

Innovación tecnológica para la sostenibilidad en América Latina

Technological Innovation for Sustainability in Latin America

Miguel Ángel Juárez Merino

ORCID: 0000-0001-5562-7677

Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM

Recepción: julio, 2024

Aceptación: agosto, 2024

Resumen

El objetivo de este artículo es analizar cómo la innovación tecnológica puede contribuir a la sostenibilidad en América Latina, para ello, se destacan los casos de éxito en ciudades de la región. Utilizando una metodología que combina el análisis documental y el estudio de casos, el artículo explora la correlación entre la digitalización urbana y el desarrollo sostenible. Los resultados indican que, aunque algunas ciudades han avanzado en la implementación de soluciones tecnológicas sostenibles, el progreso es desigual en la región y se presentan grandes desafíos relacionados con la desigualdad, la brecha digital y la falta de inversión adecuada.

Palabras clave

innovación digital, América Latina, sostenibilidad, urbanización, gobierno local

Abstract

The objective of this article is to analyze how technological innovation can contribute to sustainability in Latin America, for that, it highlights successful cases in cities across the region. Using a methodology that combines document analysis and case studies, the article explores the correlation between urban digitalization and sustainable development. The results indicate that while some cities have made progress in implementing sustainable technological solutions, progress across the region is uneven and there are significant challenges related to inequality, the digital divide, and inadequate investment.

Keywords

digital innovation, Latin America, sustainability, urbanization, local government

Este artículo fue elaborado gracias al apoyo del Programa de Becas de Estancias Posdoctorales por México Iniciales 2023, Modalidad Estancia Académica, del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), y al Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), asesorado por la Dra. María Esther Morales-Fajardo del CRIM-UNAM.

En la actualidad, los fenómenos como el acelerado crecimiento urbano y los cambios asociados a la cuarta revolución industrial han propiciado que los gobiernos locales adopten nuevos enfoques para la gobernanza y busquen integrar a los diversos actores del sector público, privado, social y global. Esto, con la finalidad de encontrar soluciones que generen una mayor calidad de vida para las personas y conlleven el menor impacto ambiental posible.

Todo esto ha llevado a replantear nuevas estrategias que utilicen la innovación tecnológica como una ruta, por la cual sea posible lograr un desarrollo sostenible que atienda las necesidades económicas y sociales, pero que a su vez gestione un adecuado manejo de los recursos naturales. No obstante, dichos objetivos podrían estar obstaculizados por factores críticos que requieran de un análisis contextualizado a fin de comprender cómo se modifican según la región.

La presente investigación se centra en las preguntas: ¿cómo la tecnología puede fomentar la sostenibilidad urbana? y ¿cuáles factores limitan su eficacia en la región? Para dar respuesta a estas, se emplea una metodología que combina el análisis documental con el estudio de casos, lo cual permite identificar tanto las estrategias exitosas como los obstáculos que dificultan la expansión de modelos sostenibles en otras urbes latinoamericanas. Esta aproximación es justificada por la necesidad de abordar los desafíos específicos de la región como la brecha digital, la desigualdad y la insuficiente inversión en innovación sostenible.

En este trabajo, se toman como referencia las soluciones tecnológicas de las ciudades más avanzadas en América Latina que han sido exitosas y se busca problematizar las causas por las cuales dicho proceso no ha logrado alcanzar su máximo potencial; asimismo, se plantean las causas que han impendido que el modelo de desarrollo sostenible pueda replicarse en otras ciudades de la región.

Para lograr este objetivo, se relacionan los elementos teóricos obtenidos de la búsqueda documental con el análisis de casos exitosos en materia de innovación tecnológica en América Latina;

aunado a ello, se revisan los principales indicadores y datos actualizados que ofrezcan un panorama para establecer un aparato crítico y reflexivo que permita una conclusión congruente.

De esta forma, los principales hallazgos de esta investigación se presentan, en un inicio, desde el enfoque de la importancia del impacto de las tecnologías; después, al revisar las soluciones tecnológicas que los gobiernos locales han implementado de manera exitosa; y, finalmente, al hacer énfasis sobre la huella ambiental que el desarrollo tecnológico deja a su paso.

El artículo se estructura en varias secciones: primero, se discute el impacto que tienen las tecnologías en el desarrollo sostenible; luego, se examinan los casos de éxito en la implementación de soluciones tecnológicas por parte de los gobiernos locales; y finalmente, se analiza la huella ambiental de estas innovaciones y se destaca la importancia de estrategias que minimicen sus efectos negativos. Este enfoque integral es esencial para comprender cómo la tecnología puede ser una herramienta clave en la promoción de la sostenibilidad en América Latina, así como para entender qué medidas son necesarias para maximizar su potencial en la región.

Con todo eso, la presente investigación busca aportar elementos que incidan de manera positiva en el crecimiento sostenible mediante el uso de tecnologías digitales y la integración de actores. Esto desde un enfoque regional.

Objetivo general y específicos

El objetivo general de este artículo es analizar el impacto que tiene la innovación tecnológica en la promoción del desarrollo sostenible en ciudades de América Latina al evaluar tanto las oportunidades como los desafíos que estas tecnologías presentan en diferentes contextos urbanos de la región. Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Identificar y describir las principales soluciones tecnológicas implementadas en ciudades de América Latina y que han contribuido al desarrollo sostenible, así como destacar los casos de éxito.

2. Evaluar los factores que han facilitado o limitado la adopción y expansión de estas soluciones tecnológicas en diversas ciudades de la región considerando aspectos como la brecha digital, la desigualdad y la inversión en innovación.
3. Analizar la huella ambiental de las innovaciones tecnológicas en los contextos urbanos estudiados con el fin de determinar su impacto en la sostenibilidad y proponer estrategias que maximicen los beneficios y minimicen los efectos negativos.
4. Proponer recomendaciones basadas en los casos de estudio analizados para mejorar la implementación y expansión de tecnologías sostenibles en otras ciudades de América Latina considerando las particularidades socioeconómicas y ambientales de la región.

Disrupción digital

En la actualidad, la humanidad se encuentra en una era marcada por la incursión de las tecnologías digitales en las diferentes esferas que componen al individuo y su vida en sociedad. La innovación tecnológica no solo impacta en la economía y las interacciones sociales, sino que ha penetrado profundamente en los aspectos más esenciales en la gobernanza. A medida que las herramientas digitales se han integrado en la gestión pública y sus procesos administrativos, se han abierto nuevos espacios para la toma de decisiones, tales como la participación ciudadana, el aumento en la eficiencia gubernamental y la vinculación de diversos actores públicos, privados y sociales.

