

IA y Educación

Construyendo el futuro mediante la transformación digital

Elena Arias Ortiz
Nicolás Castro
Tatiana Forero
Gabriela Gambi
Cecilia Giambruno
Marcelo Pérez-Alfaro
Daniel Rodríguez-Segura

Banco Interamericano de Desarrollo
División de Educación

Abril 2025

IA y Educación

Construyendo el futuro mediante la transformación digital

Elena Arias Ortiz
Nicolás Castro
Tatiana Forero
Gabriela Gambi
Cecilia Giambruno
Marcelo Pérez-Alfaro
Daniel Rodríguez-Segura

Banco Interamericano de Desarrollo
División de Educación

Abril 2025

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Inteligencia artificial y educación: construyendo el futuro mediante la transformación digital / Elena Arias Ortiz, Nicolás Castro, Tatiana Forero, Gabriela Gambi, Cecilia Giambruno, Marcelo Perez-Alfaro, Daniel Rodríguez Segura.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 3122)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Artificial intelligence-Educational applications-Latin America. 2. Artificial intelligence-Educational applications-Caribbean Area. 3. Education-Effect of technological innovations on-Latin America. 4. Education-Effect of technological innovations on-Caribbean Area. 5. Education and state-Latina America. 6. Education and state-Caribbean Area. I. Arias Ortiz, Elena. II. Castro Vergara, Nicolás. III. Forero Pabón, Tatiana. IV. Della Nina Gambi, Gabriela. V. Giambruno, Cecilia. VI. Pérez Alfaro, Marcelo. VII. Rodríguez Segura, Daniel. VIII. Banco Inter-Americano de Desarrollo. División de Educación. IX. Serie.

IDB-TN-3122

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



IA y Educación

Construyendo el futuro
mediante la transformación digital



Elena Arias Ortiz • Nicolás Castro • Tatiana Forero
Gabriela Gambi • Cecilia Giambruno
Marcelo Pérez-Alfaro • Daniel Rodríguez Segura



Diseño y maquetación: MOKA.Diseño

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



IA y Educación

Construyendo el futuro
mediante la transformación digital

AUTORES

Elena Arias Ortiz • Nicolás Castro • Tatiana Forero
Gabriela Gambi • Cecilia Giambruno
Marcelo Pérez-Alfaro • Daniel Rodríguez Segura

División de Educación¹
Banco Interamericano de Desarrollo



¹ Los autores agradecen sinceramente los valiosos comentarios y aportes de Miguel Brechner, Lucía Dellagnelo y Ximena Dueñas. Sus observaciones y sugerencias contribuyeron significativamente a enriquecer la profundidad y claridad de la presente nota.

Resumen

Durante décadas, la tecnología ha sido promovida como una solución para los desafíos educativos en América Latina y el Caribe. El entusiasmo inicial sugería que las herramientas digitales podrían llegar a revolucionar el acceso y la calidad del aprendizaje. Sin embargo, la implementación en el mundo real ha mostrado resultados mixtos, debido a que la falta de integración pedagógica y de infraestructura ha limitado su impacto. A medida que la inteligencia artificial (IA) se perfila como la próxima frontera en la educación, la transformación digital del sector presenta tanto oportunidades como riesgos. Esta tensión plantea una pregunta urgente: ¿puede la IA convertirse en la fuerza transformadora que promete ser, o enfrentará los mismos obstáculos que han limitado a las innovaciones tecnológicas anteriores?

La respuesta dependerá no solo de los avances tecnológicos, sino también de la calidad de la investigación, la evaluación crítica y la implementación y monitoreo cuidadosos de las políticas que acompañen la integración de la IA en la educación. Al sintetizar las lecciones de experiencias previas y abordar las incertidumbres emergentes sobre el rol de la IA en el ámbito educativo, este estudio ofrece a los responsables de política pública recomendaciones prácticas basadas en evidencia. Presenta un marco conceptual para orientar la integración efectiva de la tecnología en la educación, proporcionando un enfoque estructurado para establecer objetivos, articular una teoría del cambio e identificar los componentes clave para una implementación exitosa.

En definitiva, el objetivo es asegurar que la inteligencia artificial y otras tecnologías digitales no sean integradas sin un sentido definido, sino que se implementen de forma tal que generen mejoras cuantificables en la calidad, la equidad y la eficiencia educativa en toda la región.

Índice

1. Introducción	2
2. Aprovechar la tecnología para alcanzar los objetivos educativos en América Latina y el Caribe	5
2.1 ¿Cómo puede ayudar la tecnología? Una revisión de la literatura.....	9
2.2 Lecciones de política pública hasta la fecha sobre el uso de tecnología en educación.....	27
3. ¿Disrupción? Las nuevas oportunidades y desafíos que plantea la IA	30
3.1 El papel de la IA en la educación: maximizando el aprendizaje, el acceso y la prestación del servicio educativo	33
3.2 Desafíos emergentes que plantea la IA	42
4. Aprovechar la tecnología y la IA para la educación	46
4.1 Un marco para lograr impacto a escala	48
4.2 Alinear las condiciones habilitantes con los objetivos de desarrollo educativo.....	62
4.3 Caminos hacia la transformación digital de la educación.....	65
5. Conclusión	68
Referencias	71
Anexo	85



1. Introducción

Durante décadas, la tecnología ha sido proclamada como la clave para resolver los desafíos educativos, especialmente en regiones en desarrollo como América Latina y el Caribe (ALC). En las décadas de 1990 y 2000, los medios de comunicación, la academia y think tanks influyentes, alimentaron una visión casi utópica del aprendizaje digital al presentar la tecnología como una herramienta capaz de superar las barreras tradicionales y revolucionar el acceso a la educación. Tanto académicos como responsables de política pública defendieron la idea de que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) democratizarían el conocimiento, mejorarían los índices de alfabetización y empoderarían a los estudiantes de toda la región.



En definitiva, el objetivo es asegurar que la inteligencia artificial y otras tecnologías digitales no sean integradas sin un sentido definido, sino que se implementen de forma tal que generen mejoras cuantificables en la calidad, la equidad y la eficiencia educativa en toda la región.



Sin embargo, a medida que avanzaba la implementación, la evidencia del mundo real comenzó a cuestionar este entusiasmo inicial. A finales de la década de 2000 y principios de 2010, las evaluaciones académicas y los análisis de políticas públicas empezaron a evidenciar las limitaciones y las consecuencias imprevistas de las iniciativas de tecnología educativa a gran escala. Los estudios sobre el programa *One Laptop Per Child* (OLPC), por ejemplo, mostraron escasas o nulas mejoras en los resultados de aprendizaje, con muchos dispositivos inutilizados por la falta de formación docente, deficiencias en la infraestructura y acceso limitado a internet. Las evaluaciones críticas demostraron que, sin integración pedagógica, la tecnología por sí sola resulta insuficiente para mejorar la calidad educativa. Las narrativas mediáticas también comenzaron a cambiar, cuestionando si las soluciones de tecnología educativa habían sido sobrevaloradas y no habían cumplido con las expectativas. En conjunto, estas evaluaciones concluyeron que, si bien la tecnología es un recurso valioso, no constituye una solución milagrosa para las desigualdades educativas profundamente arraigadas.

En la actualidad, el potencial emergente de la inteligencia artificial (IA), especialmente las populares herramientas de IA generativa disponibles desde 2022, plantea una paradoja para educadores y responsables de política pública. Por un lado, la IA promete brindar un aprendizaje personalizado, evaluaciones automatizadas y mejoras educativas basadas en datos, a gran escala. Por otro lado, sigue existiendo una gran preocupación por la equidad, los sesgos y la adopción acrítica de la IA en la educación. Sin una evaluación rigurosa y una integración cuidadosa, la IA corre el riesgo de repetir el mismo ciclo que caracterizó a las soluciones previas de tecnología educativa. Esta tensión nos plantea una pregunta urgente: ¿podrá la IA convertirse en la fuerza transformadora que promete ser, o enfrentará los mismos desafíos que limitaron a las innovaciones tecnológicas anteriores? La respuesta dependerá no solo de los avances tecnológicos, sino también de la calidad de la investigación, la evaluación crítica, la implementación reflexiva de políticas públicas y el seguimiento que acompañe la integración de la IA en la educación.

Basándose en las lecciones aprendidas de iniciativas anteriores de tecnología educativa, esta nota pretende: 1) examinar de forma crítica la evidencia empírica sobre la eficacia de la tecnología en la educación; y 2) elaborar un marco conceptual para garantizar que la transformación digital de la educación (TDE) esté impulsada por objetivos claros y orientados a resultados. Si bien la tecnología ha demostrado generar notorios beneficios en determinados contextos, su impacto depende en gran medida de las condiciones

de implementación, la integración pedagógica y el apoyo sistémico. No basta con introducir herramientas digitales, la tecnología debe utilizarse de forma estratégica si se quiere que contribuya a resolver los desafíos más urgentes que enfrentan los sistemas educativos en América Latina: mejorar los resultados de aprendizaje, mejorar las tasas de acceso y finalización, y aumentar la eficiencia general del sistema. Sin embargo, debemos reconocer que la TDE no debe centrarse únicamente en la tecnología, sino en transformar las prácticas educativas. La tecnología debe integrarse como una herramienta que permita realizar cambios más profundos en la enseñanza y el aprendizaje, como potenciar el aprendizaje basado en proyectos a través de plataformas digitales, lo que genera mayores impactos (OCDE, 2021). Para que la adopción de las herramientas digitales resulte exitosa, se debe generar un cambio sistémico en los modelos educativos, donde la tecnología apoye reformas pedagógicas y organizativas más amplias.

Este estudio propone un marco para integrar la tecnología en la educación y ofrece un enfoque estructurado para definir objetivos, establecer una teoría del cambio e identificar los elementos necesarios para una implementación exitosa de los programas. Al sintetizar las lecciones aprendidas a partir de experiencias anteriores y abordar las incertidumbres emergentes en torno al papel de la IA en la educación, este estudio ofrece a los responsables de política pública recomendaciones prácticas basadas en evidencia. En definitiva, el objetivo es asegurar que la IA y otras tecnologías digitales no sean integradas sin un sentido definido, sino que se implementen de forma tal que generen mejoras cuantificables en la calidad, la equidad y la eficiencia educativa en toda la región.

Tras esta introducción, la sección 2 ofrece una revisión exhaustiva de la literatura sobre cómo la tecnología puede ayudar a alcanzar objetivos educativos en ALC. La sección se centra en tres objetivos clave de política pública: 1) maximizar el aprendizaje en el aula; 2) ampliar el acceso y lograr trayectorias educativas completas; y 3) mejorar la eficiencia en la prestación del servicio educativo. La sección 3 aborda las oportunidades y desafíos que surgen en relación con la adopción de la IA. En esta sección, se analiza cómo las tecnologías de IA pueden transformar los tres objetivos clave de política pública mencionados anteriormente, al tiempo que se consideran los riesgos y las implicaciones éticas que pueden surgir. La sección 4 desarrolla un marco conceptual para la integración efectiva de la tecnología en la educación. Esta sección destaca la importancia de cinco condiciones habilitantes para lograr una transformación digital efectiva y sostenible: dispositivos digitales, conectividad educativa significativa, contenidos digitales, competencias de los docentes y gobernanza. También describe las diferentes rutas que los sistemas educativos pueden seguir para avanzar estratégicamente en la transformación digital, basándose en las lecciones aprendidas y en un enfoque fundamentado en evidencia. Por último, la sección 5 concluye el informe sintetizando los principales hallazgos y mensajes clave.

2.

Aprovechar la tecnología
para alcanzar los
objetivos educativos
en América Latina
y el Caribe



La tecnología debe ser un medio para alcanzar un fin en lugar de un fin en sí misma. Para que resulte efectiva, debe implementarse de forma estratégica, orientada a resolver desafíos educativos específicos y alcanzar objetivos bien definidos. El primer y más importante paso en la integración de la tecnología es identificar con precisión la necesidad de aprendizaje o gestión educativa que requiere atención. Una vez establecido el objetivo, el siguiente paso es determinar qué procesos pueden potenciarse con las ventajas únicas que ofrece la tecnología.



Para que resulte efectiva, la tecnología debe implementarse de forma estratégica, orientada a resolver desafíos educativos específicos y alcanzar objetivos bien definidos.



Si bien la tecnología en la educación cumple un papel amplio al equipar a las personas con las habilidades necesarias para desenvolverse en un mundo digital, su implementación debe estar guiada por un propósito claro. A medida que las sociedades y las economías son cada vez más dependientes de las tecnologías digitales y la IA, los sistemas educativos deben preparar a los individuos no solo para utilizar la tecnología de manera efectiva, sino también para evaluarla de forma crítica, adaptarla y crear con ella. Este imperativo, sin embargo, no sustituye la necesidad de contar con un enfoque estratégico para integrar la tecnología en los sistemas educativos. El desafío no consiste simplemente en incorporar la tecnología, sino en hacerlo de forma tal que constituya un apoyo eficaz para la enseñanza, el aprendizaje y la gestión educativa. Sin un propósito claro, se corre el riesgo de que la tecnología se convierta en un fin en sí mismo, en lugar de ser una herramienta para una transformación significativa. Esto implicaría desaprovechar la oportunidad de atender necesidades educativas concretas y contribuir a entornos de aprendizaje más equitativos y efectivos.

A nivel global, la tecnología se ha utilizado para afrontar desafíos tales como reducir el ausentismo docente, personalizar la enseñanza y ampliar la distribución de los recursos de aprendizaje. Si bien la efectividad de estas intervenciones varía —en particular en contextos de ingresos bajos y medios—, los estudios destacan qué tipos de tecnologías y características programáticas tienen mayores probabilidades de generar resultados positivos.

Esta sección analiza los desafíos educativos clave en ALC e identifica los tres grandes objetivos de política pública en los que la tecnología puede tener un impacto significativo: 1) maximizar el aprendizaje en el aula; 2) ampliar el acceso y lograr trayectorias educativas completas; y 3) mejorar la eficiencia en la prestación del servicio educativo. Estos objetivos no constituyen categorías rígidas, sino una estructura que nos permite analizar ejemplos del mundo real y extraer lecciones a partir de la evidencia empírica sobre la función de la tecnología en la educación.

Desafío 1: Resultados de aprendizaje bajos y desiguales

> Objetivo de política pública: Maximizar el aprendizaje en el aula

Los resultados de aprendizaje en ALC siguen estando en un nivel alarmantemente bajo. Según PISA 2022, tres de cada cuatro estudiantes de la región no alcanzan el nivel de competencia básico en matemáticas, y casi la mitad carece de habilidades básicas de lectura (Arias Ortiz et al., 2023). La brecha de aprendizaje entre ALC y los países de la OCDE equivale a cinco años de escolarización, mientras que los sistemas con mejores resultados, como Singapur, llevan casi una década de ventaja.

Las disparidades socioeconómicas agravan aún más esta crisis: los estudiantes del quintil de menores ingresos se enfrentan a una brecha de aprendizaje de casi cuatro años en comparación con sus pares más favorecidos (Arias Ortiz et al., 2024). Para hacer frente a este desafío, se requiere un enfoque centrado en mejorar las experiencias de aprendizaje en el aula. También se debe garantizar que las prácticas docentes y el diseño de los planes de estudios mejoren el desempeño de los estudiantes y, al mismo tiempo, fomenten las competencias digitales y la capacidad de aprender en entornos digitales de manera eficaz.

