en la tecnología o la creación de conocimientos (2005, p. 1504).

Sin embargo, la visión de estos economistas se circunscribe al contexto de países de industrialización avanzada, que por lo mismo ya cuentan con un acervo social de conocimiento, por eso vinculan de forma natural la innovación científico-tecnológica como función del crecimiento demográfico. ¿Pero qué pasa con los países que no han alcanzado la masa crítica para sostener cierto nivel de innovación o que no cuentan con dicho acervo? Líneas adelante, Alesina et al. destacan un aspecto cultural que incide en el crecimiento económico:

Easterly y Levine (1997), en particular, argumentaron que el fraccionamiento étnico en África, inducido en parte por fronteras absurdas dejadas por los colonizadores, es en gran parte responsable de las fallas económicas de este continente. De hecho, hay un sentido en el que las fronteras africanas son “incorrectas”, no tanto porque haya demasiados o muy pocos países en África, sino porque las fronteras atraviesan las líneas étnicas de manera a menudo ineficiente (2005, p. 1505).

Más aún, los autores citados aluden a la distribución del ingreso entre grupos étnicamente fragmentados:

Empíricamente, a menudo los países más racialmente fragmentados también tienen una distribución del ingreso más desigual. Es decir, ciertos grupos étnicos suelen ser mucho más pobres que otros y el éxito económico y las oportunidades se asocian con pertenecer a ciertos grupos y no a otros (Alesina et al., 2005, p. 1506).

Respecto a la relación entre innovación y crecimiento, Paul Romer expresa que:

Sólo un fracaso de la imaginación, el mismo fracaso que hace pensar a la gente que ya se han descubierto todas las grandes ideas, podría convencernos de que con nuestras instituciones científicas actuales, ya hemos encontrado el mejor sistema posible para fomentar la producción y distribución de nuevas ideas. Seguramente hay margen de mejora. La mejora podría aumentar un poco la tasa de crecimiento.

Los beneficios que siguen se acumularán más rápido de lo que la gente se da cuenta (2019).

Con las consideraciones anteriores sobre los problemas y desafíos del crecimiento económico en Latinoamérica, en el documento citado de la CEPAL, sucintamente se aborda el acelerado desarrollo de China.

Las cifras sobre crecimiento económico deducidas de la citada fuente del Banco Mundial muestran la concordancia de esta investigación con el estudio de la CEPAL, ya que en 1960 el PIB de China fue inferior al de Brasil y cercano a los de México, Argentina y la India, además de claramente inferior a los de Japón y EEUU. Durante el periodo 1960-2000, el PIB de China creció 17.4 veces, magnitud muy inferior al crecimiento de Corea del Sur, 31.1 veces. Sin embargo, durante las dos décadas posteriores a 2000, China sobrepasó destacadamente a todos los países de la muestra, en ese periodo. En el documento de la CEPAL se expresa que:

En este contexto, destaca especialmente el desempeño de China, que en las últimas décadas se ha posicionado como un actor relevante tanto en el paradigma tecnológico —el valor de sus plataformas digitales se ha multiplicado por 15 entre 2010 y 2022— como en la industria tradicional, y es responsable de un creciente aporte del valor agregado global, que hacia 2020 superaba el de los Estados Unidos y Europa (2022, p. 23).

Adicionalmente, sobre la estrategia que explica el crecimiento de China, el documento de la CEPAL menciona que:

En 2015, China lanzó el primer plan nacional de diez años para transformar la manufactura: “Hecho en China 2025”. Austria, la Federación de Rusia, Francia, Italia, el Japón, el Reino Unido, la República de Corea y Suiza han implementado acciones similares. Más recientemente, y con diferente intensidad y complejidad, la Argentina, el Brasil, Chile, la India, Indonesia, Malasia, México y Singapur también han avanzado en esta misma línea (2022, p. 25).