Bajo esta perspectiva, es posible reconocer que las tecnologías digitales han transformado la forma de gobernar. Los gobiernos y la ciudadanía se encuentran en la búsqueda de una transición digital que sirva al interés público y aporte valor. Por tanto, a medida que los sistemas digitales se integren aún más en la sociedad, la necesidad de un nuevo modelo de gobernanza es cada vez mayor.¹

Desde la masificación del uso del internet a finales del siglo pasado hasta el desarrollo de las tecnologías digitales más avanzadas —como son las redes 5G, cómputo en la nube, aprendizaje automático o *machine learning*, internet de las cosas, tratamiento de datos masivos o *big data*, la inteligencia

1. Emrys Schoemaker, *A shared vision for Digital Technology and Governance* (Nueva York: UNDP, 2024), 4.

artificial y la robótica—, la disrupción digital ha sido un proceso evolutivo que ha permeado en tres esferas centrales:

- Sociedad: Nuevos modelos de comunicación e interacción.
- Sector productivo: Nuevos modelos de gestión, negocios, producción y reestructuración industrial.
- Estado: Gobierno digital y participación ciudadana.

A su vez, esta revolución digital ha traído desafíos significativos en cada uno de estos aspectos como la proliferación de la desinformación, vulneración de la privacidad, pérdida de empleos derivado de los procesos de automatización, mayor desigualdad, menor competitividad, concentración económica, crisis institucional y polarización geopolítica.²

Es así como tiene lugar la brecha digital, un concepto que hace referencia a la diferencia que existe entre quienes tienen un acceso privilegiado y anticipado al uso de nuevas tecnologías digitales y aquellas personas que se encuentran marginadas del uso de los avances más innovadores, o bien, que no poseen los conocimientos necesarios para utilizar el máximo potencial de estas herramientas.

Por lo tanto, un desarrollo digital que no esté regido por principios de inclusión y sostenibilidad puede reforzar los patrones de exclusión social, así como las prácticas no sostenibles de explotación y producción. No obstante, la digitalización puede contribuir en gran medida en las tres dimensiones del desarrollo sostenible: el crecimiento, la igualdad y la sostenibilidad. Asimismo, su impacto neto dependerá de su grado de adopción y de su sistema de gobernanza.³

Las tecnologías digitales nunca son neutrales, ya que para comprender las implicaciones de la gobernanza en la transformación digital es necesario comprender el funcionamiento de la autoridad más allá del Estado. La introducción de nuevos actores en la esfera pública solo puede ser efectiva si las personas ejercen un papel protagónico en esta transición. Por lo cual, para dar paso a una

2. CEPAL, *Tecnologías digitales para un nuevo futuro* (Santiago: Naciones Unidas, 2021), 12.

3. CEPAL, *Tecnologías digitales para un nuevo futuro*, 13.

transformación digital que sirva al interés público y mitigue los riesgos asociados, es fundamental adoptar una gobernanza centrada en las personas.⁴

Todo esto implica un enfoque participativo en donde las tecnologías digitales sean un canal de comunicación, en el cual se integren a los actores estatales, ciudadanos y privados para responder a las necesidades y preocupaciones de la sociedad; asimismo, que este enfoque garantice que el acceso a estas herramientas tecnológicas se distribuya de manera proporcional y efectiva. Por ende, es esencial fomentar la inclusión digital que asegure que todos los sectores de la sociedad estén involucrados en el proceso de transformación; a su vez, el Estado debe promover la transparencia, la rendición de cuentas y la participación ciudadana.

En el caso de América Latina, el desafío es aún mayor, pues se parte de la noción de las desigualdades preexistentes en la región, mismas que se ven agudizadas por consecuencia de una inequitativa transición digital del Estado y las personas. Atender la brecha digital implica hacer frente a los factores críticos que frenan el desarrollo social.

Frente a los desafíos que representa la digitalización, y con el fin de promover la equidad y no profundizar las desigualdades estructurales, los países de América Latina deben acelerar su transformación digital con tres objetivos clave: “i) universalizar el acceso a las tecnologías digitales, potenciando el desarrollo de mejores habilidades para incrementar su adopción; ii) promover la innovación y la transformación digital del sector productivo, y iii) impulsar la cooperación público-privada y la cooperación digital regional.”⁵

En síntesis, la región debe plantear una estrategia de digitalización enfocada en el diseño de un ecosistema del gobierno digital funcional, en el cual se asegure la calidad y efectividad de los servicios proporcionados a la ciudadanía; asimismo, es fundamental que los usuarios adquieran conocimientos suficientes y que estos les permitan explotar todo el potencial que estas tecnologías pueden ofrecer para mejorar su interacción con el gobierno y la sociedad.

Debido a que las tecnologías digitales son instrumentos que facilitan el desarrollo sostenible, es importante incorporarlas en los cambios de los patrones de producción y consumo, así como en la

4. Schoemaker, *A shared vision*, 13.

5. CEPAL, *Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe* (Santiago: Naciones Unidas, 2022), 27.

gestión pública. Para ello, existen estrategias que pueden generar un cambio significativo en el crecimiento armónico con el medio ambiente, tales como la desmaterialización de la economía mediante la oferta de bienes y servicios digitales; el uso de soluciones inteligentes para la optimización de gastos y acciones como el uso de energías renovables; o la economía circular y la producción sostenible.

Bajo este panorama, es conducente cuestionar qué tipo de soluciones tecnológicas son viables de implementar en el contexto del gobierno digital en América Latina, así como enfatizar los casos de éxito en la región y la manera en la que pueden replicarse en otros países.

Soluciones tecnológicas

De manera general, gracias a la inclusión de instrumentos digitales en la esfera pública, ha surgido el concepto de gobierno electrónico, el cual hace referencia al uso de tecnologías de la información y comunicación para proveer servicios gubernamentales independientemente del tiempo, distancia y complejidad organizacional.⁶

Esta definición, aun cuando ha sido de las más utilizadas a lo largo del tiempo, resulta insuficiente frente a la evolución misma de las tecnologías digitales y a la utilidad que estas pueden brindar al gobierno, sobre todo en la esfera local. Los acelerados procesos de innovación, aunados al replanteamiento de nuevos paradigmas en la gobernanza, han hecho necesario redefinir el papel que las tecnologías digitales tienen en la escena pública.