Desafío 2: Baja tasa de cobertura y alto índice de abandono en la enseñanza secundaria y terciaria

> Objetivo de política pública: Ampliar el acceso y lograr trayectorias educativas completas

Mientras que la cobertura de la educación primaria es casi universal en toda ALC, solo el 80% de los jóvenes se matriculan en la educación secundaria, con una brecha de 11 puntos porcentuales entre los quintiles de ingresos más bajos y más altos (Arias Ortiz et al., 2024a). Las tasas de abandono escolar siguen siendo un problema crítico ya que el 27% de los estudiantes abandona antes de terminar la educación secundaria. Un factor clave que explica esta tendencia es la falta de motivación: el 20% de los que abandonan mencionan como razones principales que el plan de estudios resulta poco atractivo y que los métodos de enseñanza son poco estimulantes (Arias Ortiz et al., 2024a). El acceso a la enseñanza superior es aún más limitado, solo el 30% de los jóvenes se matricula. Las disparidades socioeconómicas restringen aún más las oportunidades: solo el 16% de los estudiantes del quintil de menores ingresos acceden a la enseñanza superior, frente al 45% del quintil más alto. Ampliar el acceso y el compromiso es fundamental para promover trayectorias educativas más completas a lo largo del ciclo y más allá, y así garantizar caminos educativos más equitativos. (Arias Ortiz et al., 2024a).

Desafío 3: Baja eficiencia de la inversión educativa en relación con los resultados de aprendizaje, e ineficiencia e inequidad en la asignación de recursos

> Objetivo de política pública: Mejorar la eficiencia en la prestación del servicio educativo

La efectividad de los sistemas educativos depende no solo de la inversión financiera, sino también de cómo se asignan y utilizan los recursos. Países como Vietnam y Turquía, donde la inversión en educación (en US\$) es similar a la de las naciones de ALC, obtienen resultados significativamente mejores en matemáticas, lo que sugiere que existen factores más allá de los niveles de gasto que contribuyen a obtener mejores resultados educativos (OCDE, 2023). Los países de ALC enfrentan varias ineficiencias, como la baja calidad de los datos sobre los resultados de aprendizaje, la distribución desigual de docentes y recursos, y una planificación deficiente de la infraestructura educativa. Muchos sistemas educativos carecen de datos fiables y oportunos que sirvan para orientar la toma de decisiones, lo que limita su capacidad para monitorear los avances y diseñar políticas eficaces. La asignación desigual de docentes y recursos aumenta aún más las disparidades, ya que las instituciones de contextos vulnerables con frecuencia deben lidiar con la escasez de educadores

cualificados y de material didáctico esencial (Aguilera et al., 2023). Además, la planificación deficiente de la infraestructura educativa conduce a aulas superpobladas en algunas zonas y subutilizadas en otras, lo que reduce la eficiencia de las inversiones educativas. Abordar estas ineficiencias producidas por una gobernanza débil y una inversión mal orientada, es fundamental para mejorar tanto la efectividad como la equidad de los sistemas educativos de la región.

La tecnología puede ser una herramienta poderosa para apoyar estos objetivos de política pública, pero su implementación debe estar basada en evidencia y tener objetivos concretos. En la siguiente sección, se presenta una revisión exhaustiva de las investigaciones más recientes y rigurosas sobre cómo la tecnología puede contribuir de manera eficaz a resolver los desafíos específicos a los que se enfrentan los países de la región.

2.1

¿Cómo puede ayudar la tecnología? Una revisión de la literatura

A. Maximizar el aprendizaje en el aula

La evidencia empírica muestra que, cuando la tecnología se integra de manera coherente en las prácticas de enseñanza y aprendizaje, puede mejorar significativamente tanto el rol docente como los resultados de aprendizaje. Esta integración coherente puede generar tales resultados a través de una enseñanza más efectiva y prácticas de aprendizaje individualizado. Las intervenciones tecnológicas bien integradas pueden resultar especialmente efectivas para aquellos docentes que gestionan clases numerosas con estudiantes con distintos niveles de aprendizaje, ya que la atención personalizada es más difícil de lograr en estos contextos (ver el cuadro 1). Estas intervenciones suelen ofrecer un apoyo integral para que los docentes puedan mejorar tanto el contenido como el aspecto pedagógico de sus prácticas de enseñanza. (ver el cuadro 2).

Si bien la tecnología educativa puede resultar efectiva cuando se diseña e implementa adecuadamente según un contexto específico (Rodríguez-Segura, 2022), su éxito depende de una integración coherente entre infraestructura digital y prácticas pedagógicas. Proporcionar únicamente equipos y conectividad de forma aislada ha resultado, en muchos casos, costoso e ineficaz para mejorar los resultados de aprendizaje de forma directa (Banerjee et al., 2023). Sin embargo, cuando se cuenta con equipos adecuados, conectividad educativa significativa, y estrategias educativas bien diseñadas y fundamentadas en marcos pedagógicos claros, la tecnología puede complementar eficazmente el rol docente para mejorar los resultados de aprendizaje.

● Personalización para abordar la heterogeneidad de niveles de aprendizaje

Una de las aplicaciones más prometedoras de las intervenciones tecnológicas en la educación se enfoca en permitir que los estudiantes aprendan a su propio ritmo. En particular, las intervenciones con esta característica pueden mejorar los resultados de aprendizaje en entornos donde la enseñanza en el aula quizás no logra satisfacer las necesidades individuales debido al elevado ratio alumno - docente o a la brevedad de los períodos lectivos.

Cuadro 1. El desafío de la heterogeneidad dentro de la clase

Muchos países del mundo han experimentado un marcado aumento de la cobertura escolar en las últimas décadas. En América Latina y el Caribe, la tasa de cobertura neta en la enseñanza primaria pasó del 83% en 1980 al 94% en 2018, lo que supone un aumento de casi 20 millones de estudiantes más inscritos en la enseñanza primaria en la región (Banco Mundial, 2024ab). Este avance, junto con la disminución de la cantidad de estudiantes por docente en las escuelas primarias, que pasó de 32 a casi 20 estudiantes por docente en el mismo período, refleja el loable compromiso político asumido para alcanzar el acceso universal a la educación, especialmente en la educación primaria.

Al mismo tiempo, esta expansión incorporó al sistema educativo a muchos estudiantes que quizás habían quedado excluidos anteriormente. Estos estudiantes suelen proceder de entornos socioeconómicos más bajos, y algunos son los primeros de su familia en asistir a la escuela. La inclusión de estudiantes con estos antecedentes aumenta las disparidades dentro de la clase y de la escuela en los resultados de aprendizaje (Ganimian y Djaker, 2023). Una mayor heterogeneidad dentro de la clase, a su vez, hace que sea más difícil para los docentes llegar a la mayoría de sus estudiantes a través de la enseñanza tradicional uniforme dictada en el aula (Duflo et al., 2011). Esto resulta cierto sobre todo cuando se incentiva a los docentes, de forma explícita o más sutil, a enfocarse en los estudiantes de alto rendimiento en lugar de enfocarse en toda la clase. En estos casos, se puede generar un entorno en el que solo los mejores estudiantes se benefician de la enseñanza en el aula, lo que agrava aún más las desigualdades. Además, si bien el ratio promedio de estudiantes por docente en ALC ha mejorado en las últimas décadas, en las escuelas donde todavía hay clases numerosas, la heterogeneidad dentro de la clase puede hacer aún más difícil para los docentes adaptar su instrucción y apoyar a los estudiantes en toda la gama de niveles de competencias.

Un elemento central de este enfoque es el uso de tecnologías de aprendizaje adaptativo, que evalúan los niveles de competencia y el ritmo de avance de los estudiantes, y ajustan el nivel de dificultad en consecuencia. Este carácter adaptativo ha demostrado ser un componente clave de varias intervenciones exitosas (Banerjee et al., 2007; Muralidharan et al., 2019; Ito et al., 2019; Carrillo et al., 2010). En aulas con grandes diferencias de desempeño, la funcionalidad adaptativa permite que cada estudiante trabaje a su propio ritmo y dedique su atención a contenidos adaptados a sus capacidades, lo que promueve un progreso significativo para estudiantes en todos los niveles de destreza. Estas intervenciones suelen incluir la instrucción asistida por computadora (CAI por sus siglas en inglés), integrada en los planes de estudio de las aulas, y el aprendizaje asistido por computadora (CAL por sus siglas en inglés), que funciona independientemente de la enseñanza dirigida por el docente (Bai et al., 2016)².

Aunque algunas características, como el carácter adaptativo, parecen beneficiosas, la evidencia es limitada respecto a otros aspectos clave del diseño de estas intervenciones con tecnología. Entre las características

² La instrucción asistida por computadora se refiere al uso de la tecnología, a menudo computadoras, para impartir contenidos educativos específicos o ayudar a los estudiantes a través de lecciones o ejercicios. Está estrechamente vinculada con los objetivos de la enseñanza y utiliza la tecnología como herramienta didáctica para apoyar y mejorar el proceso educativo. Algunos ejemplos son los tutoriales diseñados para enseñar temas específicos de matemáticas o idiomas, así como las simulaciones que ilustran y explican fenómenos científicos. Por otro lado, el aprendizaje asistido por computadora engloba un concepto más amplio en el que las computadoras se utilizan como herramientas para facilitar el proceso general de aprendizaje. Puede implicar la exploración independiente, la investigación o actividades que trascienden la instrucción estructurada. Algunos ejemplos son los recursos multimedia, como videos o simulaciones interactivas para el aprendizaje autodirigido, las herramientas de investigación como las bibliotecas en línea o el software educativo utilizado para el aprendizaje basado en proyectos.

con menos evidencia figuran la dosificación (la cantidad de tiempo y la frecuencia con que los estudiantes utilizan la tecnología en el aula), el grado óptimo de personalización y el tipo exacto de uso durante el proceso de aprendizaje.

En cuanto a la dosificación, por ejemplo, no hay un consenso en los estudios realizados sobre el tiempo óptimo de uso de la tecnología por parte de los estudiantes. Las investigaciones han analizado duraciones variadas por sesión, desde 20 minutos (Beg et al., 2022) hasta 90 minutos (Araya et al., 2025). La literatura también muestra diferencias en la frecuencia de uso esperada: desde dos veces por semana (Lai et al., 2016) hasta seis veces por semana (Muralidharan et al., 2019). Por un lado, un estudio realizado en Rusia halló que duplicar la duración de una intervención, no mejoró notoriamente el aprendizaje (Bettinger et al., 2023). Por el contrario, entre las intervenciones analizadas para elaborar la presente nota técnica, aquellas que requerían al menos 25-30 minutos diarios de participación estudiantil, fueron las que generaron efectos positivos. Según los datos de PISA 2022, si bien el uso de dispositivos digitales para actividades de aprendizaje en los centros educativos muestra cierta relación con la obtención de puntuaciones más altas en matemáticas, el uso excesivo —en particular más de cinco horas diarias— está vinculado a un menor desempeño (OCDE, 2023). Por lo tanto, si bien un mayor uso de una plataforma tecnológica no genera necesariamente mejores resultados de aprendizaje, se necesita una dosis mínima para lograr resultados positivos, ya que es poco probable que la utilización superficial de la herramienta durante unos pocos minutos genere resultados significativos.

Para determinar la dosis adecuada de una intervención —cuánto tiempo deben pasar los estudiantes interactuando con estas herramientas—, resulta fundamental tener en cuenta tanto el diseño de los materiales como el costo de oportunidad para los estudiantes (por ejemplo, si el tiempo de uso interfiere con la instrucción en el aula o si tiene lugar fuera del horario escolar). En un estudio realizado en la India, se descubrió que un software que ayudaba a mejorar los resultados de aprendizaje al utilizarse fuera del horario escolar (Muralidharan et al., 2019) no producía mejores resultados de aprendizaje cuando se utilizaba en el centro educativo —entre otras diferencias—, aunque sí mejoraba las puntuaciones de matemáticas de los estudiantes con menor rendimiento (de Barros y Ganimian, 2024). Esto sugiere que las mejoras observadas por Muralidharan et al. (2019) pueden haber sido impulsadas en parte por el tiempo adicional dedicado a la tarea en lugar de la sustitución del tiempo dedicado en clase. En general, si bien hay pocos estudios sobre la dosificación, la evidencia existente sugieren que: 1) simplemente aumentar la cantidad de tiempo dedicado a las plataformas de aprendizaje no mejora necesariamente los resultados de aprendizaje; 2) es probable que se necesite un nivel mínimo de uso intensivo, que suele implicar sesiones de al menos 20-30 minutos, para lograr efectos positivos; y 3) resulta fundamental tener un entendimiento sobre qué estarían haciendo los estudiantes en ausencia de la intervención para evaluar su verdadero impacto.

Otra característica a tener en cuenta es el nivel de personalización de la plataforma. El desarrollo de programas informáticos de evaluación sofisticados, sobre todo con características adaptativas, requiere una importante inversión con el fin de crear extensos bancos de ítems, bases de datos y algoritmos capaces de adaptar los contenidos a los niveles de desempeño de cada estudiante con precisión. Sin embargo, no todas las funcionalidades añadidas a los productos de tecnología educativa para facilitar la práctica resultan beneficiosas. Por ejemplo, en un estudio realizado en la India, se descubrió que añadir ejercicios de práctica independiente al final de los módulos no tenía, en promedio, efecto alguno tras seis meses de implementación (de Barros et al., 2022). En estos casos, el diseño de la plataforma podría funcionar eficazmente sin estos módulos de práctica, e incluso optimizaría la experiencia del usuario. Por lo tanto, resulta esencial identificar el nivel óptimo de adaptabilidad y práctica para las intervenciones autodirigidas -o prácticamente autodirigidas- con el fin de maximizar la efectividad de las herramientas tecnológicas, al tiempo que se equilibran sus costos de desarrollo y complejidad.

Por último, las intervenciones deben ser fáciles de navegar para todos los estudiantes, ya que deberán interactuar con estas herramientas de forma independiente o con ayuda mínima. Si la plataforma es demasiado compleja o se necesitan múltiples pasos para configurarla, puede resultar difícil para quienes tienen menor desempeño seguir el ritmo, lo que podría aumentar la brecha con sus pares de mayor desempeño (Carrillo et al., 2010; He et al., 2008). Para garantizar que todos los estudiantes resulten favorecidos, se debe encontrar el equilibrio adecuado entre adaptabilidad y dosis, sobre todo cuando estas herramientas se integran en la enseñanza en el aula. Si bien se pueden brindar pautas sobre la dosificación óptima, los docentes desempeñan un papel crucial a la hora de ajustar el tiempo y la frecuencia en función de las necesidades y contexto de sus estudiantes. Al optimizar estos elementos, las intervenciones basadas en la tecnología pueden apoyar de manera más efectiva a estudiantes diversos y contribuir a reducir las diferencias de desempeño.

Moldeando la enseñanza en el aula

Además de dirigirse directamente a los estudiantes mediante la personalización, la tecnología ha permitido a los docentes transformar la manera de planificar, estructurar y dictar las clases. En algunos casos, esto ha complementado exitosamente -y no reemplazado- el papel de los docentes, lo que ha generado mejores resultados de aprendizaje. Por ejemplo, diversos estudios muestran que cuando la enseñanza asistida por computadora se integra de forma fluida en el proceso pedagógico, genera beneficios más consistentes en comparación con otros métodos (Bai et al., 2016; Lai et al., 2013, 2015, 2016; Mo et al., 2014, 2015). Por el contrario, las iniciativas que buscan sustituir completamente la instrucción de los docentes no generan necesariamente mejores resultados de aprendizaje, aunque puedan impactar en otros aspectos, como la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje académico (Ferman et al., 2019; Linden, 2008).