Sin embargo, en el caso que nos ocupa en esta investigación, no sólo se trata de digitalización y plataformas tecnológicas, sino del verdadero motor endógeno del crecimiento —y del desarrollo económico—, se trata de un esfuerzo cultural deliberado, la educación, desde los niveles básicos, como se observa en las pruebas PISA, figuras 4 y 5 —hasta las universidades e instituciones tecnológicas que cuentan con suficiente masa crítica—, para la transformación de los paradigmas tradicionales de innovación:

Chao-Yang Lu: en mi laboratorio, desarrollamos computadoras cuánticas basadas en fotones individuales, las partículas fundamentales de la luz. En 2020, nuestra computadora fue la primera en todo el mundo en demostrar la “ventaja cuántica”: completó un cálculo en 200 segundos, que le tomaría a una supercomputadora

convencional más de 2 mil millones de años. Considerando 1 US Billón=1000 MM (Crow, 2022, pp. 412, 610). [Conversión y traducción propia]

En opinión de la CEPAL, la digitalización constituye un instrumento clave para la transición hacia un nuevo modelo de desarrollo más inclusivo y sostenible en cuya base se encuentra la educación. Al efecto, el documento mencionado toma como referente la estrategia adoptada por la Unión Europea, donde:

Se propone un Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027) hacia 2030 para impulsar la alfabetización y las competencias digitales en todos los niveles de la educación. Asimismo, se plantea una agenda de habilidades reforzada, centrada especialmente en las transiciones profesionales tempranas y la creación de capacidades digitales en las áreas de inteligencia artificial, supercomputación, computación cuántica y cadena de bloques (CEPAL, 2022, p. 101).

En el caso latinoamericano, la CEPAL manifiesta que:

En paralelo, es esencial desarrollar habilidades digitales avanzadas, lo que supone impulsar el desarrollo y la incorporación de habilidades digitales y competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, mediante la actualización de los contenidos curriculares, el uso de recursos educativos digitales y estándares de competencia docente acordes a las capacidades que exigen las actividades actuales y las que se exigirán en el futuro (2022, p. 107).

A la luz de los aspectos destacados en este trabajo, como velocidad y profundidad de los cambios tecnológicos, considerables brechas educativas y en I&D, además de notables asimetrías observadas en el crecimiento económico entre países, dichos retos estructurales ameritan profundas y positivas reflexiones ante las aspiraciones de integración latinoamericana, como una nación de naciones entre identidades semejantes.

## Conclusiones

Grandes desafíos, como los que enfrenta el continente latinoamericano en su proyectada integración regional impulsada por la CELAC, requieren una enorme voluntad organizada que se nutre de algo todavía más sutil, *el querer*, es decir, la motivación individual y colectiva, garantía de sustentabilidad y progreso social. Pero este “*querer*”, en una sociedad democrática sólo se puede motivar desde la cultura, en torno a la formación de una jerarquía flexible y consensuada de valores compartidos.

En tal emprendimiento, no es una exageración decir que sólo a través de la educación se gestan los valores que guían la conducta individual y colectiva. Sin demeritar la importancia del desarrollo tecnológico, ampliamente reconocida en este trabajo, no hay duda

de que la capacitación y la formación en ingeniería permiten alcanzar las habilidades indispensables para mejorar la inclusión digital latinoamericana, pero sólo la educación integral de calidad forma valores culturales para *saber* discernir aspiraciones y encrucijadas en el camino, a fin de cambiar la realidad del continente, conforme a la idiosincrasia de los pueblos involucrados.

Los dos puntos anteriores, el *querer* y el *saber*, son habilitadores clave, estratégicos, indispensables para *poder* lograr el desarrollo y/o construcción de los recursos, infraestructura técnica y clima social con sentido humano. Sería prioritario, pues, un *empoderamiento* cultural, ciudadano e institucional que permita activar y sumar la energía dispersa para caminar hacia tal integración —con los menores tropiezos—, de modo sustentable, es decir, incluyente. A lo largo de esta investigación, desde la antropología social se insinúan los vértices que conforman la triada del dominio público descrita en estas conclusiones, *querer, saber y poder*. La historia latinoamericana enseña que cualquiera de estos fundamentos, desvinculado o mediatizado, esteriliza a los otros dos.

## Bibliografía

- Alcocer, U. R. (2015, abril). *El poema de Parménides*. <https://www.youtube.com/watch?v=qZ2nBTKjP0M>
- Alesina, A., Spoloare, Enrico y Wacziarg, Romain (2005). Trade, Growth and the size of countries. En Aghion, Philippe y Durlauf, Steven N. (eds.), *Handbook of Economic Growth*, vol. 1B. Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S1574-0684\(05\)01023-3](https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01023-3)
- Alexiou, A. (2017). The road to 5G – visions and challenges. En Othman, Azizi (comp.), *5G Wireless Technologies*, (pp. 1–15). The Institution of Engineering and Technology. [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Alexiou+5GWireless+Technologies&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Alexiou+5GWireless+Technologies&btnG=)
- Aristóteles (2016). *Tratados de lógica*, 15a ed. Porrúa.
- Banco Mundial (2022). GDP (constant 2015 US\$) Data. ID: NY.GDP.MKTP.KD. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>
- Banco Mundial (2023). Servidores de Internet seguros (por cada millón de personas) Data. World Bank Group. <https://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.SECR.P6>
- Cabral, A. (2019). *The Computer Science behind DNA Sequencing - Science in the News*. Harvard University. The Graduate School of Arts and Sciences. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2019/the-computer-science-behind-dna-sequencing/>