Es así como tiene lugar el concepto de ciudad inteligente, el cual, además de referirse a una urbe con una nueva infraestructura informática, señala que las innovaciones tecnológicas deben dar respuesta a los problemas de la administración pública de manera eficiente, eficaz y efectiva; es decir, deben lograr los objetivos planteados en la agenda de gobierno con el menor gasto de recursos posible.⁷

Por tanto, una ciudad inteligente es un modelo de desarrollo urbano basado en la adopción de tecnologías digitales avanzadas como el internet de las cosas (IOT), redes 5g, inteligencia artificial

6. Alejandra Naser y Gastón Concha, *El gobierno electrónico en la gestión pública* (Santiago: CEPAL, 2011), 11.

7. Miguel A. Juárez, “Retos en América Latina para el desarrollo de ciudades inteligentes”, *unodiverso Revista de complejidad en ciencias sociales y humanidades* 4, núm. 4 (2024).

(IA), tratamiento de datos masivos, cómputo en nube, vehículos autónomos, entre otras. Todas estas tecnologías para optimizar la eficiencia de las operaciones y los servicios de la ciudad a fin de aumentar la calidad de vida de sus habitantes y de contribuir a la mejora del medioambiente.⁸

A partir de esta idea, se destaca al manejo inteligente de recursos como base para elevar las condiciones de vida de las personas; dicho concepto se entrelaza directamente con los fundamentos de la sostenibilidad, mediante los cuales el desarrollo no pone en riesgo el medio ambiente o los recursos naturales. Esto permite que sea posible resolver los problemas del presente sin comprometer el futuro.⁹ De esta forma, en las ciudades inteligentes y sostenibles se colocan, como eje central en la toma de decisiones, al ciudadano y al equilibrio ambiental.

Según lo señalado por las Naciones Unidas en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, las ciudades y áreas metropolitanas son motores cruciales del crecimiento económico, ya que aportan cerca del sesenta por ciento del PIB mundial. Sin embargo, también son responsables del setenta por ciento de las emisiones globales de carbono y consumen más del sesenta por ciento de los recursos. Esto vuelve evidente la necesidad de transitar de una ciudad tradicional a una innovadora, inteligente y sostenible, para lo cual, es necesario una aproximación holística que conlleve diversos retos de planificación y coordinación.¹⁰

En el estudio #smarter2030, la iniciativa global para la sostenibilidad *Global e-Sustainability Initiative* sostiene que, al implementar tecnologías digitales en diversos sectores, las emisiones totales de dióxido de carbono podrían reducirse a doce gigatoneladas para el año 2030, lo cual generaría una ruta de desarrollo sostenible. Esto incluye soluciones como la información de tráfico en tiempo real, la iluminación inteligente, la manufactura virtual, la reducción de demanda de petróleo y las aplicaciones para mejorar la movilidad.¹¹

Como puede observarse, este tipo de propuesta requiere la integración del sector público, privado y social para la construcción de estrategias sostenibles mediante el uso de tecnologías digitales;

8. CEPAL, *Tecnologías digitales para un nuevo futuro*, 44.

9. Juárez, “Retos en América Latina”.

10. Sebastián Cabello, *El camino de desarrollo de las ciudades inteligentes: una evaluación de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y Sao Paulo* (Santiago: CEPAL, 2022), 7.

11. Global e-Sustainability Initiative, *#Smarter 2030* (Brussels: Accenture Strategy, 2015), 18.

para obtener los resultados esperados, no basta con la ejecución de políticas públicas, sino que se requiere una transformación profunda en los modelos de producción, el comercio, la educación y el trabajo. En consecuencia, la coordinación de todos los actores involucrados, bajo una misma visión de desarrollo, es el punto de inicio hacia el logro de este tipo de metas.

En el caso de América Latina, un primer paso en la ruta de la gestión urbana sostenible es el proceso de desburocratización de la administración pública. Al proponer canales de comunicación digital para la realización de trámites de gobierno a distancia, se promueve una reducción en la congestión de las oficinas públicas y se agilizan los procesos, los cuales pueden estar disponibles sin importar horarios o distancias. Entre menos filas, mayor eficiencia.

Ejemplo de ello es el caso de la Ciudad de México, la cual, en la búsqueda por simplificar los servicios públicos, ha digitalizado cerca de 38 % de sus trámites; además, de enero a octubre de 2023 poco más de seis millones de trámites y servicios fueron realizados por la vía digital, lo cual refleja que más de la mitad de la población prefiere la opción digital siempre que está disponible.¹²

La creación de un ecosistema digital, o de una plataforma que ha integrado las diversas aplicaciones de servicios públicos de la Ciudad de México, ha facilitado el acceso a estas herramientas y ha permitido su interoperabilidad. Esto se vuelve aún más relevante si se tiene en cuenta que la capacidad de comunicación entre aplicativos posibilita un único sistema de registro de identidad y un expediente digital. De esta forma, el usuario puede cargar un perfil de datos y documentos que pueden aplicarse a diversos trámites y servicios, y así evitar la duplicidad de requisitos.

Esta tecnología de autenticación funciona a través de una aplicación llamada Llave CDMX, la cual permite realizar más de noventa trámites en línea, como la licencia de conducir digital, e integra la información del usuario, su expediente y listado de trámites y servicios solicitados en un mismo entorno.¹³

A pesar de que las cifras anteriores pueden sugerir un grado de avance significativo en este rubro, la incorporación de los servicios digitales públicos es paulatina y requiere tiempo y equipamiento. Para que la ciudadanía adopte un proceso digital necesita tener un acceso equitativo a la

12. ADIP, *5 años de transformación digital en la Ciudad de México* (México: Gobierno de la Ciudad de México, 2023), 8.

13. “Llave CDMX”, *Sitio web de ADIP*, Gobierno de la Ciudad de México, actualizado el 30 de agosto, 2024.

herramienta tecnológica; además, la transición de un trámite presencial a uno en línea genera cierta resistencia, sobre todo en sectores de la población vulnerables, ya sea por condiciones económicas, sociales o incluso por una falta de destreza en el manejo de las herramientas digitales.

De acuerdo con el medio *Forbes México*, American Tower detectó tres principales desafíos para promover mayor conectividad y uso de herramientas digitales: mejor infraestructura, adopción y adaptabilidad a nuevas tecnologías y, por último, más incentivos para la inversión en telecomunicaciones.¹⁴ Todo esto deriva en diversos factores que detonan la brecha digital como el acceso geográfico, la desigualdad socioeconómica, la brecha generacional y la educación.