Cuadro 2. El desafío de la falta de conocimientos sobre el contenido y de habilidades pedagógicas en los docentes

La aptitud, la capacidad para enseñar, el esfuerzo y el conocimiento del contenido por parte del docente resultan aspectos fundamentales para el logro de los estudiantes (Chetty et al., 2014). Como tal, una instrucción efectiva en el aula depende del dominio del contenido por parte del docente (es decir, su conocimiento disciplinar) y de su capacidad para enseñarlo adecuadamente (es decir, sus habilidades pedagógicas). Si existen deficiencias en alguno de estos elementos, los estudiantes pueden recibir información inexacta o enfrentar clases mal impartidas, lo que puede afectar negativamente su proceso de aprendizaje. Por el contrario, un sólido conocimiento de los contenidos y prácticas de enseñanza efectivas son fundamentales para mejorar los resultados educativos (Angrist et al., 2023b; Gess-Newsome et al., 2019).

En América Latina, la evidencia sugiere que existen deficiencias preocupantes en estas áreas. Por ejemplo, un estudio realizado en Paraguay, República Dominicana y Nuevo León (México) reveló que en las aulas siguen predominando las prácticas docentes menos efectivas, como la repetición mecánica y la memorización (Näslund-Hadley et al., 2014b). La misma investigación indicó que la existencia de enfoques pedagógicos que estimulan un involucramiento cognitivo más profundo podría conducir a un mejor desempeño en las evaluaciones internacionales. Además, existe evidencia de que, en promedio, los docentes de la región presentan habilidades cognitivas y numéricas más bajas en comparación con personas con otros estudios de educación terciaria (Estrada y Lombardi, 2023). Por lo tanto, las intervenciones que abordan las brechas en el conocimiento de los contenidos o mejoran las prácticas pedagógicas de los docentes pueden resultar esenciales para mejorar los resultados de aprendizaje en la región.

Puede resultar efectivo complementar la enseñanza en el aula con contenidos tecnológicos que estén alineados y potencien lo que se enseña en clase. Estudios realizados en Pakistán, Paraguay e India (Beg et al., 2022; Näslund-Hadley et al., 2014a; Wennersten et al., 2015) examinaron el impacto de contenidos pregrabados que fueron diseñados para complementar la enseñanza en el aula. En Pakistán, se brindaron materiales de alta calidad, adaptados al contexto local, que complementaban lo enseñado durante el horario de clase habitual, y dotaron a los docentes de herramientas para analizar el contenido del video mediante evaluaciones de opción múltiple, en particular sobre temas que ellos mismos quizás no dominaban (ver cuadro 2). Del mismo modo, la intervención en Paraguay incluyó lecciones pregrabadas que seguían el currículo nacional de matemáticas para educación preescolar y que eran impartidas de forma bilingüe en español y guaraní con el fin de adaptar la enseñanza a las condiciones locales de la población estudiantil.



Evidencia adicional sugiere que empoderar al personal docente con material didáctico y planes de clase de alta calidad, a través de programas de pedagogía estructurada impartidos de forma remota, puede



Evidencia adicional sugiere que empoderar al personal docente con material didáctico y planes de clase de alta calidad, a través de programas de pedagogía estructurada impartidos de forma remota, puede mejorar los resultados de aprendizaje. Estudios realizados en Senegal, Gambia y Kenia (Blimpo et al., 2020; Lehrer et al., 2019; Gray-Lobe et al., 2022) descubrieron que proporcionar herramientas tecnológicas con características como guiones de clase, elevó las puntuaciones en los exámenes. Los programas integrales de Senegal y Kenia mejoraron el acceso de docentes y estudiantes a la tecnología, al tiempo que optimizaron los métodos de enseñanza y la participación estudiantil. Si bien los investigadores no pudieron aislar los efectos individuales de cada componente, incluida la tecnología, los estudios resaltan cómo esta puede potenciar una reforma educativa más amplia que incluya enfoques pedagógicos más sólidos para los docentes.

Sin embargo, no todos los casos de reasignación de recursos en respuesta a los cambios tecnológicos en la educación arrojan resultados positivos. Por ejemplo, un estudio realizado en escuelas secundarias de Costa Rica enfocado en la mejora del currículo de matemáticas de séptimo grado evaluó un nuevo enfoque pedagógico para promover el aprendizaje activo en geometría (Berlinski & Busso, 2017). Este estudio también evaluó el uso de diversas tecnologías, incluidas pizarras interactivas, laboratorios informáticos y computadoras individuales, en distintos grupos experimentales. Los resultados revelaron que ninguno de estos grupos experimentó mejoras en el aprendizaje; de hecho, las intervenciones que promovían el aprendizaje activo y la tecnología integrada mostraron efectos negativos significativos. A pesar de los altos niveles de compromiso docente y de una aplicación adecuada, la introducción de la tecnología obstaculizó la interacción docente - estudiante. De forma similar, un estudio en India que ofrecía a los docentes formación continua, materiales y acompañamiento para integrar videos de alta calidad su práctica pedagógica, generó efectos negativos en las puntuaciones de matemáticas, efectos nulos en las puntuaciones de ciencias y efectos adversos en la calidad de la enseñanza, las prácticas docentes y la actitud de los estudiantes hacia ambas asignaturas. Tanto en el estudio costarricense como en el indio, problemas como el tiempo requerido para configurar y hacer la transición a las plataformas tecnológicas afectaron negativamente los resultados de aprendizaje, la disciplina en el aula y las prácticas pedagógicas de los docentes. Estos resultados constituyen una advertencia frente a la aplicación de cambios abruptos en la enseñanza y el currículo, especialmente cuando implican ajustes tecnológicos significativos en el aula.

En resumen, la tecnología tiene el potencial de transformar la enseñanza en las aulas al ayudar a los docentes a impartir las lecciones con mayor eficacia y solidez pedagógica, al tiempo que permite que los estudiantes trabajen con materiales y recursos adaptados a su nivel de aprendizaje. Las intervenciones más exitosas en este ámbito no pretenden sustituir a los docentes, sino mejorar la interacción entre docentes y estudiantes, ya sea liberando más tiempo para los docentes o apoyando su enseñanza. Sin embargo, no todos los casos de reasignación de recursos han resultado exitosos. La clave para lograr resultados positivos radica en garantizar que la intervención efectivamente permita alcanzar los resultados deseados. Por ejemplo, si el objetivo de una intervención es ayudar a planificar las clases, el tiempo de planificación docente debería reducirse. Además, es fundamental que la nueva asignación de recursos mejore la experiencia estudiantil y los resultados de aprendizaje. Esto plantea una pregunta central: ¿están los docentes dedicando más tiempo a las actividades centradas en los estudiantes gracias a la introducción de la tecnología en el aula?

● La mera provisión de dispositivos no conduce a mejores resultados de aprendizaje

Una intervención habitual en el área de la tecnología en la educación es la de proporcionar dispositivos a los estudiantes, en particular a aquellos que antes estaban excluidos del entorno digital. Un ejemplo destacado es el programa *One Laptop Per Child* (OLPC por sus siglas en inglés), cuyo objetivo era brindar a cada estudiante una computadora portátil. Gobiernos, ONG y donantes realizaron fuertes inversiones en el marco de esta iniciativa, esforzándose por alcanzar la relación de un dispositivo por estudiante, ya fuera distribuyendo las computadoras directamente o proporcionando sets de dispositivos para las aulas en la cantidad suficiente para cubrir a todos los estudiantes. Incluso en los países de ingresos más bajos, aumentar el acceso a la tecnología en las escuelas pasó a ser una prioridad o un objetivo de política pública importante (Kozma y Surya Vota, 2014). Cabe reconocer que muchos de estos programas se diseñaron principalmente para reducir la brecha digital y promover el acceso equitativo a la tecnología, un objetivo que se cumplió en diversos grados (Díaz et al., 2022). Sin embargo, la evidencia muestra que el objetivo de mejorar el aprendizaje no se cumplió en la misma medida.

Cuadro 3. El desafío de la desigualdad en el acceso a la tecnología

Un riesgo importante de la educación impulsada por la tecnología es que puede exacerbar las disparidades educativas existentes si el acceso a la tecnología no es universal. Cuando los estudiantes con mejor desempeño o mayores recursos económicos tienen acceso a herramientas tecnológicas que sus pares menos favorecidos carecen, las brechas de desempeño educativo pueden aumentar. Este riesgo preocupa especialmente en regiones con graves desigualdades económicas, como América Latina y el Caribe. Por ejemplo, casi el 40% de los jóvenes de 15 años provenientes de entornos vulnerables en la región siguen sin tener acceso a internet en su institución educativa, y el 20% asiste a un centro educativo sin acceso a computadoras para uso estudiantil. En cambio, el acceso a ambos recursos es universal entre estudiantes de contextos vulnerables de los países de la OCDE (Arias Ortiz et al., 2024). Además, el 94% de los estudiantes del quintil más rico de América Latina tiene acceso a una computadora en casa para realizar las tareas escolares, más del triple que los del quintil más pobre (Arias Ortiz et al., 2020a). Estas brechas no solo afectan la capacidad de los sistemas educativos para ejecutar intervenciones destinadas a mejorar los resultados de aprendizaje, sino también su capacidad para responder a crisis como la de COVID-19, en la que la educación tuvo que migrar a modalidades a distancia, lo que perjudicó especialmente a quienes tenían un acceso limitado a las plataformas y dispositivos necesarios.

Para abordar estas disparidades se requieren iniciativas orientadas a cerrar la brecha digital. Sin embargo, los responsables de política pública también deben considerar los elevados costos asociados a la provisión y mantenimiento de dispositivos y conectividad educativa significativa a gran escala (Drees-Gross y Zhang, 2021). Si bien la ampliación del acceso a la tecnología y una conectividad educativa significativa³ son condiciones habilitantes para implementar intervenciones más eficaces, basadas en la tecnología y centradas en los estudiantes, por sí solas no mejoran directamente los resultados de aprendizaje. Por lo tanto, también deben ir acompañadas de inversiones en contenidos y plataformas de calidad. Además, resulta primordial invertir en la formación y en el desarrollo de las competencias docentes, para que puedan utilizar estos materiales y herramientas con eficacia (ver la sección 3). Por último, para que estas iniciativas sean sostenibles, se necesita personal formado para gestionar la infraestructura de red y mantener los equipos, junto con un robusto sistema de asistencia técnica para las redes escolares que garantice que la tecnología siga funcionando y esté disponible para el aprendizaje.

A pesar de los esfuerzos generalizados por aumentar el acceso estudiantil a dispositivos, sigue habiendo poca evidencia de que, por sí solos, mejoren los resultados de aprendizaje. No se ha demostrado que la simple entrega de equipos tecnológicos mejore directamente el rendimiento académico. Las evaluaciones de los programas OLPC en países como Colombia, Perú, Uruguay y Costa Rica revelan sistemáticamente un impacto limitado o nulo en el desempeño estudiantil (Barrera-Osorio & Linden, 2009; Beuermann et al., 2015; Cristia et al., 2010, 2017; de Melo et al., 2014; Meza-Cordero, 2017). En los casos en que se han estudiado los efectos de estas políticas a largo plazo, los resultados no muestran mejoras. Por ejemplo, un estudio de seguimiento de un programa OLPC aplicado en Uruguay no encontró efectos significativos en los logros educativos (Yanguas, 2020). De manera similar, un seguimiento a largo plazo del estudio de Cristia et al. de 2017 sobre la iniciativa OLPC en Perú no detectó cambios en el desempeño académico. Además, el estudio informó efectos negativos sobre la finalización oportuna de la educación primaria y secundaria (Cueto et al., 2024.). Por su parte, iniciativas como la sustitución de los libros de texto por computadoras portátiles en Honduras no generaron mejoras en los resultados de aprendizaje, a pesar de los altos costos involucrados. (Bando et al., 2017). Un problema recurrente en todas estas iniciativas ha sido la subutilización de los dispositivos y la formación insuficiente del profesorado sobre cómo integrar la tecnología en la enseñanza diaria (Lavinás y Veiga, 2013; Barrera-Osorio y Linden, 2009). Además, si bien los estudiantes pasaban más tiempo utilizando las computadoras, como se observó en las evaluaciones de OLPC (Meza-Cordero, 2017), esto a menudo fue en detrimento de otras actividades, como hacer las tareas escolares o jugar al aire libre. En algunos casos, la provisión de tecnología tuvo incluso repercusiones negativas en los resultados académicos (Angrist y Lavy, 2002; Malamud y Pop-Eleches, 2011).

En general, la evidencia que relaciona la provisión de tecnología con mejores resultados de aprendizaje sigue siendo limitada. Muchas de las intervenciones eficaces y costo-efectivas que se mencionan en el presente informe dependen de que los centros educativos tengan los dispositivos necesarios y una conectividad educativa significativa. Si bien el acceso a los dispositivos y a la conectividad constituye una condición

³ La conectividad educativa significativa se define a partir del cumplimiento de dos condiciones principales: 1) un megabit (mbps) por segundo por estudiante en el turno más grande de la escuela; y 2) intensidad de la señal superior a -70 milivatios decibelios (dBm) en todos los ambientes educativos de la escuela. Esto permite que a) todos los estudiantes del turno puedan hacer un uso general de internet de forma simultánea, como acceder al correo electrónico, a sitios de noticias o realizar búsquedas en la red, por ejemplo; b) la mitad de los estudiantes del turno pueda acceder a internet al mismo tiempo, y entre ellos, uno de cada tres pueda realizar actividades de video; y c) una cuarta parte de los estudiantes del turno pueda participar simultáneamente en actividades de video en internet. <https://blogs.iadb.org/educacion/es/mas-alla-del-acceso-como-garantizar-una-conectividad-significativa-para-todas-las-escuelas/>

necesaria, no es suficiente por sí solo para favorecer el aprendizaje. Los programas educativos basados en la tecnología deben estar fundamentados en marcos pedagógicos claros (ver el cuadro 3). Al mismo tiempo, la experiencia de iniciativas como Ceibal de Uruguay demuestra que, si bien la mera provisión de dispositivos no garantiza mejores resultados de aprendizaje de forma directa (de Melo et al., 2014; Yanguas, 2020), sí puede ayudar a reducir la brecha digital. Al facilitar el acceso a computadoras personales y propiciar un mayor uso de los servicios de internet, la iniciativa redujo la brecha de acceso digital entre los distintos grupos socioeconómicos (Díaz et al., 2022). Además, estos programas pueden fortalecer el desarrollo de habilidades digitales en el alumnado (Rodríguez-Segura, 2022), lo que puede traducirse en beneficios en el mercado laboral a futuro.

En este sentido, si bien la ampliación del acceso a la tecnología no debe considerarse un medio para mejorar los resultados de aprendizaje de forma directa, sí resulta esencial para desarrollar las capacidades de aprendizaje de los estudiantes y prepararlos para desenvolverse con éxito en los futuros entornos laborales digitales. Además, el acceso a la tecnología puede ser beneficioso en el contexto de futuras intervenciones de aprendizaje, especialmente para estudiantes de contextos vulnerables que, de otro modo, podrían no tener acceso al apoyo tecnológico del que sí disponen sus compañeros.

B. Ampliar el acceso y lograr trayectorias educativas completas

Instrucción y formación a distancia

Las iniciativas de transformación digital en la educación han ampliado las oportunidades para que distintos actores, como docentes, directivos, estudiantes, padres y madres accedan a recursos educativos y se involucren más profundamente con el proceso educativo. Esto puede mejorar el acceso de los que están completamente fuera del sistema educativo —aumentando así la cobertura global de los sistemas educativos—, y fomentar una mayor participación e involucramiento de quienes están incluidos de forma marginal, en riesgo de desvincularse. Esta sección destaca varios ejemplos de cómo la tecnología ha logrado apoyar eficazmente a los sistemas educativos en ambos sentidos.