- CEPAL (2022). Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. En ONU (ed.), CEPAL (LC/CMSI.8/3). [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48460/S2200899\\_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48460/S2200899_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y).
- Chakravorti, Bhaskar, Chatuverdi Shankar, Raviy Filipovic, Christina (2022, septiembre). Progress to Digital Parity. *Digital Planet, The Fletcher School at Tufts University*. <https://sites.tufts.edu/digitalplanet/global-digital-inclusion-progress-to-parity-scorecard-2022/>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (2020a). Programa Institucional 2020-2024. *Diario Oficial de la Federación (DOF)*. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020#gsc.tab=0)
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (2021). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024*. <https://conacyt.mx/conacyt/peciti/>
- Corcoran, John (2003). Aristotle's Prior Analytics and Boole's Laws of Thought. *History and Philosophy of Logic*, 24, 261–288. <https://doi.org/10.1080/0144534031001604707>
- Crow Mitchell J. (2022). Corraling photons to solve problems in seconds. *Nature*, 610(7931), 412. <https://doi.org/10.1038/D41586-022-03205-6>
- Devlin Keith (2011). The Man of Numbers Fibonacci's Arithmetic Revolution. <https://www.npr.org/2011/07/16/137845241/fibonaccis-numbers-the-man-behind-the-math>.
- Encyclopedia.com, O. U. P., Columbia University Press y CENGAGE (2018). Three interpretations of the concept of data. <https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/computers-and-electrical-engineering/computers-and-computing/data>
- García, Marina y Martkovic, Laura (2012). El poder de la imaginación y de la creatividad para hacer ciencia. *Química Viva*, 11(1), 53–67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86323612005>
- Guterres, António (2023, 22 de junio). *Secretary-General's remarks at Sciences Po University*. United Nations Secretary General. <https://www.un.org/sg/en/content/sg/speeches/2023-06-22/secretary-generals-remarks-sciences-po-university>
- Hempel, Carl G., Wilder, Raymond L., Nagel, Ernest et al. (1974). *Matemática, verdad, realidad*, Grijalbo.
- Hu, Charlotte (2022, 14 de junio). *MIT's new computer chip design lets you clip on parts like LEGOs*. Popular Science. <https://www.popsci.com/technology/mit-lego-chip/>

- IBM (s/f). ¿Qué es la Industria 4.0? <https://www.ibm.com/mx-es/topics/industry-4-0>
- ITU (2022). Capacidad utilizada de banda ancha internacional. *ITU DataHub*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.BBND.P2>
- Jones, Charles I. (1998). Growth: With or Without Scale Effects? *Stanford University. Department of Economics*, 1, 1–13. <https://www.stanford.edu/~chadj>
- Kant, E. (2015). *Crítica de la razón pura*, 16a. ed., Porrúa.
- Kelleher, Ann (n.d.). *Moore`s Law - Now and in the Future*. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://www.intel.la/content/www/xl/es/newsroom/opinion/moore-law-now-and-in-the-future.html#gs.oc06uw> (consulta: 26 de enero de 2023).
- Kohn, Margaret y Reddy, Kavita (2022). Colonialism. En Zalta, Edward N. y Nodelman, Uri (ed.), *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2022/entries/colonialism/>
- Leach, E. R. (1971). Rethinking Anthropology. En Forge, Anthony (ed.), *The Athlone Press*, 22, 154. London School of Economics. [https://monoskop.org/images/1/19/Leach\\_Edmund\\_Rethinking\\_Anthropology\\_1971.pdf](https://monoskop.org/images/1/19/Leach_Edmund_Rethinking_Anthropology_1971.pdf)
- Márquez Ortiz, L. E., Cuétara Sánchez, L. M., Cartay Angulo, R. C. y Labarca Ferrer, N. J. (2020). Desarrollo y crecimiento económico: análisis teórico desde un enfoque cuantitativo. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 26(1), 233–253. <https://www.redalyc.org/journal/280/28063104020/html/>
- McKensey & Company (2022, 17 de agosto). What are Industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4IR? <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir>
- Miller, George A. (2003). The cognitive revolution: A historical perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(3), 141–144. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00029-9)
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2022). *Digital enablers of the global economy: Background paper for the CDEP Ministerial meeting* (337; Digital Economy Papers). <https://doi.org/10.1787/f0a7baaf-en>
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (s/f). Educación superior Files HP\_TIIH\_PPPCT. [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTL\\_PUB](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTL_PUB)

- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (s/f). PISA. Desempeño en lectura y en matemáticas. <https://www.oecd.org/pisa/data/>
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (s/f). PISA. Desempeño en matemáticas y en ciencias. <https://www.oecd.org/pisa/data/>
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (s/f). Stat Science, Technology and Patents Files P\_ICTPCT y P\_BIOPCT. [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTL\\_PUBOECG](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTL_PUBOECG)
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2022). Digital enablers of the global economy: Background paper for the CDEP Ministerial meeting. OECD Digital Economy Papers, Núm. 337; (OECD Publishing). <https://doi.org/10.1787/f0a7baaf-en>
- Parlamento Europeo (2023, 14 de junio). *Acta sobre Inteligencia Artificial* (3, 26). Texts Adopted; Document stages plenary. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0236\\_ES.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0236_ES.pdf)
- Piaget, J. y García, Rolando (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Siglo XXI Editores.
- Pollack, Andrew (1996, 2 de diciembre). Koji Kobayashi, 89; Built NEC of Japan Into an Electronics Leader. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/1996/12/02/world/koji-kobayashi-89-built-nec-of-japan-into-an-electronics-leader.html>
- Reforma Diario (2021). Ve Merkel “problemático” expulsar a Trump de Twitter. [https://www.reforma.com/ve-merkel-problematico-expulsar-a-trump-de-twitter/ar2\\_103603](https://www.reforma.com/ve-merkel-problematico-expulsar-a-trump-de-twitter/ar2_103603)
- Romer, Paul (2019). The Deep Structure of Economic Growth. [https://paulromer.net/deep\\_structure\\_growth/](https://paulromer.net/deep_structure_growth/)
- Rosenblueth, Arturo (1971). *El método científico*, 20a. ed., CINVESTAV - Instituto Politécnico Nacional y Prensa Médica Mexicana.
- Smith, Robin (2022). Aristotle’s Logic, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. En Zalta, Edward N. y Nodelman, Uri (eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/win2022/entries/aristotle-logic/>
- Statistical Discovery (s/f). Diagrama de caja | Introducción a la estadística | JMP. Portal de formación estadística. [https://www.jmp.com/es\\_mx/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/box-plot.html](https://www.jmp.com/es_mx/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/box-plot.html)

- Steup, Matthias y Ram, Neta (2020). Epistemology. En Zalta, Edward N. (ed.), *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 21). Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/epistemology/>
- Velasco, Marina (2020). Proporcionalidad, normas y valores para ciudadanos y jueces, en conflictos entre derechos. Ensayos desde la filosofía práctica, Sistema Bibliotecario de la Suprema Corte de Justicia de la Nación. Catalogación (2020). [https://www.sitios.scjn.gob.mx/cec/sites/default/files/publication/documents/2020-01/Libro%20CONFLICTOS%20ENTRE%20DERECHOS\\_digital.pdf](https://www.sitios.scjn.gob.mx/cec/sites/default/files/publication/documents/2020-01/Libro%20CONFLICTOS%20ENTRE%20DERECHOS_digital.pdf)
- Wiener, Norbert (2019, 1961, 1948). *Introduction. Cybernetics or Control Communication in the Animal and the Machine* (First MIT Press). Massachusetts Institute of Technology.
- Zhang, D., Maslej, N., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Lyons, T., Manyika, J., Ngo, H., Niebles, J. C., Sellitto, M., Sakhac, E., Shoham, Y., Clark, J. y Perrault, R. (2022). *The AI Index 2022 Annual Report, AI Index Steering Committee*. [https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report\\_Master.pdf](https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report_Master.pdf)
- Zwass, V. (2016). Expert System. En *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/nouvelle-artificial-intelligence>