Disminuir la brecha digital es difícil debido a causas como el aislamiento, la falta de infraestructura o el desconocimiento en el uso y dominio de tecnologías. Ante ello, el gobierno local requiere formar alianzas con otros sectores poblacionales para estimular la alfabetización digital y proveer de servicios inteligentes, sobre todo en aquellas comunidades que se encuentran marginadas.¹⁵

Además de esto, otro tipo de tecnología avanzada, cada vez con más protagonismo, es el uso de inteligencia artificial (IA) para la gestión pública, la cual, si bien es cierto que se encuentra en una etapa inicial de desarrollo, comienzan a evidenciar sus efectos. De acuerdo con Mckinsey Global Institute, alrededor del mundo existen al menos 170 casos de uso de la IA por parte de los gobiernos locales, asimismo, esta herramienta ha servido para impulsar los Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS) de Naciones Unidas para beneficio de millones de personas a escala global.¹⁶

En el caso de América Latina, esta tendencia es evidente en aquellas urbes cuyo proceso de transformación digital es más avanzado en comparación con el de otras en la región. Ciudades como Santiago, Medellín, Ciudad de México o Buenos Aires son referentes propios de este avance innovador. Estas ciudades pueden servir como base para determinar cómo usar estas tecnologías desde el contexto latinoamericano.

Un primer ejemplo que ilustra lo anterior es la herramienta ECHO en Colombia. Se trata de una aplicación que promueve la planificación participativa y toma de conciencia respecto a los ODS por

14. “Brecha digital: un tema urgente para 2024 en México”, *Sitio web de Forbes Content*, Forbes México, actualizado el 11 de diciembre, 2023.

15. “La brecha digital: el horizonte de las desigualdades” *Sitio web de la Gaceta UNAM*, Universidad Nacional Autónoma de México, actualizado el 19 de mayo, 2022.

16. “IA para el bien social: Mejorar vidas y proteger el planeta”, *Sitio web de McKinsey*, McKinsey & Company, actualizado el 10 de mayo, 2024.

parte de los ciudadanos a través de un debate público guiado en tiempo real. ECHO utiliza como material la entrada de voz de los ciudadanos, la cual se transforma en texto y se categoriza en relación con los ODS. Con esta información, el personal especializado realiza el análisis de datos y pone a disposición los resultados obtenidos para el diseño de nuevas políticas públicas de desarrollo.¹⁷

Otro uso de IA a destacar es el implementado en Chile a través del modelo predictivo de calidad del aire que conjunta la información entre GobLab, de la Universidad Adolfo Ibáñez, y la Superintendencia del Medio Ambiente. Este modelo tiene como finalidad pronosticar la calidad del aire en ciudades altamente afectadas por la contaminación industrial como son Concón, Quintero y Puchuncaví.¹⁸ La alianza de la academia y el sector público subraya las ventajas de hacer un uso coordinado de la información y utilizar la inteligencia artificial como instrumento para la ejecución del Plan de Descontaminación Ambiental del gobierno chileno.

Al seguir este criterio, es posible mencionar el proyecto de monitoreo satelital de la calidad del aire en Argentina, con el cual se busca desarrollar mapas de la concentración diaria y mensual de la presencia de pequeñas partículas sólidas como polvo, ceniza y metales en el aire a fin de determinar el riesgo de enfermedades para la población expuesta.¹⁹ Para ello, se combina la información satelital en un modelo *random forest*, o en un algoritmo de *machine learning* capaz de generar una clasificación de datos en diagramas de árbol para alcanzar un único resultado. Este proyecto conjunta los esfuerzos de los investigadores y las autoridades ambientales.

Como puede observarse, el uso efectivo de la inteligencia artificial puede traer grandes beneficios en materia de sostenibilidad. En entrevista, la Agencia Digital de Innovación Pública de la Ciudad de México sostiene que la inteligencia artificial orientada al ciudadano tiene gran valor. Esto debido a la capacidad de establecer canales de comunicación automatizados o *chatbots* aptos para atender las necesidades del usuario de manera remota las veinticuatro horas del día; asimismo, al

17. OECD, *Uso estratégico y responsable de la inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe* (París: OECD Publishing, 2022), 51.

18. “Calidad del aire para la salud de la población”, *Sitio web de Empatía*, ILDA, consultado el 30 de agosto, 2024.

19. “Sistema de apoyo para la toma de decisiones en la gestión de la calidad del aire. Implementación operativa de un producto espacial de PM10”, *Sitio web de Instituto Gulich*, CONAE, consultado el 30 de agosto, 2024.

detectar efectivamente las fugas de agua, gestionar reportes ciudadanos sobre infraestructura urbana y generar movilidad inteligente mediante la inclusión de semáforos de vialidad dirigidos por la IA.²⁰

Sumado a ello, se encuentra el uso de datos masivos o *big data*, término que refiere a la capacidad que, en este caso, tiene la administración pública para gestionar, procesar e interpretar los datos generados por los usuarios con el objetivo de hacer más eficiente la prestación de servicios públicos. Por ejemplo, para la instalación de puntos públicos de conexión a internet inalámbrico, es importante considerar que el punto de acceso debe tener suficiente demanda de usuarios; esto con la finalidad de que la inversión se traduzca en una mayor aceptación del servicio, y no termine en desuso y cause no solo una erogación innecesaria, sino una huella ambiental que puede evitarse.

Otro caso que ilustra la gestión de datos masivos es el de que se implementó la Ciudad de México durante la campaña inicial de vacunación contra el COVID-19. De acuerdo con la estrategia, se utilizó la información para definir en qué punto era más viable instalar un centro de vacunación, contemplando el número de personas que podían acudir y su cercanía. Esto con el fin de evitar grandes distancias de traslado, y, sobre todo, llegar a la mayor cantidad de personas posibles con un mismo centro. Esta decisión se tomó con base en el tratamiento de datos masivos y el cruce de información con las capacidades técnicas.²¹

Esta serie de ejemplos muestran una tendencia en la región por incluir tecnologías avanzadas en la gestión pública como la inteligencia artificial, *big data* y *machine learning*. Sin embargo, los datos iniciales demuestran que existe un rezago en América Latina en esta transición respecto de otras economías más avanzadas. En este sentido, se prevé que la IA contribuirá hasta el 5.4 % del PIB de Latinoamérica para el 2030; sin embargo, Estados Unidos ganará más del 14.5 % de su PIB en el mismo período. La menor adopción de América Latina en comparación con otras regiones refleja una inversión pública limitada en ciencia y tecnología, lo que vuelve insuficiente el desarrollo de habilidades necesarias para potencializar el uso de la IA y otras tecnologías inherentes.²²

20. ADIP, *Entrevista con el autor*, 22 de abril, 2024.

21. ADIP, *Entrevista con el autor*, 22 de abril, 2024.

22. “La revolución de la Inteligencia Artificial (IA) ya está aquí: ¿Cómo responderá América Latina y el Caribe?”, *Sitio web del PNUD*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, actualizado el 1 de marzo, 2024.