En primer lugar, las intervenciones de amplio alcance enfocadas en mejorar la infraestructura escolar pueden aumentar considerablemente el acceso a la educación, sobre todo en zonas remotas donde no hay otras soluciones disponibles. Estas zonas pueden carecer de docentes en ciertas asignaturas, o ser lugares donde los enfoques tradicionales resultan financieramente inviables, como en el caso de las escuelas de entornos aislados a las que resulta difícil dotar de personal (ver el cuadro 4). Por ejemplo, los estudios realizados en Perú sobre el suministro de internet a las escuelas (Lakdawala et al., 2023) y en Tanzania sobre la electrificación y las herramientas didácticas (Seo, 2017), demuestran que las iniciativas implementadas para mejorar la infraestructura digital pueden ayudar a que las regiones con menor desarrollo superen las brechas tecnológicas, apoyando así a los estudiantes y reduciendo las desigualdades. En estas zonas remotas, donde establecer escuelas formales puede suponer un desafío logístico, programas como las telesecundarias de México ofrecen alternativas viables para alcanzar la cobertura universal (Fábregas y Navarro-Sola, 2024; Borghesan y Vasey, 2024). Las intervenciones tecnológicas asincrónicas de este tipo pueden crear una infraestructura fundacional sobre la cual desarrollar iniciativas que guarden mayor consonancia pedagógica, y a la vez, estas iniciativas pueden contribuir directamente a mejorar los resultados de aprendizaje.

Cuadro 4. El desafío de la *última milla* en la asistencia escolar

Como se mencionó anteriormente, en los últimos años se ha producido un notorio aumento de las tasas de cobertura en toda América Latina y el Caribe. Por ejemplo, la cobertura neta en educación secundaria en ALC pasó del 59% en 1986 al 78% en 2018 (Banco Mundial, 2024e). Sin embargo, el objetivo de lograr cobertura universal sigue siendo un desafío incluso en la enseñanza primaria, ya que persisten diferencias sustanciales dentro y entre los países. Por ejemplo, mientras que la media regional de niños sin escolarizar en edad de asistir a la escuela primaria descendió al 3,1% (Banco Mundial, 2024c), países como Honduras y El Salvador siguen registrando tasas en torno al 18-19%. Además, las disparidades geográficas y socioeconómicas dentro de los países aumentan el desafío de lograr una cobertura universal. En Honduras, por ejemplo, la brecha de cobertura entre niños de zonas rurales y urbanas de 6 a 11 años es de 6 puntos porcentuales; esta tasa se cuadruplica para los jóvenes de 15 a 17 años (CIMA, 2024). En términos socioeconómicos se observan diferencias similares: en Paraguay y Uruguay, por ejemplo, las tasas de asistencia de los jóvenes de 15 a 17 años muestran una brecha de 27 a 37 puntos porcentuales entre los quintiles de ingresos más altos y más bajos (CIMA, 2024).

Las decisiones de matrícula que toman estas poblaciones están influenciadas por múltiples factores. Sin embargo, un obstáculo importante en la región es la distribución desigual de los recursos educativos, especialmente en las zonas rurales. Esta problemática es especialmente apremiante dado que alrededor de una quinta parte de la población de la región vive en entornos rurales (Banco Mundial, 2024d). Por ejemplo, aproximadamente el 5% de la población de Guatemala y el 12% de la población de Perú vive a más de 3 kilómetros de una escuela primaria pública (Rodríguez-Segura & Kim, 2021). La construcción y dotación de personal de las escuelas en estas zonas menos densamente pobladas presentan desafíos importantes, ya que estos centros no solo implican mayores costos por estudiante, sino que además contribuyen poco a las tasas de cobertura educativa a nivel nacional.

En esencia, el desafío de la *última milla*, que implica matricular, retener y brindar una educación de alta calidad a los niños que actualmente no asisten a clase o que viven en zonas remotas, representa un reto especialmente crítico en las comunidades marginadas. La transformación digital ofrece una oportunidad para proporcionar educación de alta calidad a aquellos estudiantes más difíciles de alcanzar. Se puede utilizar la tecnología para conectar poblaciones geográficamente aisladas a gran escala, con costos marginales relativamente bajos, y así ampliar la cobertura y mejorar la retención escolar.

Más allá de la inversión en conectividad educativa significativa y dispositivos, la tecnología educativa ha facilitado la enseñanza sincrónica a distancia en zonas anteriormente desatendidas. Por ejemplo, el Centro de Mídias de la Amazonia brasileña imparte enseñanza secundaria sincrónica en lugares remotos. De esta forma, el programa logra superar las barreras geográficas al brindar el acceso esencial a la educación secundaria en un lugar donde, de otro modo, dicho servicio podría no estar disponible (Cossi Fernandes et al., 2024).

De forma similar, el programa uruguayo Ceibal en Inglés⁴ (CEI) conecta a estudiantes con docentes de inglés extranjeros a través de videoconferencias. De este modo, los estudiantes pueden acceder a clases de inglés que no estarían disponibles de otra manera dada la escasez de docentes cualificados. El programa ha

⁴ CEI es un programa de enseñanza sincrónica del inglés diseñado para 4º a 6º de primaria, con docentes de habla inglesa a distancia que imparten clases semanales a grupos de estudiantes a través de un enlace de videoconferencia, como los que se utilizan en los centros de trabajo para las reuniones virtuales. Estas clases se imparten conjuntamente con el docente de la clase, quien las prepara y facilita. El CEI se puso en marcha en 2012 como una forma de universalizar la cobertura de la enseñanza del idioma inglés.

ampliado considerablemente el alcance de la enseñanza del inglés en Uruguay. En 2013, sólo el 27% de los estudiantes de primaria accedía a clases presenciales de inglés; con la incorporación de CEI, casi todos los estudiantes de Uruguay acceden a clases de inglés ya sea de forma presencial o por videoconferencia (Kaplan y Reyes, 2022). Además, las pruebas nacionales que evalúan el dominio del idioma inglés no muestran diferencias considerables entre los resultados de quienes participan en clases presenciales de inglés y quienes aprenden con el programa Ceibal en Inglés (Marconi et al., 2023). Con la misma estrategia de implementación, desde 2017, Ceibal ha implementado la enseñanza del pensamiento computacional para estudiantes de cuarto a sexto año de primaria. En 2023, el programa alcanzó al 83% de las escuelas urbanas. Se dicta una clase por semana, que consiste en una sesión de videoconferencia de 45 minutos, dirigida por un instructor a distancia, con la asistencia del docente presencial. Los datos de los resultados obtenidos en las evaluaciones del pensamiento computacional muestran una reducción de la brecha educativa entre niveles socioeconómicos; si bien los resultados siguen favoreciendo a los estudiantes de entornos socioculturales más altos, se registra una reducción de la diferencia de 1,20 a 0,62 puntos (Urruticoechea et al., 2022).

De forma similar, un programa a gran escala implementado en China contribuyó a mejorar el desempeño académico y los resultados en el mercado laboral al ofrecer a los estudiantes de escuelas rurales conferencias pregrabadas por docentes destacados de áreas urbanas a través de internet por satélite (Bianchi et al., 2022). Por último, la utilización de diversas adaptaciones de Plaza Sésamo (*Sesame Street*) en diferentes contextos, ha evidenciado efectos positivos en el desarrollo de habilidades tempranas de aritmética y alfabetización en niños pequeños (Borzekowski y Henry, 2011; Borzekowski, 2018; Borzekowski et al., 2019a; Borzekowski et al., 2019b). Estos ejemplos muestran el potencial que posee la tecnología para brindar acceso a contenidos educativos y materiales didácticos de alta calidad a gran escala.

La enseñanza a distancia no tiene por qué ser el único apoyo educativo disponible para los estudiantes, sino que puede integrarse en los entornos educativos tradicionales con el fin de afrontar desafíos como la escasez de docentes altamente cualificados en zonas remotas. Por ejemplo, el Centro de Mídias, el CEI y el programa de telesecundarias de México conjugan clases sincrónicas o asincrónicas con apoyo presencial, donde los docentes locales tienen acceso a textos de referencia y guías didácticas que siguen el contenido de las clases (Borghesan y Vasey, 2024). Este enfoque integral sirve para subsanar las deficiencias en materia de personal y de conocimiento de los contenidos. A su vez, logra mejorar el acceso a una educación de calidad sin la necesidad urgente de aumentar considerablemente la cantidad de docentes altamente cualificados, lo que podría plantear problemas en materia de contratación y retención.

En contextos donde escasean docentes cualificados para determinadas asignaturas o en los que no es factible contar con escuelas dotadas de todo el personal necesario, la transmisión en vivo de clases o la enseñanza directa a través de plataformas tecnológicas puede representar una alternativa eficaz. Además de los casos del Centro de Mídias y CEI, otros estudios de caso provenientes de Ghana e India han demostrado el potencial de la enseñanza sincrónica a distancia para mejorar los resultados de aprendizaje. En ambos estudios de caso, se registran notables avances en al menos una asignatura gracias a las clases sincrónicas impartidas por docentes ubicados en zonas céntricas (Johnston y Ksoll, 2022; Naik et al., 2020). De forma similar, las tutorías en vivo a través de llamadas telefónicas han demostrado ser un método prometedor para impartir educación a distancia en situaciones de emergencia o de cierre de escuelas en cinco países de Asia y África Subsahariana (Angrist et al., 2023a).

La relación costo-efectividad de la enseñanza a distancia, ya sea asincrónica o sincrónica, es especialmente prometedora, ya que sus costos primarios son fijos, lo que permite contar con costos marginales bajos por

cada estudiante adicional. Por ejemplo, en India se implementó un programa que llegó a casi 2.000 escuelas y logró mejorar notablemente el aprendizaje con un costo por estudiante inferior a 2 US\$ al año (Naik et al., 2020). Por lo tanto, si se tiene acceso a dispositivos adecuados y se cuenta con una conectividad educativa significativa, la tecnología permite brindar contenidos de alta calidad a gran escala y con costos marginales mínimos, ya que la mayoría del gasto se destina a la elaboración de material, no a su distribución. Incluso cuando es necesario proporcionar infraestructura, como conectividad educativa significativa, la tecnología puede seguir representando una alternativa más rentable y sostenible frente a la dotación completa de personal en escuelas en zonas con baja densidad poblacional —una opción que, si bien es ideal, podría plantear otros desafíos en el mediano plazo, como la retención de docentes. Además de impartir enseñanza sincrónica o asincrónica a distancia, la tecnología también puede ayudar a los diferentes actores, como los docentes, a tener acceso a contenidos y herramientas que de otro modo no estarían a su alcance. Por ejemplo, estudios realizados en Sudáfrica (Kotze et al., 2019; Cilliers et al., 2022) y Ghana (Wolf et al., 2018) han demostrado el potencial de la formación docente a distancia dictada a través de capacitaciones y reuniones virtuales. Estos estudios sugieren que la formación virtual de los docentes puede generar beneficios similares a los que conlleva la formación presencial, al tiempo que resulta más costo-efectiva y logísticamente más fácil de escalar. Sin embargo, el seguimiento a más largo plazo del estudio sudafricano indicó cierta disminución de los beneficios generados por las tutorías virtuales. Si bien se necesitan más estudios para comprender mejor la efectividad de este formato de desarrollo profesional, la tecnología sigue teniendo un gran potencial para acercar herramientas y enseñanza a estudiantes en situación de desventaja y docentes sin acompañamiento.

● Mayor asistencia estudiantil y participación de padres y madres

Además de permitir que los estudiantes en situación de desventaja y los docentes sin acompañamiento tengan acceso al sistema educativo y a las oportunidades con las que cuentan sus pares, la tecnología también puede involucrar a otros agentes educativos, como los estudiantes y sus familias, en una participación más activa. Hay cada vez más evidencia que respalda la aplicación de iniciativas costo-efectivas que difunden información a escala para fomentar cambios conductuales positivos.

Cuadro 5. El desafío de las asimetrías de información en la toma de decisiones

Contar con información inexacta sobre el desempeño o el comportamiento de los estudiantes puede llevar a padres, madres y responsables de política pública a tomar decisiones desacertadas en la asignación de tiempo y recursos. Además, existe evidencia sólida que demuestra que padres, madres y responsables de política pública suelen tener creencias erróneas sobre el nivel real de desempeño de los estudiantes. Por ejemplo, un estudio realizado en Chile reveló que muchos padres y madres carecen de información precisa sobre el desempeño académico de sus hijos. El 26% de ellos no pudo decir con certeza sus calificaciones, y el 48% no pudo estimar su asistencia escolar en las dos semanas anteriores (Berlinski et al., 2022). Otro estudio llevado adelante en Malawi reveló que las creencias parentales sobre el desempeño académico de sus hijos diferían del desempeño real en más de una desviación estándar en promedio. En ese estudio, sólo dos tercios identificaron correctamente cuál de sus hijos tenía mejor desempeño académico (Dizon-Ross, 2019). Del mismo modo, en Colombia, subestimaron las capacidades de lectura de sus hijos por media desviación estándar, en promedio, mientras que sobrestimaron sus capacidades matemáticas por casi una desviación estándar completa (Barrera-Orsorio et al., 2020). Por último, un estudio realizado en una comunidad de bajos ingresos de

Los Ángeles (Estados Unidos) reveló que padres y madres sobrestimaban la cantidad de veces que sus hijos terminaban las tareas a tiempo, mostrando un sesgo constante hacia una percepción favorable del esfuerzo escolar (Bergman, 2021).

A su vez, algunos de estos estudios sugieren que, al corregir las creencias parentales, pueden generarse cambios tanto en su comportamiento como en el desempeño de sus hijos. En el estudio de Malawi, tras recibir información sobre el desempeño real, las familias ajustaron la inversión educativa realizada en cada hijo en consecuencia. Del mismo modo, en Estados Unidos, al alinear las percepciones parentales sobre el cumplimiento de las tareas domiciliarias con la realidad, se registraron mejoras moderadas en el desempeño académico, especialmente en matemáticas.

El problema de las creencias erróneas sobre el desempeño académico estudiantil incluye también a los responsables de política pública. Una encuesta realizada en 35 países reveló que, si bien, en general, los responsables de política pública suelen tener una percepción precisa sobre los niveles de escolarización, el gasto en educación y los beneficios económicos, sobrestiman considerablemente los niveles de alfabetización de su sistema educativo. Más concretamente, estimaron que, en promedio, alrededor de la mitad de los niños y niñas de 10 años del país sabían leer, mientras que las evaluaciones reales mostraban cifras más cercanas a uno de cada cinco estudiantes (Crawfurd et al., 2021).

Las percepciones inexactas sobre el desempeño estudiantil pueden dar lugar a políticas y decisiones familiares bien intencionadas, pero poco eficaces. Contar con información precisa puede corregir estas creencias y darles a los actores las herramientas necesarias para que actúen con eficacia. De ser así, subsanar estas lagunas informativas constituye una estrategia prometedora para mejorar los resultados educativos.

La información que se comparte con padres, madres y estudiantes a través de estos programas puede adoptar diversos formatos: datos actualizados sobre el desempeño académico, consejos sobre cómo apoyarlos mejor o información sobre aspectos menos accesibles para las familias, como los retornos de la educación o la calidad de los centros escolares. (ver el cuadro 5). Por ejemplo, un programa en Chile realizó campañas donde se enviaban mensajes de texto con frecuencia para informar a padres y madres sobre el desempeño, la asistencia y el comportamiento de sus hijos (Berlinski et al., 2022). En solo cuatro meses, esta intervención generó mejoras considerables en los resultados de los exámenes y en la asistencia a clase.