Este tipo de tecnologías pueden impactar de manera positiva en América Latina para construir una región más productiva, inclusiva y sostenible; sin embargo, se requiere de una visión estratégica e integración al interior y exterior para aprovechar las oportunidades y minimizar los riesgos.²³ Entre los diversos componentes para construir un ecosistema digital efectivo, se pueden destacar los siguientes: “(i) Inversión en infraestructura digital; (ii) Educación y mejora de habilidades de la fuerza laboral; e (iii) Instituciones efectivas que permitan, regulen y construyan sistemas de IA éticos e inclusivos”.²⁴

Estos tres elementos en conjunto son fundamentales para que la región sea partícipe del potencial de la IA y otras tecnologías avanzadas de manera equitativa y sostenible. La inversión en infraestructura permitirá una mayor integración y acceso de la ciudadanía, lo cual es esencial para el desarrollo digital. Además, la alfabetización digital y la mejora de habilidades pueden contribuir a un uso seguro de los instrumentos tecnológicos. Asimismo, la creación de organismos específicos para la ejecución de los planes de digitalización fortalece el papel del gobierno local como base para la integración de los diversos actores sociales, globales y privados.

Por ende, la madurez institucional es un aspecto clave en el desarrollo de las ciudades inteligentes y sostenibles. Esto implica el diseño de marcos de gobernanza que faciliten la incorporación y gestión de tecnologías y promuevan su uso en las instituciones de gobierno, así como en otros actores como empresas y ciudadanos.

Para lograr esto, de acuerdo con la CEPAL, entre otros factores, se necesita que la entidad a cargo de liderar el proceso de transformación digital pueda:

1. Gestionar políticas, normativas y regulaciones.
2. Formar, de manera permanente, a los funcionarios con el propósito de que estén actualizados de las últimas tendencias tecnológicas y puedan obtener el máximo provecho de dichas tendencias e implementarlas oportunamente.
3. Coordinar con las políticas digitales nacionales para armonizar los procedimientos.

23. “La inteligencia artificial puede contribuir a la transformación de los modelos de desarrollo en América Latina y el Caribe para hacerlos más productivos, inclusivos y sostenibles”, *Sitio web de CEPAL*, Naciones Unidas, actualizado el 11 de agosto, 2023.

24. PNUD. “La revolución de la Inteligencia Artificial (IA) ”.

4. Impulsar al sector privado para que se convierta en un aliado en el desarrollo de soluciones.
5. Generar un contacto permanente con la ciudadanía y el sector privado a través de mecanismos de consulta, participación y colaboración.²⁵

Con ello, se busca trasladar las soluciones tecnológicas a la gestión pública y utilizar el potencial de estas herramientas y los datos masivos para crear soluciones sostenibles a los problemas públicos. A través de esto, es posible construir un proceso de productividad, bienestar y sostenibilidad que equilibre las dimensiones económicas, sociales y ambientales. El uso de datos y tecnologías digitales permitiría mejorar la logística en los servicios públicos y reducir los costos.

Sin embargo, es imperante puntualizar que la sostenibilidad no es una condición inherente a la digitalización; de hecho, la huella ambiental que el uso de tecnologías digitales deja actualmente es muy importante. Se calcula que el 3.8 % de las emisiones totales de CO₂ a nivel mundial son consecuencia del uso de Internet, cifra que supera por más de un punto porcentual a las emisiones provenientes del tráfico aéreo internacional.²⁶ Además, tan sólo el diecisiete por ciento de los residuos electrónicos se reciclan formalmente, lo cual provoca la contaminación del suelo y aguas de cultivo.²⁷

Por lo tanto, un plan de transición digital para una ciudad debe contemplar la inclusión y uso de tecnologías considerando que su impacto ambiental sea mínimo. Conocer cuáles son las mejores prácticas para construir una vía armónica con la naturaleza es indispensable para que las soluciones tecnológicas tengan mayor efectividad en la ruta hacia la sostenibilidad urbana.

Impacto ambiental de la digitalización

Como se ha visto, el desarrollo y uso de tecnologías digitales tiene un impacto directo en el medio ambiente y la explotación de recursos naturales. La acelerada carrera por innovar tiene efectos

25. Cabello, *El camino de desarrollo de las ciudades inteligentes*, 26.

26. Stefan Schwarzer y Pascal Peduzzi, *La huella creciente de la digitalización* (Ginebra: PNUMA, 2021), 3.

27. Coalition for Digital Environmental Sustainability, *Action Plan for a Sustainable Planet in the Digital Age* (Nueva York: United Nations, 2022), 11.

negativos en diversas esferas, sobre todo cuando tiene como principal impulso el consumo y la sobreexplotación del mercado. Por lo tanto, un análisis que vincule la sostenibilidad, el proceso de urbanización y la digitalización demanda un énfasis especial en conocer cómo puede existir una transición digital con el menor daño ambiental posible.

En este sentido, es viable argumentar que el proceso de producción tecnológica incide en el medio ambiente de diferentes formas. Por ejemplo, la fabricación de dispositivos electrónicos y baterías de litio, las cuales son esenciales para el funcionamiento de uno de los instrumentos digitales de mayor consumo en el mundo como lo es el teléfono inteligente, requiere de una importante extracción de minerales y metales. Esto trae daños significativos al medio ambiente y el subsuelo.

Asimismo, estos procesos demandan una generación de grandes cantidades de energía y consumo de agua, a la par del uso de sustancias químicas tóxicas para su elaboración. Si a esto se suma el hecho de que muchos dispositivos digitales tienen una vida útil muy corta, entonces surge una constante necesidad de fabricar de manera ininterrumpida este tipo de dispositivos y, al mismo tiempo, se generan vastas toneladas de basura electrónica cada año.

Tan solo en 2019, trece países de América Latina²⁸ generaron en conjunto 1.3 megatoneladas de residuos electrónicos, de los cuales únicamente el tres por ciento fue reciclado. Además, dentro de las sustancias contaminantes que se generaron, se encontraron alrededor de dos mil doscientos kilogramos de mercurio, seiscientos kilogramos de cadmio, 4.4 millones de kilogramos de plomo, cuatro millones de kilogramos de retardantes de llama bromados y 5.6 megatoneladas de gases de efecto invernadero.²⁹

Por su parte, existen centros de datos, o bien, infraestructuras informáticas donde se almacenan servidores de computadoras en red para la organización, procesamiento y almacenamiento de grandes cantidades de información digital. Este tipo de instalaciones están teniendo un impacto relevante en materia de consumo de energía; de hecho, según estima la revista *Nature*, utilizan cerca de doscientos teravatios-hora de energía por año, lo cual representa el uno por ciento de la

28. Los países incluidos en esta lista fueron: Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela. Evidentemente esta cifra es todavía más grande si se tiene en cuenta que no se incluyen los datos de dos de los países más poblados de la región como son Brasil y México.

29. “Publicación del primer informe sobre residuos electrónicos en América Latina”, *Sitio web de unido*, Naciones Unidas, actualizado el 26 de enero, 2022.

demanda de electricidad en todo el mundo. Además, se calcula que, a consecuencia del crecimiento de las tecnologías digitales, esta demanda se multiplique por quince para el año 2030 y llegue a un consumo del ocho por ciento de la energía global.³⁰

En este rubro, Latinoamérica es una de las regiones con mayor crecimiento mundial, pues países como Brasil, México, Chile y Colombia se están convirtiendo en importantes destinos para la instalación de centros de datos. En el año 2022, esta industria se valoró en 946.9 millones de dólares en estos países y se espera que esta cifra tenga un crecimiento compuesto anual de 8.10 por ciento hasta alcanzar un valor de más de mil quinientos millones de dólares en 2028.³¹

Asimismo, se suma el consumo cada vez mayor de energía eléctrica en América Latina; en este sentido, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) pronostica que esta demanda se duplique en los próximos veinte años, lo cual subraya la necesidad de cambiar los patrones de consumo de este recurso y la manera en la que se genera. Es indispensable que los países tomen acciones contundentes para una transición hacia nuevos modelos de producción energética, acompañados de marcos normativos y políticas públicas efectivas que atiendan este tema.³²

Todo lo anterior pone en evidencia una mala gestión de los residuos electrónicos en la región y un proceso deficiente de reciclaje formal, lo cual deriva en un riesgo severo para la estabilidad ambiental y la pérdida de oportunidades económicas. Además, en materia de energía, es urgente la transición hacia procesos de producción de energías limpias debido a la acelerada demanda en este sector. Por lo cual, el desarrollo tecnológico sostenible requiere de estrategias que tengan como énfasis central el cuidado del medio ambiente y la reducción del impacto nocivo que las tecnologías digitales pueden producir.

Es así como puede hablarse de sostenibilidad digital, un término que hace alusión al aprovechamiento del potencial de las tecnologías digitales para transitar hacia modelos de consumo y producción más sostenibles, así como a la adopción de mejores decisiones de consumo apoyadas en una mayor información y trazabilidad de los productos. Para lograr lo que plantea dicho término, es

30. Nicola Jones, “How to stop data centres from gobbling up the world’s electricity”, *Nature* 561, núm. 163 (2018).

31. Arizton, *Latin America Data Center colocation market-industry outlook & forecast 2023-2028* (Chicago: Arizton Advisory & Intelligence, 2023).

32. “¿Cómo mejorar la eficiencia energética en América Latina y el Caribe?”, *Sitio web de BID*, Banco Interamericano de Desarrollo, actualizado el 25 de mayo, 2020.

indispensable promover prácticas más responsables en la industria digital, en particular con la basura electrónica y el consumo de energía asociado al procesamiento de datos.³³

Bajo esta perspectiva, la innovación verde surge como un enfoque, a través del cual se busca que las mejoras tecnológicas generen nuevas formas de solucionar los problemas ambientales y que produzcan beneficios ecológicos significativos.³⁴ Esta visión demanda una transformación de la innovación tradicional hacia una donde el cuidado de los recursos naturales sea el eje fundamental para el desarrollo.

Por tanto, el concepto de desarrollo sostenible y la idea de una innovación amigable con el medio ambiente para el crecimiento social y económico son términos interdependientes.³⁵ En este sentido, las políticas públicas y la integración del sector productivo juegan un papel esencial para alcanzar la meta de un crecimiento sostenible; resulta impostergable la adopción de nuevas formas de consumo y regulaciones para el uso racional de los recursos naturales.

Es necesario el compromiso y la disposición de los Gobiernos, las empresas y la sociedad para acelerar los cambios en los patrones de producción y consumo. Además, es preciso asegurar que los cambios se produzcan de forma justa e inclusiva, lo que facilitaría su aceptación. Aunado a ello, se requiere la sensibilización y la adopción de normas, regulaciones y estándares ambientales más estrictos que mitiguen los posibles efectos negativos de la digitalización. Por tanto, se necesita una movilización de inversión pública y privada que permita el despliegue de tecnologías habilitadoras de la transición digital y verde.³⁶

Sobre esta base, es posible argumentar que la integración entre los actores del sector público, privado y la sociedad es indispensable para la transición sostenible. El Gobierno local debe tener la capacidad de diseñar mecanismos de participación que fomenten prácticas responsables en el uso de los recursos naturales y la ejecución de políticas públicas orientadas a la protección del medio ambiente, así se asegura que el uso de las tecnologías digitales tenga el menor impacto posible. Este tipo

33. CEPAL, *Un camino digital*.

34. Gloria Aponte, “Innovación verde: Indicadores y principales tendencias”, *Revista Gestión I+D* 6, núm. 2 (2021).

35. Totti Könnölä *et al.*, *Innovación verde en América Latina y el Caribe: marco conceptual* (Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo, 2023), 5.

36. CEPAL, *Un camino digital*.

de enfoque colaborativo no solo debe centrarse en el crecimiento económico, sino que debe impulsar la innovación sostenible a fin de mejorar la calidad de vida de las personas.