Los programas de apoyo a distancia también resultan prometedores para fomentar prácticas más sólidas en los hogares. En Uruguay, se realizó una intervención conductual en la que se enviaron mensajes a padres y madres de preescolares durante trece semanas a través de una aplicación móvil. La estrategia contribuyó a mejorar los indicadores de desarrollo infantil, en particular en las zonas más remotas. La intervención también mejoró la asistencia escolar de determinados grupos de estudiantes (Mateo Díaz et al., 2020). De forma similar, una intervención aplicada en Goiás, Brasil, envió recordatorios conductuales a los estudiantes o sus cuidadores a través de mensajes de texto durante los doce meses que duró el cierre de las escuelas. Los mensajes se centraron en el desarrollo de las habilidades socioemocionales durante el proceso de aprendizaje a distancia y ayudaron a evitar el 7,5% de las pérdidas de aprendizaje en matemáticas y el 24% en portugués (Lichand et al., 2024).

Otro aspecto de la asimetría de la información que puede influir en el comportamiento parental es su percepción del valor de la educación. En este sentido, la estrategia de proporcionar información sobre los retornos educativos ha sido eficaz para influir en su comportamiento. Por ejemplo, en Haití, una intervención

no basada en tecnología que proporcionaba información sobre la calidad de los centros escolares generó mejoras a escala en el desempeño de los estudiantes (Borger et al., 2024). Los estudios basados en tecnología que pretenden corregir las ideas erróneas sobre los retornos educativos por medio de videos e infografías contextualizadas también han repercutido de manera positiva en el desempeño y las aspiraciones de los estudiantes (Neilson et al., 2014, 2018). Si bien el estudio de Haití demuestra que en este tipo de intervenciones no siempre se necesita la tecnología, cuando se cuenta con la capacidad necesaria, la tecnología puede permitir llegar a una mayor parte de la población por una fracción del costo de los métodos tradicionales. De este modo, la tecnología puede mejorar la relación costo-efectividad de estos programas.

En ALC, la tecnología también se ha utilizado con el fin de brindar información para la elección de centros educativos. En Ecuador y Perú, se realizó un estudio multinacional en el que se utilizó el correo electrónico y WhatsApp para brindar a las familias información personalizada sobre las diferentes alternativas escolares y los posibles riesgos de los procesos de asignación escolar. El estudio demostró que, en Perú, esta información influyó en las preferencias parentales al momento de elegir un centro educativo (Arteaga et al., 2022). En Ecuador, por el contrario, la intervención no produjo cambios considerables en esta elección. Los autores sugieren varias razones que podrían explicar estos resultados, entre ellas las diferencias en los canales de distribución de la información y una menor densidad de escuelas en Ecuador, lo que haría suponer que los padres y madres ya conocían las opciones educativas disponibles a nivel local.

De forma similar, las intervenciones conductuales basadas en tecnología pueden adaptarse a los docentes, lo que permite a los responsables de política pública implementar este tipo de programas a gran escala. Por ejemplo, un estudio sobre los efectos de brindar información para ayudar a los docentes a tomar mejores decisiones dentro del sistema centralizado de asignación de plazas de Ecuador (Elacqua et al., 2022) encontró que estos tenían mayor probabilidad de cambiar sus preferencias y añadir nuevas escuelas en sus postulaciones. Esto finalmente resultó en una nueva distribución estable del personal docente una vez completado el proceso de asignación. Asimismo, en Perú se llevaron a cabo intervenciones que involucraron a docentes y directivos escolares mediante recordatorios por SMS sobre fechas límite. Estas intervenciones incorporaron elementos de la economía del comportamiento, como la personalización de los mensajes con los nombres de los destinatarios (Dustan et al., 2023; Vakis y Farfan, 2018).

Si bien estas campañas informativas suelen producir efectos moderados, resultan atractivas por su bajo costo y su escalabilidad. Una vez implementado un sistema para automatizar el envío de mensajes a través de plataformas como WhatsApp o SMS, el costo marginal de añadir nuevos usuarios o enviar mensajes adicionales es relativamente bajo. Por lo tanto, los bajos costos pueden justificar que los efectos sean más modestos en resultados más importantes, como los resultados de aprendizaje.

A pesar de los posibles beneficios de utilizar la tecnología al momento de escalar las intervenciones conductuales de forma costo-efectiva, pueden existir limitaciones en cuanto a su efectividad para llegar a padres, madres o docentes. Por ejemplo, un estudio en Chile buscó abordar la escasez de docentes cualificados estimulando a estudiantes del último año de secundaria a cursar carreras pedagógicas (Ajzenman et al., 2023). El estudio entregó información por WhatsApp sobre el proceso de postulación a la educación superior, acompañada de reflexiones que destacaban las distintas razones para elegir la carrera docente. Se compararon dos métodos de entrega de mensajes: a través de agentes humanos y mediante un chatbot. Si bien ambas intervenciones fueron diseñadas para ofrecer contenidos similares, el enfoque humano resultó sumamente exitoso. El estudio concluye que, de escalarse, esta estrategia podría reducir el déficit de docentes previsto en Chile entre un 0,8% y un 2% para 2025. En cambio, la intervención del chatbot tuvo efectos mucho menores -entre dos tercios y la mitad- y en general no fueron estadísticamente

significativos. El estudio representa una advertencia importante: si bien la tecnología puede ser eficaz como plataforma de distribución para este tipo de intervenciones, los contenidos generados por personas parecen ser más eficientes que los generados por la tecnología.

En general, las soluciones tecnológicas bien diseñadas y correctamente implementadas pueden mejorar significativamente la participación de los agentes educativos, tanto en términos de cobertura como de involucramiento. Al facilitar el acceso a la enseñanza en lugares donde antes no estaba disponible e influir en el comportamiento de los agentes educativos de forma escalable y costo-efectiva, la tecnología puede ser fundamental para ampliar el alcance y el impacto de los sistemas educativos. Sin embargo, para garantizar que estas intervenciones fomenten una mayor participación y efectividad, es fundamental adaptarlas al contexto puntual y contar con un enfoque claro para abordar limitaciones específicas dentro de cada sistema.

C. Eficiencia en la prestación del servicio educativo

En la educación, como en otros sectores, la tecnología puede contribuir a que organizaciones y gobiernos sean no solo más eficaces, sino también más eficientes en la prestación de servicios. La tecnología puede ayudar a este fin a través de 1) mejorar la calidad y el alcance de la prestación del servicio educativo y su monitoreo; 2) reducir los costos; y 3) aumentar los resultados (por ejemplo, las horas de contacto con los estudiantes) sin incrementar los gastos de forma considerable. A menudo, estas intervenciones se superponen con otros objetivos, como la mejora de los resultados de aprendizaje. Al hacerlo, estas intervenciones pueden aumentar el retorno de la inversión pública en educación a través de un uso más eficiente de los recursos. Esta sección explora algunas de las formas en que la tecnología ha facilitado este tipo de reformas.

Mejor calidad de los datos de aprendizaje

Las evaluaciones del aprendizaje constituyen un elemento crucial de los sistemas educativos. Estas abarcan desde el seguimiento a gran escala y las evaluaciones de alta implicancia, hasta las evaluaciones formativas dirigidas por el docente con el fin de ajustar la enseñanza en el aula. A menudo, los datos generados a partir de estas evaluaciones pueden orientar la toma de decisiones para comprender mejor la efectividad de determinadas políticas o la trayectoria general de los sistemas educativos (ver el cuadro 6). Sin embargo, la generación de datos de alta calidad a gran escala suele implicar un difícil equilibrio entre costo y calidad. Por ejemplo, cuanto más descentralizado sea el proceso de recopilación de datos (como las evaluaciones aplicadas por docentes), menor será su costo, pero es más probable que la integridad de los datos se vea afectada. Por el contrario, los sistemas centralizados de recolección de datos resultan más costosos de administrar, pero suele ofrecer resultados más fiables y generar una mejor gobernanza.

Cuadro 6. El desafío de generar datos de aprendizaje precisos a gran escala

Contar con datos de calidad sobre los resultados de aprendizaje es esencial para elaborar políticas educativas eficaces y basadas en evidencia. Al comprender cómo los resultados de aprendizaje cambian con el tiempo, los responsables de política pública pueden evaluar las trayectorias del sistema educativo a largo plazo y garantizar que los resultados de aprendizaje sigan ocupando un lugar central en la elaboración y la aplicación de las políticas.

En América Latina, el acceso a datos robustos sobre el desempeño estudiantil sigue siendo limitado, a pesar de algunas tendencias positivas recientes. Por ejemplo, desde 1995, 14 países de la región han participado en al menos una de las 19 rondas de evaluación realizadas por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA, por sus siglas en inglés) en cuatro evaluaciones diferentes (Arias Ortiz et al., 2024). Sin embargo, la participación de los países de América Latina y el Caribe en estas cuatro evaluaciones siempre ha sido baja y ha disminuido aún más en las últimas rondas. No obstante, los países solo han participado tres veces en promedio y la participación más reciente fue, en promedio, en 2015. De forma similar, si bien la participación en evaluaciones internacionales y regionales como ERCE y PISA ha ido en aumento, estas no se realizan a nivel censal y existen grandes intervalos entre una edición y otra. Por ejemplo, el ERCE se administra cada 6-7 años desde 2006, lo que limita su utilidad para agilizar la toma de decisiones. Incluso a nivel nacional, las evaluaciones siguen siendo escasas: desde 2021, 7 de los 18 países de la región estudiados carecían de datos recientes a nivel nacional sobre los resultados de aprendizaje en la enseñanza primaria (Arias Ortiz et al., 2024).

Si bien la recopilación de datos a gran escala puede plantear problemas a posteriori —como el riesgo de que se distorsionen las prácticas pedagógicas en el afán de enseñar para el examen o evaluar de forma excesiva a los estudiantes—, lo que resulta fundamental en la fase previa es garantizar la exactitud e integridad de los datos. Cuando las evaluaciones se administran a gran escala, a menudo por parte de actores que pueden tener un interés personal en que el desempeño sea mayor, como los propios docentes, existe el riesgo de que los datos se manipulen. Los problemas con la calidad de los datos son comunes y han sido documentados en diversos países, como México (Martinelli et al., 2018; Cáceres et al., 2021), Indonesia (Berkhout et al., 2024), India (Singh, 2024) e Italia (Lucifora & Tonello, 2020). Sin confianza en la precisión y fiabilidad de los datos, su uso para la toma de decisiones en política pública se vuelve cuestionable. Por lo tanto, a medida que continúan los trabajos para ampliar la recopilación de datos sobre los resultados de aprendizaje a escala nacional, regional y mundial, resulta igualmente importante garantizar la fiabilidad y precisión de dichos datos.

La tecnología ha sido utilizada para mejorar la calidad de los datos sobre los resultados de aprendizaje. En India, un estudio descubrió que las puntuaciones obtenidas en las evaluaciones en papel administradas por docentes fueron entre 16 y 20 puntos porcentuales más altas que aquellas que obtuvieron los mismos estudiantes al ser examinados nuevamente por monitores independientes (Singh, 2024). Esta distorsión se redujo considerablemente cuando se usaron tabletas para administrar las evaluaciones, y solo entre el 2 y el 5% de las aulas mostraron indicios de fraude académico. La tecnología hace que resulte más difícil hacer trampa en determinados tipos de evaluaciones, ya que sus características de diseño, como mostrar una pregunta por vez, limitan las oportunidades que tienen los estudiantes de copiar las respuestas o recibir ayuda de los docentes. En otro estudio realizado en Indonesia, en una evaluación a gran escala en la que se realizó una transición de pruebas en papel a pruebas en computadora, las puntuaciones descendieron casi media desviación estándar (Berkhout et al., 2024). Los autores interpretan este descenso como un indicio de que las pruebas por computadora redujeron las oportunidades de cometer fraude académico, ya que el software generó miles de versiones de los exámenes, evitando así que los estudiantes de una misma clase tuvieran preguntas idénticas. Cabe destacar que, en este estudio, también se observó un aumento de la variación de las puntuaciones de los exámenes dentro de los centros educativos, lo que sugiere que, al utilizar la tecnología para mejorar la calidad de los datos, mejoró también la capacidad de distinguir entre estudiantes de alto y bajo desempeño, reflejando así de manera más precisa los niveles reales de competencia.

● Reducir los costos de los programas centrados en el aprendizaje

Otra forma en que la tecnología puede mejorar la eficiencia y reducir los costos es a través de tutorías después del horario escolar, como las descritas en una sección anterior, con una menor necesidad de participación humana en el proceso. Un estudio realizado en Sudáfrica evaluó un programa extraescolar asistido por computadora que se enfocaba en los puntos débiles específicos de cada estudiante en matemáticas, permitiéndoles elegir los temas que querían trabajar (Böhmer et al., 2014). El programa mejoró de forma efectiva las habilidades matemáticas básicas al centrarse en las brechas de contenido que quizás se habían pasado por alto en la enseñanza regular, ya que a menudo se trataba de conocimientos que se daban por supuestos para el nivel del curso. Un programa similar de aprendizaje personalizado fuera del horario escolar implementado en la India también generó notables mejoras en los resultados de aprendizaje.

Resulta importante comparar la costo-efectividad de los programas extraescolares impulsados por tecnología con la de aquellos programas dirigidos por tutores humanos. En el estudio sudafricano, se utilizó la tecnología para complementar la enseñanza en el aula al ofrecer apoyo fuera del horario escolar por una fracción del costo de un programa dirigido por personas. Incluso los programas de tutoría remotos dirigidos por personas, especialmente durante emergencias o cierres de escuelas, han demostrado ser significativamente efectivos en algunos casos (aunque no en todos), sin el costo adicional de transportar a los tutores. En este sentido, la tecnología permite realizar un uso más eficiente de los recursos existentes, como los equipos informáticos que se encuentran en los centros educativos, al tiempo que reduce los costos de los programas de tutoría, todo mientras mejora los resultados de aprendizaje.

● Monitoreo robusto y a escala

Se ha utilizado la tecnología para monitorear el ausentismo docente con mayor eficacia en los países de ingresos bajos y medios. Esto resulta importante, porque el ausentismo docente reduce el tiempo total de enseñanza, aumenta el costo por hora del salario docente y puede afectar negativamente los resultados de aprendizaje (ver el cuadro 7). Además, una aplicación más equitativa y estandarizada de las políticas de presentismo docente ofrece un entorno más justo para quienes sí cumplen con sus responsabilidades docentes. En contraste, resulta muy difícil monitorear la asistencia docente o el tiempo dedicado a las tareas de forma presencial y aplicando métodos analógicos. Suele ser prohibitivamente costoso porque implica contar con una gran cantidad de recursos humanos y traslados. Incluso cuando son factibles, estos métodos resultan vulnerables a ciertos problemas como la connivencia entre supervisores y personal escolar, o el *efecto observador*, por el que el comportamiento de los docentes cambia los días de visitas. En este contexto, la verificación basada en la tecnología ofrece una alternativa escalable que no requiere aumentar el personal de supervisión y que, además, resulta más difícil de manipular que las inspecciones humanas esporádicas.