Asimismo, es importante que el Gobierno local implemente programas de sensibilización ciudadana sobre el uso y consumo racional de los dispositivos tecnológicos, tales como los programas de reutilización y reciclaje electrónicos, centros de acopio y uso de energías eficientes y limpias.

A su vez, la infraestructura de la ciudad debe contemplar un diseño verde e inteligente que sea acorde con las acciones ciudadanas para el cuidado del medio ambiente y la reducción del impacto ambiental de las tecnologías digitales. Esto incluye la incorporación de sistemas de gestión de residuos electrónicos y su posterior tratamiento; espacios verdes urbanos que mejoren la calidad del aire; y el uso de inteligencia artificial para optimizar el consumo energético y las emisiones de contaminantes. De esta forma, se puede avanzar en la creación de un entorno urbano sostenible que fomente un equilibrio entre el desarrollo económico y social con el medio ambiente.

Discusión de resultados

El avance en la innovación tecnológica en América Latina es aún muy bajo, sobre todo en materia de sostenibilidad. Existen diversas causas inherentes al contexto latinoamericano que han vuelto complejo el proceso de transición de la gestión pública tradicional a una que coloque al ciudadano en el centro de la acción gubernamental desde una perspectiva de equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental.

El aprovechamiento del potencial de las tecnologías digitales todavía es muy lejano. Algunas ciudades importantes de América Latina muestran ciertos grados de avance e iniciativas de los gobiernos locales por alcanzar un desarrollo sostenible a través del uso de la innovación tecnológica; no obstante, este proceso no se replica en otras ciudades de menor potencial económico o protagonismo regional. Por lo cual, las ciudades muestran un avance desigual, tanto en lo interno como en lo externo, pues no se observó que un mismo país tenga más de una ciudad inteligente y sostenible con un avance significativo.

Los países en la región requieren fortalecer sus prácticas de innovación sostenible a través de estrategias específicas. Un ejemplo es la recopilación de datos relevantes para medir el desempeño de las tecnologías a fin de identificar el avance y grado de madurez a nivel local. Otra estrategia es el fomento al desarrollo industrial de patentes sobre esta categoría de tecnologías sustentables, lo cual es resultado de la inversión a los proyectos de investigación inherentes y el impulso del sector empresarial para su adopción.

Todo esto es esencialmente importante en el contexto actual, en el cual los principales retos del crecimiento material del modelo de producción y consumo dominante a escala global provienen de los límites naturales. Además de ello, en América Latina se suman una serie de desigualdades propias de la región, que vuelven aún más desafiante el proceso de innovación tecnológica sostenible.

Los temas como pobreza, brecha digital o acceso a la educación, sumados a una falta de confianza en la ciudadanía respecto de sus gobernantes, han traído retrasos significativos en la construcción de espacios en equilibrio con el medio ambiente, la sociedad y su economía. Por lo cual, cerrar este tipo de brechas en la región latinoamericana significará incrementar más de un 70 por ciento la inversión de cada país; por ejemplo, se podría pasar del 1.8 por ciento del producto interno bruto al 3.12 por ciento solo para sectores como agua y saneamiento, electricidad, transporte y telecomunicaciones.³⁷

Sumado a esto, la participación ciudadana es fundamental para impulsar el cambio tecnológico y cohesionar las estrategias del sector público y privado con el objetivo de materializar en resultados palpables los mecanismos de innovación que busquen aprovechar el potencial de la digitalización desde una perspectiva sostenible.

En el caso de la inteligencia artificial, como en el de cualquier otra implementación tecnológica, su uso para el desarrollo sostenible dependerá de la voluntad de los diversos actores involucrados para generar un impacto positivo.³⁸ Tanto los usuarios como los Gobiernos locales y otros actores globales requieren trabajar de manera integral para beneficiarse de este tipo de herramientas y aprovechar al máximo su potencial, sin descuidar el equilibrio ambiental. Por lo cual, su uso debe centrarse tanto en el ciudadano como en la sostenibilidad.

37. “La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe”, *Sitio web de BID*, Banco Interamericano de Desarrollo, consultado el 30 de agosto, 2024.

38. McKinsey. “IA para el bien social: Mejorar vidas y proteger el planeta”.

Finalmente, la región tiene un importante desafío sobre el impacto que las tecnologías digitales tienen en el medio ambiente, sobre todo en lo que se refiere a la gestión de residuos y su reciclaje; se observa una elevada cantidad de basura digital, la cual no se procesa adecuadamente y que está en sintonía con los excesivos patrones de consumo tecnológico global y sobreexplotación que afectan los recursos naturales y el medio ambiente.

Reflexiones finales

La irrupción de las tecnologías digitales en las diversas esferas de la vida humana ha tenido un impacto acelerado en el presente siglo y, sobre todo, en los últimos años. Los avances más recientes muestran un potencial único para transformar a la sociedad, su economía y la forma en la que el Gobierno gestiona los asuntos públicos. En este punto, la gobernanza se ha transformado hacia un esquema abierto que involucra diversos actores en el diseño de política públicas y la toma de decisiones; por tanto, los Gobiernos locales tienen en la innovación tecnológica, una ruta para un desarrollo sostenible.

En el caso de América Latina, existen referentes de ciudades que han logrado implementar soluciones tecnológicas para mejorar el espacio urbano y mantener un equilibrio con el medio ambiente; sin embargo, el grado de avance es todavía muy escaso si se compara a nivel mundial. Además, a nivel local, se muestra una importante desigualdad entre países y al interior de estos; por lo tanto, las ciudades líderes en la región deben ser un referente para aquellas cuyo proceso aún se encuentra en etapas muy iniciales.

Las brechas preexistentes de América Latina frenan el proceso de desarrollo tecnológico; de hecho, este fenómeno agudiza tales desigualdades y da origen a otro tipo: las denominadas brechas digitales. Los Gobiernos locales requieren cerrar esta distancia entre quienes acceden de manera privilegiada a los beneficios de la innovación tecnológica y aquellas personas que se encuentran rezagadas.

A fin de minimizar la huella ambiental que deriva del uso de tecnologías digitales, se requieren programas de gestión y concientización sobre el consumo de los instrumentos tecnológicos. Aunado

a ello, se debe mejorar la gestión de residuos electrónicos y avanzar en materia de reciclaje. Resulta alarmante el escaso porcentaje que se tiene en América Latina en este rubro, sobre todo si se consideran las grandes cantidades de basura tecnológica que se genera cada año.

Finalmente, la cohesión entre el Gobierno local, el sector privado y la sociedad fortalece el proceso de transformación digital. Para que la innovación tecnológica tenga éxito, requiere de la integración de los actores internos y globales, a fin de aprovechar al máximo las ventajas que ofrece el uso de tecnologías para mejorar la calidad de vida de las personas.

Fuentes de investigación

ADIP, *Entrevista con el autor*, 22 de abril, 2024.

ADIP. *5 años de transformación digital en la Ciudad de México*. México: Gobierno de la Ciudad de México, 2023. <https://ADIP.CDMX.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/5-anos-de-transformacion.pdf>.

Aponte, Gloria. “Innovación verde: Indicadores y principales tendencias”, *Revista Gestión I+D* 6, núm. 2 (2021). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8737220.pdf>.

Arizton. *Latin America Data Center Colocation Market-industry Outlook & Forecast 2023-2028*. Chicago: Arizton Advisory & Intelligence, 2023. <https://www.arizton.com/market-reports/latin-america-data-center-colocation-market>.

Banco Interamericano de Desarrollo. “¿Cómo mejorar la eficiencia energética en América Latina y el Caribe?”. *Sitio web de BID*. Actualizado el 25 de mayo, 2020. <https://blogs.iadb.org/energia/es/como-mejorar-la-eficiencia-energetica-en-america-latina-y-el-caribe/>.

Banco Interamericano de Desarrollo. “La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe”. *Sitio web de BID*. Fecha de consulta el 30 de agosto de 2024. <https://interactive-publications.iadb.org/La-brecha-de-infraestructura-en-America-Latina-y-el-Caribe>.

Cabello, Sebastián. *El camino de desarrollo de las ciudades inteligentes: una evaluación de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y Sao Paulo*. Santiago: CEPAL, 2022. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/09242a54-2330-4059-b471-bf3909cc5e14/content>.

Coalition for Digital Environmental Sustainability. *Action Plan for a Sustainable Planet in the Digital Age*. Nueva York: Naciones Unidas, 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6573509>.

CEPAL. *Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe*. Santiago: Naciones Unidas, 2022.

CEPAL. *Tecnologías digitales para un nuevo futuro*. Santiago: Naciones Unidas, 2021.

CONAE. “Sistema de apoyo para la toma de decisiones en la gestión de la calidad del aire. Implementación operativa de un producto espacial de PM10”. *Sitio web de Instituto Gulich*. Consultado el 30 de agosto, 2024. <https://ig.CONAE.unc.edu.ar/sistema-de-apoyo-para-la-toma-de-decisiones-en-la-gestion-de-la-calidad-del-aire/>.

- ILDA. “Calidad del aire para la salud de la población”. *Sitio web de Empatía*. Consultado el 30 de agosto, 2024. <https://www.empatia.la/proyecto/ia-para-el-cuidado-de-la-salud/>.
- Forbes México. “Brecha digital: un tema urgente para 2024 en México”. *Sitio web de Forbes Content*. Actualizado el 11 de diciembre, 2023. <https://www.forbes.com.mx/ad-brecha-digital-un-tema-urgente-para-2024-en-mexico/>.
- Global e-Sustainability Initiative. #Smarter 2030*. Brussels: Accenture Strategy, 2015. https://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf.
- Gobierno de la Ciudad de México. “Llave CDMX”, *Sitio web de ADIP*. Actualizado el 30 de agosto, 2024. <https://llave.cdmx.gob.mx>.
- Juárez, Miguel A. “Retos en América Latina para el desarrollo de ciudades inteligentes”. *Unodiverso, Revista de complejidad en ciencias sociales y humanidades* 4, núm. 4 (2024). <https://doi.org/10.54188/UD/04/D1/02>.
- Jones, Nicola. “How to stop data centres from gobbling up the world’s electricity”. *Natura* 561, núm. 163 (2018). <https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y#ref-CR1>.
- Könnölä, Totti *et al.* *Innovación verde en América Latina y el Caribe: marco conceptual*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo, 2023. <http://dx.doi.org/10.18235/0004890>.
- McKinsey & Company. “IA para el bien social: Mejorar vidas y proteger el planeta”. *Sitio web de McKinsey*. Actualizado el 10 de mayo, 2024. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/ia-para-el-bien-social-mejorar-vidas-y-proteger-el-planeta/es>.
- Naciones Unidas. “La inteligencia artificial puede contribuir a la transformación de los modelos de desarrollo en América Latina y el Caribe para hacerlos más productivos, inclusivos y sostenibles”. *Sitio web de CEPAL*. Actualizado el 11 de agosto, 2023. <https://www.cepal.org/es/comunicados/la-inteligencia-artificial-puede-contribuir-la-transformacion-modelos-desarrollo-america>.
- Naciones Unidas. “Publicación del primer informe sobre residuos electrónicos en América Latina”. *Sitio web de UNIDO*. Actualizado el 26 de enero, 2022. <https://www.unido.org/news/>.
- Naser, Alejandra y Gastón Concha. *El gobierno electrónico en la gestión pública*. Santiago: CEPAL, 2011.
- OECD. *Uso estratégico y responsable de la inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe*. París: OECD Publishing, 2022.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. “La revolución de la Inteligencia Artificial (IA) ya está aquí: ¿Cómo responderá América Latina y el Caribe?”. *Sitio web del PNUD*. Actualizado el 1 de marzo, 2024. <https://www.undp.org/es/latin-america/blog/la-revolucion-de-la-inteligencia-artificial-ia-ya-esta-aqui-como-respondera-america-latina-y-el-caribe>.
- Schoemaker, Emrys. *A shared vision for Digital Technology and Governance*. Nueva York: UNDP, 2024. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-02/undp-dsf-a-shared-vision-for-digital-technology-and-governance.pdf>.
- Schwarzer, Stefan y Pascal Peduzzi. *La huella creciente de la digitalización*. Ginebra: PNUMA, 2021. <https://www.unep.org/resources/emerging-issues/growing-footprint-digitalisation>.
- Universidad Nacional Autónoma de México. “La brecha digital: el horizonte de las desigualdades”. *Sitio web de Gaceta UNAM*. Actualizado el 19 de mayo, 2022. <https://www.gaceta.unam.mx/la-brecha-digital-el-horizonte-de-las-desigualdades/>.