Un enfoque tecnológico que sirve para estandarizar y homogeneizar la verificación de la asistencia docente a gran escala es la verificación biométrica. Por ejemplo, países como Indonesia, India y Haití han abordado el problema del ausentismo docente (Gaduh et al., 2022; Duflo et al., 2012; Banco Mundial, 2015) utilizando cámaras con registro de fecha y hora que toman fotografías de los docentes con sus estudiantes como prueba de asistencia. Estas intervenciones asociaron una parte del salario docente a la asistencia verificada, lo que resultó en mejoras notables en los resultados obtenidos en los exámenes estudiantiles en Indonesia e India. Sin embargo, el éxito de esta estrategia depende de una implementación y adopción efectivas, como se evidenció en Haití, donde los bajos índices de participación y los problemas logísticos socavaron

la iniciativa. Esto subraya la importancia de diseñar y ejecutar estas intervenciones cuidadosamente para garantizar que logren el impacto deseado.

Cuadro 7. El desafío del uso ineficiente del tiempo de los docentes

Los docentes resultan esenciales para el funcionamiento de los sistemas educativos y, en consecuencia, una parte sustancial del presupuesto educativo a nivel mundial se destina a su remuneración. Por ejemplo, los países de ALC de los que se dispone de datos, invierten aproximadamente tres cuartas partes de su gasto público total en educación en remuneración del personal (Instituto de Estadística de la UNESCO, 2024). Dado que los docentes desempeñan un papel crucial en los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Chetty et al., 2014), mejorar la eficiencia de esta inversión es clave para optimizar el gasto público en educación.

La evidencia sugiere que en ALC hay margen para mejorar la eficiencia en la asignación del tiempo docente. En primer lugar, el ausentismo docente sigue siendo un problema, ya que impacta directamente en el tiempo de enseñanza. Por ejemplo, un estudio regional muestra que, en algunos sistemas educativos, los docentes se ausentan de las aulas entre un 6% y un 11% del tiempo de enseñanza total. Además, este mismo estudio descubrió que cuando están en el aula, el 9% de las horas lectivas se pierden en actividades no relacionadas con la tarea (Bruns y Luque, 2015). Para ponerlo en perspectiva, perder el 10% del tiempo de enseñanza equivale a unos 20 días lectivos en un curso académico de 200 días (Bruns y Luque, 2015). Además de los efectos perjudiciales sobre los resultados de aprendizaje, el ausentismo docente tiene graves implicaciones fiscales, con costos que alcanzan los US\$ 1.500 millones anuales en India (Muralidharan et al., 2017) y que comprenden hasta el 11% del presupuesto de educación primaria en Tanzania (Schipper y Rodríguez-Segura, 2022).

Incluso cuando los docentes están presentes, persisten las ineficiencias en la distribución de su tiempo y responsabilidades. El mismo informe de Bruns y Luque (2015) encontró que en ALC, el docente promedio puede perder hasta un día de tiempo de enseñanza por semana debido a una preparación inadecuada o a tareas administrativas, como tomar asistencia o distribuir materiales. Así, incluso cuando están disponibles, sus responsabilidades frecuentemente los llevan a realizar tareas que no contribuyen a mejorar los resultados de aprendizaje de forma directa.

Las intervenciones tecnológicas pueden permitir que el personal docente dedique más tiempo a las actividades centradas en los estudiantes y orientadas al aprendizaje, al reducir el tiempo que deben dedicar a tareas administrativas y maximizar el tiempo de trabajo presencial y enfocado en la instrucción. Al resolver estas ineficiencias, la tecnología puede ayudar a aumentar el tiempo de enseñanza, lo que conduciría a mejores resultados de aprendizaje y generaría un retorno más efectivo de la inversión pública en educación.

La lección más amplia que dejan estas iniciativas destinadas a reducir el ausentismo docente no está relacionada necesariamente con la tecnología específica utilizada en las cámaras -que podría suscitar dudas sobre la ética de su uso en el aula. En su lugar, la lección es que la tecnología puede permitir un monitoreo a gran escala que antes habría resultado imposible o sumamente costoso. Lo que es más importante, al combinar correctamente el monitoreo tecnológico con incentivos bien diseñados, los creadores de los programas de India e Indonesia alcanzaron el objetivo de modificar el comportamiento docente a gran escala. Dicho esto, también es importante destacar que, en ambos contextos, la tecnología no actuó de forma aislada. El monitoreo por sí solo, sin los incentivos adecuados para estimular el comportamiento

deseado, podría no haber sido tan eficaz. Esto subraya la importancia de incorporar las intervenciones tecnológicas en los sistemas educativos de forma integral para obtener mejoras reales en eficiencia.

● Reasignación de recursos a usos más eficaces

En esencia, la educación constituye una labor humana que requiere una enseñanza activa y eficaz, así como atención y personalización por parte de los docentes para involucrar a cada estudiante. Idealmente, la mayor parte de la jornada laboral docente debería dedicarse a actividades centradas en los estudiantes que impliquen participación presencial. Sin embargo, los docentes suelen estar sobrecargados con tareas operativas y administrativas que consumen mucho tiempo, lo que probablemente reduzca el tiempo disponible para la interacción estudiantil.



En esencia, la educación constituye una labor humana que requiere una enseñanza activa y eficaz, así como atención y personalización por parte de los docentes para involucrar a cada estudiante.



Las intervenciones pedagógicas estructuradas, como las aplicadas de forma digital en Senegal y Kenia, pueden ayudar a reducir parte de esta carga. Al reducir el tiempo que los docentes dedican a tareas como planificar clases, estas intervenciones liberan tiempo que puede usarse para brindar más instrucción y atención personalizada. Además, los docentes pueden adaptar recursos como los planes de clase a sus propios contextos. Si bien estas intervenciones no tienen por qué realizarse de forma digital, el uso de tecnología —cuando se cuenta con los equipos informáticos adecuados y una conectividad educativa significativa— puede hacer que la distribución de las clases a escala sea más fluida y equitativa, y puede permitir revisiones más frecuentes del contenido de los cursos. Por lo tanto, si bien no es imprescindible, la tecnología puede potenciar la efectividad y la escalabilidad de dichas intervenciones.

Los responsables de política pública deben ser conscientes de que, incluso si las intervenciones estructuradas consiguen reducir la carga de trabajo docente, resulta crucial que el tiempo liberado se utilice realmente en beneficio de los estudiantes. Para lograrlo, la reasignación del tiempo debe comunicarse, incentivarse y monitorearse con claridad. Sin la supervisión adecuada, existe el riesgo de que el tiempo libre se utilice en actividades que no ayuden a mejorar la enseñanza. En términos más generales, este caso de pedagogía estructurada con apoyo digital demuestra cómo las intervenciones tecnológicas pueden redirigir la asignación de recursos, como el tiempo de los docentes, hacia actividades más efectivas. Cuando se conjugan con otros elementos del sistema, como el monitoreo y los incentivos, estas intervenciones pueden lograr un mayor retorno sobre los recursos existentes, como el tiempo y los salarios de los docentes.

2.2

Lecciones de política pública hasta la fecha sobre el uso de tecnología en educación

En las últimas décadas, se ha acumulado una amplia base de evidencia sobre los efectos de la tecnología en la educación. Esto ha generado debates más amplios sobre cómo se podrían integrar diversas tecnologías —ya sea la IA u otras alternativas— en los sistemas educativos con el fin de mejorar su eficacia y eficiencia. A continuación, se presentan seis aprendizajes clave de política pública que surgen de la evidencia que existe sobre la tecnología en la educación (ver resumen en la tabla 1) y que pueden resultar útiles para orientar futuras reformas:

● La tecnología no siempre constituye el método más eficaz

La tecnología, como cualquier otra herramienta, presenta ventajas y desventajas comparativas. Por un lado, puede empoderar a los docentes al ayudarles a mejorar sus prácticas de enseñanza y permitirles llegar a estudiantes en múltiples ubicaciones de forma simultánea mediante la utilización de videoconferencias u otras tecnologías. Por otro lado, existen algunas tareas, sobre todo aquellas que requieren experiencia e interacción humana, que no suelen ser adecuadas para intervenciones tecnológicas. Incluso cuando las soluciones tecnológicas ofrecen resultados de aprendizaje similares a las que no se basan en tecnología, a veces lo hacen a un mayor costo, reduciendo la costo-efectividad general de las inversiones educativas (Bando et al., 2017). Por ello, antes de aplicar una intervención basada en tecnología, los responsables de política pública deben analizar con detenimiento si la tecnología en cuestión ofrece ventajas únicas en términos de efectividad o costo.

● Diseñar para hacer frente al desafío educativo

Incluso cuando parece que una tecnología aborda un desafío específico, resulta necesario que los responsables de política pública elaboren una teoría clara y basada en evidencia que explique cómo dicha tecnología abordará el problema en su sistema educativo específico. Sin este trabajo previo, quizás descubran que el desafío que pretendían resolver no era una limitación acuciante, o que los incentivos de las partes interesadas no están alineados con el uso efectivo de la intervención. En ocasiones, algunas intervenciones bienintencionadas y costosas han tenido resultados negativos porque carecían de una teoría del cambio clara y porque las condiciones habilitantes necesarias estaban ausentes o eran insuficientes (ver 4.2).

● La tecnología en la educación se destaca en personalización, gestión educativa y participación remota

Las intervenciones tecnológicas más prometedoras lo son debido a la ventaja comparativa que ofrecen en situaciones específicas. Por ejemplo, la evidencia muestra que la tecnología puede elaborar una gran cantidad de materiales a medida o adaptables, como problemas de matemáticas; facilitar el alcance masivo, como se ve en los programas de tutoría remota; y permitir que la gobernanza sea más sólida al mejorar la asignación docente a escala. Estas tres capacidades representan áreas en las que la tecnología se está expandiendo. Además, es probable que estas capacidades se vean potenciadas con la aplicación de soluciones de IA, como se describe en la siguiente sección. Es probable que esto aumente la ventaja que tiene la tecnología sobre las intervenciones no tecnológicas en estas áreas de la educación, lo que mejoraría aún más los resultados.

● Uso integral de la tecnología

Si bien las tecnologías que involucran a los estudiantes directamente suelen suscitar un mayor entusiasmo, las aplicaciones menos visibles también pueden generar beneficios significativos. Por ejemplo, los recordatorios pueden ayudar a padres y madres a mantenerse informados sobre la educación de sus hijos, y los planes de clase adaptables, distribuidos de forma digital, pueden reducir la carga docente y liberar tiempo para la interacción directa con los estudiantes. Estas intervenciones conductuales pueden abordar efectivamente algunos problemas como las brechas de información, la rendición de cuentas y el cumplimiento de las obligaciones, además de ser escalables y costo-efectivas. Incluso cuando el acceso a la tecnología no afecta los resultados de aprendizaje de forma inmediata, constituye una base necesaria para implantar otras soluciones educativas, especialmente en zonas remotas o con menor desarrollo. Un enfoque equilibrado, que contemple diversos tipos de intervenciones, es clave para abordar las deficiencias educativas.

● La fidelidad de la implementación y el compromiso de los actores clave impulsan el éxito de la transformación digital

El éxito de una intervención depende tanto de la calidad de su implementación como de la participación activa de los actores fundamentales para su éxito. Las intervenciones que aumentan la eficiencia de los actores clave o los empoderan para alcanzar mejores resultados, tienen más probabilidades de ser adoptadas y utilizadas en un grado suficiente para generar mejoras en los resultados educativos. Del mismo modo, la calidad de la implementación influye de forma considerable tanto en la aceptación como en la efectividad general: hasta los proyectos bien diseñados pueden fracasar si no se ejecutan correctamente.

● La tecnología puede aumentar las desigualdades

Según los recursos necesarios para implementar un programa, las intervenciones tecnológicas pueden aumentar las disparidades entre las poblaciones en situación de desventaja. Por ejemplo, en Paraguay, el 85% de los estudiantes del quintil socioeconómico más alto tiene acceso a computadoras en el centro educativo, mientras que menos del 56% del quintil más bajo lo tiene. Del mismo modo, en Guatemala, el 91% de los estudiantes del quintil socioeconómico más alto tiene acceso a computadoras en el centro educativo, mientras que menos del 65% del quintil más bajo lo tiene (Arias Ortiz et al., 2024a). Estas dinámicas subrayan la importancia de abordar la desigualdad a través de decisiones de política pública. Los países deben considerar no solo dónde implementar los programas, sino también la urgencia de abordar las desigualdades para garantizar que las intervenciones tecnológicas a gran escala no profundicen aún más la exclusión de las comunidades ya marginadas.

Tabla 1. Resumen de la evidencia existente y los usos documentados de la tecnología en la educación para avanzar en la consecución de los objetivos de política pública relacionados con el aprendizaje, el acceso y la eficiencia.

OBJETIVO DE POLÍTICA PÚBLICA	DESAFÍOS QUE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL PUEDE MITIGAR	EJEMPLOS DE USOS BASADOS EN EVIDENCIA	DISPONIBILIDAD DE EVIDENCIA Y BRECHAS	POSIBLES DIFICULTADES Y DESAFÍOS
 MAXIMIZAR EL APRENDIZAJE EN EL AULA	Amplia variedad de niveles de competencia dentro de una misma clase. Brechas en el conocimiento de los contenidos y las competencias pedagógicas docentes. Tiempo limitado durante la jornada escolar para la práctica estudiantil	Práctica y refuerzo estudiantil independiente, sobre todo fuera del horario escolar, con contenidos personalizados y adaptados a las necesidades de cada estudiante. Complementar la enseñanza en el aula con contenidos multimedia de alta calidad, de forma sincrónica o asincrónica. Suministro de planes de clases para docentes y otros materiales didácticos a escala, facilitado por la tecnología.	Existen pruebas fehacientes de que la enseñanza y la práctica basadas en la tecnología pueden mejorar el aprendizaje de forma moderada a considerable. Se necesita una mejor comprensión de los niveles óptimos de dosificación, personalización y experiencia del usuario. La evidencia sobre el uso de la tecnología para complementar la instrucción de los docentes y apoyar las prácticas pedagógicas muestra avances prometedores en el aprendizaje, que van de moderados a considerables. Sin embargo, se requiere más investigación sobre cómo la disponibilidad de la tecnología y el conocimiento docentes de ella pueden moderar estos efectos.	Las desigualdades en el acceso a la infraestructura tecnológica, como los dispositivos y la conectividad educativa significativa, pueden aumentar las brechas existentes. Las plataformas deben perfeccionarse y adaptarse al contexto y el sistema educativo local. El personal docente debe sentirse cómodo con la tecnología y recibir la formación adecuada para garantizar su perfecta integración en el aula.
 AMPLIAR EL ACCESO Y LOGRAR TRAYECTORIAS EDUCATIVAS COMPLETAS	Acceso insuficiente a una educación de alta calidad en zonas remotas o escasamente pobladas. Desvinculación y abandono escolar. Asimetrías de información entre responsables de política pública, docentes, padres, madres y estudiantes.	Enseñanza a distancia, ya sea sincrónica o asincrónica. Suministro escalable y prácticamente automático de información a padres, madres y docentes sobre prácticas eficaces y el avance estudiantil.	La evidencia actual sugiere con claridad que contar con una enseñanza remota diseñada e integrada de forma correcta puede ampliar el acceso a la educación de las poblaciones remotas. En entornos con capacidad docente limitada, todavía se carece de evidencia suficiente que indique hasta qué punto una sólida educación a distancia puede o debe sustituir a la enseñanza impartida por docentes. La bibliografía indica que el monitoreo de la asistencia docente a través de la tecnología puede tener efectos positivos sobre el tiempo de enseñanza y el aprendizaje; sin embargo, se necesitan más estudios para abordar los riesgos políticos asociados a la aplicación de este tipo de intervención en los sistemas públicos.	Costos fijos iniciales elevados para programas de educación a distancia con componentes tecnológicos cuando se carece de infraestructura. Es posible que la información por sí sola no sea la principal limitación que inhibe una conducta más eficaz.
 EFICIENCIA EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO	Escasa calidad de los datos sobre los resultados de aprendizaje a escala. Distribución desigual de docentes y recursos a nivel de sistema. Monitoreo inconsistente del cumplimiento del tiempo de enseñanza asignado.	Pruebas facilitadas por la tecnología para recopilar datos con mayor integridad y menor riesgo de fraude académico. Reducción de los costos de tutoría mediante programas informáticos personalizados o tutoría telefónica a distancia. Control tecnológico y a distancia de la asistencia de los docentes. Reducir el tiempo que el personal docente dedica a tareas no centradas en estudiantes al brindarles planes de clase o automatizar actividades rutinarias.	Si bien la evidencia sobre recopilación de datos a escala abarca múltiples contextos, se necesitan más estudios de caso para explorar cómo los países de la región pueden utilizar la tecnología para recopilar datos de mayor calidad y frecuencia, especialmente en zonas con conectividad limitada. Algunos elementos de los sistemas educativos que podrían mejorar la eficiencia, como la creación o mejora de un sistema de gestión de información educativa, pueden resultar difíciles de evaluar con rigurosidad al momento de determinar su impacto causal en el sistema.	Posible dependencia excesiva de la toma de decisiones basada en la tecnología sin el correspondiente aumento de la capacidad del gobierno o la cantidad de docentes. Riesgos en la gestión de datos relativos a la protección de la intimidad de estudiantes y docentes, sobre todo en lo que respecta a información confidencial.

3.

¿Disrupción?
Las nuevas
oportunidades
y desafíos que
plantea la IA



Los rápidos avances en materia de IA, junto con la creciente disponibilidad de herramientas basadas en dicha tecnología, han llevado a algunas personas a afirmar que el momento actual constituye una nueva era de disrupción en la educación. Si bien la tecnología ya ha transformado de forma significativa a los entornos educativos, es posible que el alcance y el ritmo del cambio impulsado por la IA ameriten un análisis más detallado (cuadro 8).



Con capacidades como la producción masiva de contenidos personalizados, la automatización del análisis de datos y una traducción multilingüe más accesible, la IA está preparada para introducir cambios transformadores en la educación.



Esta sección explora el potencial de la IA para abordar los tres objetivos clave de la política educativa presentados en la sección 2. Este enfoque nos permite abordar las distintas oportunidades y desafíos que la IA implica, con el fin de mejorar el aprendizaje, el acceso y la eficiencia. Resulta fundamental analizar en detalle las implicaciones de la IA en el panorama educativo actual para así elaborar políticas que sigan vigentes a medida que la tecnología va evolucionando. Como se muestra en este capítulo, la IA no solo mejora los procesos existentes, sino que genera nuevas posibilidades. Con capacidades como la producción masiva de contenidos personalizados, la automatización del análisis de datos y una traducción multilingüe más accesible, la IA está preparada para introducir cambios transformadores en la educación.

Al explorar estas oportunidades y desafíos, resulta esencial analizar cómo los gobiernos podrían utilizar la IA de forma estratégica para mejorar los sistemas educativos a todo nivel. Como se destacó en el capítulo anterior, la integración de la IA debe basarse en las lecciones aprendidas de experiencias anteriores con tecnología educativa para así eludir los escollos que tuvieron que enfrentar otras iniciativas tempranas. Cabe destacar que nuestro análisis se centra en la enseñanza y el aprendizaje con IA, y no en la enseñanza y el aprendizaje sobre IA. Enseñar y aprender con IA implica integrar herramientas de IA para mejorar los procesos educativos, como el uso de plataformas impulsadas por IA para posibilitar el aprendizaje personalizado o realizar las tareas administrativas. En cambio, la enseñanza y el aprendizaje sobre IA se centran en impartir conocimientos sobre las tecnologías de IA, su desarrollo, aplicaciones y consideraciones éticas. La enseñanza sobre IA es de suma importancia y si existe un consenso cada vez más generalizado que establece que los sistemas educativos deberían incluir este aprendizaje en sus planes de estudio (Foro Económico Mundial, 2023). Todavía queda mucho por hacer, ya que menos del 10% de los centros educativos y las universidades cuentan con políticas institucionales o directrices formales relativas a la IA generativa (UNESCO, 2023). Nos centramos en comprender si el despliegue de la IA en la educación puede mejorar las capacidades humanas y promover una colaboración eficaz entre las personas y las máquinas en los entornos de aprendizaje, y de qué manera puede hacerlo.

Cuadro 8. ¿Qué es la inteligencia artificial?

El auge de la inteligencia artificial (IA) en el uso y el debate públicos, especialmente tras el lanzamiento de herramientas como ChatGPT en 2022, ha dado lugar a diversas perspectivas sobre cómo se debería definir la IA y en qué se diferencia de tecnologías anteriores. Mientras algunos limitan la definición a la IA generativa, otros adoptan una visión más amplia, que incluye herramientas ampliamente utilizadas desde hace años, como el análisis automatizado de datos y el análisis predictivo. En este informe, adoptamos una definición integral que incluye una amplia gama de posibles aplicaciones educativas,

que pueden diferir considerablemente en cuanto a casos de uso, funcionalidades y riesgos asociados. Siguiendo el marco de Salas-Pilco y Yang (2022), definimos las aplicaciones de IA como las siguientes:

- el aprendizaje automático, que consiste en algoritmos que analizan los datos para identificar patrones y hacer predicciones que permitan la creación de resúmenes de datos;
- el aprendizaje profundo, una forma más avanzada de análisis de datos que utiliza redes neuronales para procesar datos de mayor volumen y a menudo no estructurados, como audio e imágenes;
- el procesamiento del lenguaje natural, que analiza el texto humano con base en estructuras gramaticales y equivalencias semánticas para entender y generar texto.

Estas tecnologías pueden apoyar tanto funciones generativas, como la creación de contenidos novedosos a partir de datos de entrenamiento, como la realización de tareas más rutinarias, como el análisis de datos para descubrir ideas o automatizar procesos. En este informe, al adoptar esta perspectiva más amplia, pretendemos explorar todo el espectro de usos de la IA en la educación, desde la generación personalizada de materiales hasta la toma de decisiones basada en datos.

3.1

El papel de la IA en la educación: maximizando el aprendizaje, el acceso y la prestación del servicio educativo

A. Maximizar el aprendizaje en el aula

● Identificar a los estudiantes que necesitan apoyo adicional

Cuando los recursos son limitados, no solo resulta difícil personalizar la enseñanza, sino que también es complicada la tarea más fundamental de identificar las necesidades de los estudiantes. Por ejemplo, la IA puede ser de gran ayuda en los centros educativos con clases numerosas o para docentes que carecen de los conocimientos necesarios para identificar qué estudiantes necesitan un seguimiento personalizado. En estos casos, la IA podría ayudar a determinar qué estudiantes necesitan apoyo en áreas específicas y recomendar intervenciones concretas para los que se están quedando atrás.

Por ejemplo, en Ghana, se implementaron aplicaciones de IA (Henkel et al., 2024) para medir la fluidez de la lectura oral. Se trata de un valioso parámetro para evaluar el dominio y el desarrollo de la lectura, pero resulta difícil formar a los docentes a gran escala para que recopilen esta información de manera fiable. Además, evaluar aulas enteras de forma confiable lleva mucho tiempo. En el estudio de Ghana, las herramientas de IA arrojaron resultados estrechamente correlacionados con las puntuaciones asignadas por evaluadores humanos expertos. Esto demuestra el potencial que tienen estas herramientas al momento de cuantificar la fluidez en la lectura en voz alta. Si futuras ediciones también incorporan recomendaciones fiables derivadas de estos resultados, los docentes podrían tenerlas en cuenta y actuar en consecuencia. En síntesis, el estudio de Ghana demuestra que la IA podría ayudar a los docentes con algunas actividades que implican mucho más que la mera automatización de tareas administrativas, como el seguimiento de la asistencia o la gestión de la comunicación con padres y madres. Como tal, podría ahorrarles tiempo que podrían dedicar específicamente a la enseñanza.

● Mejorar la personalización con chatbots y tutores de IA

En segundo lugar, los chatbots de IA pueden ofrecer prácticas personalizadas y lecciones cortas adaptadas al nivel específico de cada estudiante, mientras que se pueden utilizar plataformas comunes, como WhatsApp, para difundir estas lecciones tanto dentro como fuera del aula. Por ejemplo, en Ghana, se

utilizó un tutor conversacional de matemáticas impulsado por IA e integrado en WhatsApp que generó notables mejoras del aprendizaje al utilizarse en sesiones semanales de 30 minutos durante 8 meses (Henkel et al., 2024). Esta herramienta también se puede utilizar en casa. Existen otras herramientas que también utilizan WhatsApp para llegar a los estudiantes. La plataforma sudafricana SiyaTutor también ofrece este tipo de participación impulsada por la IA a través de WhatsApp, lo que permite que muchos estudiantes puedan acceder a las clases desde su casa mediante una tecnología relativamente común. Si bien la prestación personalizada de contenidos educativos no es algo nuevo, resulta novedoso que estos contenidos se puedan difundir ampliamente a través de plataformas comunes como WhatsApp, lo que aumenta el alcance de estas intervenciones.

Cuadro 9. Un chatbot tutor de matemáticas en Ghana

Ha quedado demostrado que la tutoría personalizada y dirigida por personas posee un gran potencial para cerrar las brechas en materia de aprendizaje (Kraft et al., 2024). Sin embargo, la viabilidad de estas intervenciones puede verse dificultada cuando el presupuesto educativo es limitado y hay pocos tutores cualificados. Las herramientas de IA, con su capacidad para entender las indicaciones de los estudiantes, adaptar los contenidos y generar gran cantidad de materiales de práctica, ofrecen una solución prometedora al momento de impartir tutorías personalizadas a gran escala en sistemas donde los enfoques tradicionales resultan sumamente costosos o difíciles de aplicar.

En Ghana, Rori, un tutor de matemáticas de IA disponible en WhatsApp pone a disposición de los estudiantes un plan de estudios con más de 500 micro-lecciones. Cada lección incluye una breve explicación y una serie de preguntas de práctica relacionadas con un objetivo de aprendizaje específico. Una de las principales características de Rori es el uso que hace del procesamiento del lenguaje natural, que permite a los estudiantes conversar con el chatbot en lugar de tener que interactuar con una interfaz con botones. Es así como Rori puede interpretar las respuestas y preguntas de los estudiantes con mayor eficacia, al tiempo que se promueve una charla más abierta.

Se realizó un ensayo controlado aleatorizado que evaluó a Rori trabajando con estudiantes de 3° a 8° grado (Henkel et al., 2024) que participaron en dos sesiones semanales de 30 minutos durante su período de sala de estudio. Mientras los docentes estaban presentes para resolver problemas técnicos, los estudiantes trabajaban de forma independiente con el chatbot. El grupo de control, en cambio, siguió el plan de estudios estándar sin tener acceso a Rori. Se descubrió que Rori generó un aumento del aprendizaje de 0,36 desviaciones estándar, un gran efecto en términos absolutos y más del doble del crecimiento promedio observado en el grupo de control durante un período de seis meses. Este estudio de caso destaca cómo algunas herramientas impulsadas por IA como Rori pueden mejorar el acceso a recursos críticos, como la enseñanza personalizada, en contextos de recursos limitados, al utilizar plataformas existentes como WhatsApp y, en última instancia, mejorar los resultados de aprendizaje.

Además, los *tutores* o chatbots impulsados por la IA resultan prometedores por la flexibilidad y adaptabilidad que esta tecnología proporciona al brindar respuestas personalizadas en tiempo real a partir de interacciones con estudiantes. Los chatbots pueden actuar en función de las contribuciones de los estudiantes para luego brindar información que los docentes pueden utilizar para mejorar su enseñanza. Si bien los diferentes chatbots impulsados por IA tienen características diversas, los productos existentes ya permiten a los estudiantes practicar en casa de forma independiente y trabajar individualmente en el aula con la guía del docente y de forma integrada con la enseñanza tradicional. Por ejemplo, la empresa de

IA estadounidense Flint permite que los docentes establezcan parámetros para que los chatbots aborden objetivos de aprendizaje específicos y los asignen a los estudiantes. Estos parámetros incluyen asignaturas y temas con el fin de garantizar la armonización curricular, así como otras características como el grado de participación y apoyo del tutor de IA. La misma herramienta habilita a los docentes a monitorear las respuestas y recopilar reflexiones para luego utilizarlas con toda la clase.

Además, los chatbots de IA, como Flexbook, ofrecen datos agregados de desempeño. Este tipo de chatbot presenta dos posibles ventajas: facilitar la práctica independiente con comentarios y apoyo personalizados, y mejorar la eficacia docente al brindar información analítica exhaustiva. Esta información promete identificar las áreas de dificultad para la clase en general y podría ayudar a los docentes a identificar qué habilidades deben abordarse con mayor detenimiento en clases posteriores.

Si bien los chatbots impulsados por IA podrían ayudar a los estudiantes de forma directa —especialmente cuando no es posible contar con tutorías personalizadas por falta de recursos, clases numerosas o capacidad limitada de docentes—, esta tecnología se ve limitada por la necesidad de disponer de los dispositivos y el nivel de conectividad adecuados. De manera similar, el potencial que tienen los chatbots con IA para ayudar a los docentes mediante el análisis del desempeño en clase, depende de la disponibilidad de dispositivos y del acceso a internet. Sin iniciativas adicionales para igualar las condiciones, es probable que los posibles beneficios de los chatbots con IA favorezcan a los grupos más privilegiados. La evidencia existente también demuestra que incluso los productos bien diseñados deben integrarse cuidadosamente en los planes de estudios y las prácticas pedagógicas de los docentes para ser eficaces. Por ello, el uso de estos chatbots debe incluir la sólida formación docente, para que puedan aprender a utilizar estas herramientas efectivamente para complementar la enseñanza.

La revolución del diseño de la enseñanza

Un posible tercer uso de la IA, quizá más disruptivo, es la forma en que podría cambiar el diseño de la enseñanza, tanto a nivel de la clase como del curso. La IA generativa tiene el potencial de crear y modificar planes de clases que se ajusten a las mejores prácticas, los estándares curriculares y las directrices de política educativa específicas de un contexto determinado. La adaptabilidad de la IA generativa a las distintas solicitudes le permite tener una mayor flexibilidad que las tecnologías anteriores. No solo puede generar un conjunto coherente de lecciones —si asumimos que se entrenó con el corpus adecuado—, sino que también puede adaptar las recomendaciones curriculares a las circunstancias específicas de cada docente. Por ejemplo, si se debe cerrar una escuela una semana por una emergencia local, un docente podría utilizar la IA para condensar las lecciones, asegurándose así de que se cubrirán los temas curriculares clave a pesar de la reducción de tiempo, o de que las unidades omitidas son las menos centrales para el plan de estudios general.

Este tipo de apoyo al diseño pedagógico impulsado por IA ya es una realidad en varios contextos. En Brasil, Plu, un asistente inteligente desarrollado por SOMOS Educação y Amazon Web Services, elabora planes de clase detallados con ilustraciones, actividades sugeridas para los estudiantes y preguntas personalizadas. Con esta herramienta, se busca reducir el tiempo que los educadores dedican a preparar las clases, permitiéndoles centrarse más en la interacción personalizada con los estudiantes. En Chile, se está desarrollando UmmlA: un planificador de clases de IA que permite que los docentes diseñen experiencias de aprendizaje activas y centradas en el estudiante, como el aprendizaje basado en proyectos y desafíos. Por último, en Sierra Leona, se implementó de forma piloto el chatbot TheTeacher.AI, impulsado por IA, para ayudar a los docentes a planificar las clases, gestionar el aula y obtener apoyo en materia de contenidos (Choi et al., 2023).

Si bien resulta prometedora la oportunidad de optimizar el diseño de los planes de estudios y la planificación de las clases desde el aula hasta el nivel de sistema, también plantea desafíos cuando se trata de garantizar que los modelos de IA produzcan contenidos coherentes y de alta calidad. Si los modelos se entrenan con material fragmentado o de baja calidad —ya sea en cuanto a contenidos o actividades y prácticas sugeridas para el aula—, pueden replicar material obsoleto o de baja calidad, lo que generaría productos que no alcanzan el nivel de aquellos creados por humanos, aunque se elaboren con mayor rapidez. Por lo tanto, antes de adoptar la IA para el diseño educativo de forma generalizada, responsables de política pública y educadores deben asegurarse de que los modelos se entrenen con material de alta calidad y alineado con el plan de estudios, y de que diseñadores pedagógicos expertos analicen los resultados para asegurarse de que cumplan con las normas educativas.

B. Ampliar el acceso y lograr trayectorias educativas completas

Mejora de los sistemas de alerta temprana

La IA también puede ampliar la participación de las distintas partes interesadas en los sistemas educativos. Por ejemplo, las herramientas de aprendizaje automático y de análisis de datos automatizadas, podrían habilitar la creación de *sistemas de alerta temprana* que utilizan datos sobre el bienestar y desempeño de los estudiantes para identificar a aquellos que corren el riesgo de abandonar los estudios o que necesitan apoyo adicional. No se trata, sin embargo, de una herramienta nueva aportada por la IA: los gobiernos de ALC ya han puesto a prueba este tipo de sistemas utilizando datos administrativos y han implementado intervenciones basadas en las recomendaciones de los sistemas de alerta temprana (Adelman et al., 2018; Vázquez et al., 2021; ver el cuadro 10). Si bien hace años que estos sistemas de alerta temprana se exploran y aplican en la región, las herramientas de IA que simplifican el análisis y la interpretación de los datos pueden ayudar a gobiernos y equipos técnicos a adoptar estas intervenciones. Sin embargo, esta aparente simplificación podría dificultar la comprensión de la caja negra algorítmica que subyace a las herramientas por parte de un público no técnico, lo que podría reducir su aceptación. Además, si se aplican técnicas analíticas de más fácil acceso, pero menos transparentes, se pueden incorporar sesgos algorítmicos a la tecnología y sus recomendaciones, haciéndolos más difíciles de identificar y corregir. Aun así, los informes elaborados por algunas organizaciones internacionales como el Banco Mundial señalan que se podría utilizar la IA para configurar y desplegar este tipo de intervenciones (Molina et al., 2024). Tanto si las intervenciones se basan en la IA como si se apoyan en ella, se trata de iniciativas que podrían ayudar a los gobiernos a identificar a aquellos estudiantes en riesgo de abandonar la educación, lo que sigue siendo un gran desafío en la región. Del mismo modo, la IA podría ayudar a maximizar la equidad y el uso eficaz de los recursos en otras áreas de asignación centralizada, como la distribución de libros de texto y la asignación de docentes. Si bien este tipo de trabajo precede a la IA, esta puede reducir las barreras técnicas que obstaculizan el acceso al apoyo administrativo basado en la tecnología.

Cuadro 10. Sistemas de alerta temprana

El abandono escolar sigue siendo un desafío importante que amenaza las posibilidades que tienen los estudiantes de recorrer trayectorias educativas continuas, completas y exitosas. Si bien las leyes de educación obligatoria ayudan, su escasa aplicación suele limitar su impacto. En América Latina y el Caribe, el 33% de los jóvenes no finalizan la educación secundaria (Arias Ortiz et al., 2024a). Para abordar este

problema, se necesita un apoyo específico, pero no siempre resulta sencillo identificar a los estudiantes en situación de riesgo.

Los sistemas de protección de las trayectorias educativas buscan reducir la exclusión educativa al crear las condiciones necesarias para que los estudiantes permanezcan en la educación. Estos sistemas también procuran reducir las brechas de aprendizaje y el abandono escolar prematuro, y promover la equidad en el acceso al aprendizaje. Los sistemas de protección suelen estructurarse en torno a dos componentes clave: la detección del riesgo, con los sistemas de alerta temprana como herramienta central, y las intervenciones oportunas para prevenir el abandono escolar (Arias Ortiz et al., 2021a). Los sistemas de alerta temprana incluyen desde modelos sencillos que generan alertas basadas en indicadores seleccionados hasta enfoques más sofisticados que utilizan metodologías de aprendizaje automático (Arias Ortiz et al., 2021a). Los recientes avances en materia de disponibilidad de datos y la creación de metodologías predictivas de IA reafirmaron aún más estos sistemas, al reemplazar los modelos que funcionan con expertos con algoritmos de aprendizaje automático. Si bien estos sistemas son más habituales en los países de altos ingresos, su aplicación en ALC presenta resultados alentadores.

Por ejemplo, en Guatemala y Honduras, los investigadores evaluaron un sistema de alerta temprana utilizando datos administrativos para predecir el abandono temprano en primaria y secundaria (Adelman et al., 2018). Utilizando datos demográficos básicos, de rendimiento y de cobertura, estos modelos predijeron con exactitud alrededor del 80% de los abandonos que se dieron en sexto curso al año siguiente, igualando el rendimiento de los modelos utilizados en países de altos ingresos. Otros análisis demostraron que centrarse en los estudiantes en riesgo identificados por estos modelos en lugar de basarse en una orientación geográfica o demográfica más amplia, podría reducir la asignación incorrecta de recursos entre un 30 y un 80%, si asumimos que la intervención posterior será eficaz. En otro estudio realizado en Guatemala, la combinación de estos modelos de predicción con un programa de prevención del abandono escolar en el terreno redujo un 4% las tasas de abandono en la transición de la primaria al primer ciclo de secundaria en las escuelas asignadas al programa, y un 9% en las escuelas que lo utilizaron según las instrucciones brindadas, con un costo estimado de menos de 3 USD por estudiante (Vázquez et al., 2021). Curiosamente, el programa resultó un éxito principalmente porque brindaba información práctica sobre cómo evitar el abandono escolar en lugar de limitarse a identificar a los estudiantes de riesgo. Este hallazgo concuerda con el enfoque de protección de la trayectoria educativa, que hace hincapié en la complementariedad de ambos componentes: la detección y la intervención oportuna, ya que es poco probable que la identificación por sí sola sea suficiente.

Si bien la IA ofrece ventajas como automatizar el análisis y minimizar la necesidad de realizar ajustes manuales, su aplicación también presenta desafíos. Cuestiones como los datos incompletos, la falta de representatividad y los sesgos en la creación de modelos pueden dar lugar a decisiones injustas o discriminatorias (Sánchez Ávalos et al., 2021). En consecuencia, resulta crucial no solo evaluar las métricas de error a nivel general, sino también por subgrupos, para garantizar la justicia y la equidad en su aplicación. Además, la capacidad de la IA generativa para producir contenidos en lenguaje natural podría facilitar la comunicación de los resultados a las partes interesadas y proporcionar información adaptada a estudiantes o subpoblaciones específicas. Sin embargo, el éxito de estos sistemas depende, en última instancia, de la calidad de los datos subyacentes, así como de la existencia de marcos políticos y de gobernanza robustos que apliquen sus recomendaciones. En este sentido, los sistemas de alerta temprana constituyen un ejemplo más de la importancia de integrar herramientas de IA dentro de sistemas más amplios que empoderen a las partes interesadas en lugar de sustituir sus conocimientos.

● Brindar información oportuna y basada en datos a los agentes educativos clave

La IA también podría mejorar la participación y crear oportunidades de crecimiento dentro del sistema educativo al brindar información y perspectivas sintetizadas a diversos agentes educativos mediante la automatización del procesamiento de datos y la elaboración de informes en lenguaje natural. Por ejemplo, la capacidad única de la IA para personalizar contenidos a gran escala podría mejorar las campañas de mensajería actuales dirigidas a padres y madres al adaptar los mensajes que se envían. De este modo, los mensajes mejorados con IA no tendrían que limitarse a informar resultados específicos a padres y madres, sino que podría personalizar la información en función de los datos disponibles para destacar aquello que podría ser más útil para cada estudiante. Del mismo modo, los programas de IA podrían ofrecer comentarios constructivos y asesoramiento a los estudiantes a gran escala, tarea que insumiría mucho tiempo si se realizara manualmente y que a menudo no llega a realizarse.

Además, se pueden utilizar herramientas de IA para analizar y procesar audio. Estas herramientas pueden escuchar las clases y generar resúmenes de capacitación que sugieran formas en que los docentes podrían mejorar sus prácticas para su desarrollo profesional. En contextos en los que la capacitación en profundidad resulta escasa y no se cuenta con formadores de alta calidad a gran escala, las herramientas de IA pueden ampliar el acceso de los docentes a valiosos recursos de desarrollo profesional que los ayuden a mejorar su enseñanza.

Ya se están creando intervenciones de esta naturaleza. Por ejemplo, la herramienta M-Power utiliza el procesamiento del lenguaje natural para analizar las interacciones verbales en el aula y proporciona retroalimentación formativa a los educadores, a la vez que destaca las áreas susceptibles de mejora en su práctica docente. Desde el punto de vista de los estudiantes, TeachFX es una aplicación que utiliza la IA de voz para evaluar automáticamente la participación de los estudiantes y proporcionar a los docentes retroalimentación pedagógica específica.

Lo que es aún más importante, estas intervenciones implican un nivel de acceso —ya sea a información personal confidencial o a grabaciones de clase— que las intervenciones actuales no suelen tener. Esto subraya la necesidad de establecer protocolos sólidos de gobernanza de datos como condición previa a cualquier intervención de este tipo para proteger la privacidad y garantizar la confidencialidad de los datos, en particular para proteger a los menores que se encuentran dentro del sistema.

● Llegar a poblaciones históricamente desatendidas

Por último, la tecnología de IA podría generar nuevas oportunidades para que los sistemas educativos lleguen a poblaciones tradicionalmente desatendidas o desfavorecidas. Las herramientas de IA pueden traducir materiales a distintos idiomas con rapidez y a gran escala, incluidas transcripciones de audio y video. Este tipo de traducción haría posible que los sistemas educativos que atienden a poblaciones multilingües lleguen a más estudiantes en su lengua materna. Esto resulta importante porque la diversidad lingüística existe tanto dentro de las aulas como entre las regiones. Del mismo modo, las funciones de conversión de texto a voz podrían producir material multimedia que aumente la accesibilidad, lo que permitiría a los estudiantes con discapacidad visual contar con las notas de clase y los materiales escritos que comparten los docentes. Además, las herramientas de transcripción de IA que generan transcripciones y resúmenes pueden ayudar a los estudiantes ausentes —ya sea de forma esporádica o durante períodos prolongados por enfermedad u

otros problemas— a beneficiarse de los debates de clase sin tener que depender de soluciones analógicas y posiblemente incompletas como las notas de los compañeros.

En conjunto, las soluciones de IA podrían mejorar la accesibilidad para quienes quizás formaban parte del sistema educativo, pero que no fueron plenamente atendidos por él. Sin embargo, como ocurre con otras intervenciones de IA, estas mejoras de las experiencias educativas de los estudiantes dependen en gran medida del entrenamiento y el desarrollo de las herramientas de IA. En muchos casos, para habilitar estas oportunidades, se necesitará una labor concertada por parte de los gobiernos y la industria. Por ejemplo, si bien en teoría las herramientas de IA pueden generar traducciones automáticas, si el entrenamiento en el idioma local no ha sido de calidad, la traducción puede no estar disponible o ser de mala calidad. Esto preocupa sobre todo en el caso de las lenguas habladas por una cantidad relativamente pequeña de personas, como ocurre en algunas regiones de ALC. Del mismo modo, los expertos temen cada vez más que la falta de integración de las lenguas indígenas en las plataformas digitales (el 76,9% de los idiomas en línea corresponden a los diez idiomas más hablados del mundo) contribuya a aumentar la cantidad de lenguas en peligro de extinción. Según las últimas predicciones, para el año 2100, la mitad de los idiomas hablados en el mundo habrán desaparecido o estarán al borde de la extinción (UNESCO, 2023). Por lo tanto, si bien las herramientas de IA podrían aumentar el alcance de la educación, los responsables de política pública deben promover la institucionalización de manera cautelosa, asegurar inversiones sustanciales para proteger la diversidad lingüística y garantizar la adaptación local de las herramientas para que realmente beneficien a los estudiantes.

C. Eficiencia en la prestación del servicio educativo

Generación masiva de contenido y ejecución de procesos automatizado

Una de las mayores ventajas comparativas de la IA, incluso en relación con las tecnologías existentes, es su capacidad para generar contenido y ejecutar procesos por lotes de forma reproducible. Esta característica hace que sea un elemento ideal para integrar en la gestión centralizada de la educación. Con las capacidades únicas de la IA, los gobiernos podrían entrenar modelos con el fin de replicar las mejores prácticas al momento de crear lecciones. Tras introducir el contenido adecuado en los modelos, estos podrían generar un lote de lecciones para determinado curso según las directrices iniciales. Aplicaciones como Twee o Eduaide.AI ya son capaces de generar contenidos educativos por lotes. Los educadores ingresan temas, enlaces o palabras clave, y la aplicación produce textos, diálogos, ejercicios y preguntas relacionados con la materia especificada de forma instantánea.

Esta metodología podría reorientar el trabajo de los diseñadores instruccionales hacia garantizar el cumplimiento de estrictas normas de control de calidad. De este modo, su trabajo dejaría de centrarse en asegurar el formato adecuado y el cumplimiento de procedimientos, y pasaría a enfocarse en verificar la exactitud de los contenidos y la solidez pedagógica. De esta manera, la reproducción de los contenidos utilizando herramientas asistidas por IA podría aumentar la productividad a un costo menor, si bien se seguiría necesitando la participación de expertos para calibrar el modelo correctamente y garantizar la calidad de los resultados generados.

Calificar y brindar retroalimentación con mayor rapidez

Otro posible uso de la capacidad única de la IA para ejecutar procesos por lotes es la calificación de evaluaciones a gran escala. Esto incluye el suministro eficiente de retroalimentación detallada, que suele

requerir mucho tiempo (ver el cuadro 11). A través de las funciones de reconocimiento óptico de caracteres (OCR, por sus siglas en inglés), las herramientas de IA pueden reconocer patrones en las evaluaciones escritas y de opción múltiple, lo que permite calificar los trabajos con mayor rapidez. Estas herramientas también permitirían centralizar los datos resultantes e identificar tendencias en las evaluaciones individuales para luego proporcionar información útil a los estudiantes, así como patrones agregados a los docentes y responsables de políticas públicas. Del mismo modo, con las funciones de transcripción de audio impulsadas por IA, las futuras herramientas de evaluación podrían cuantificar con precisión algunos parámetros como la fluidez de la lectura en voz alta. Esto sería posible porque recogerían datos de forma automática sin depender de la recopilación humana, que puede resultar costosa y estar sujeta a errores de medición que varían de un estudiante a otro o de una clase a otra. Es posible que estas herramientas no mejoren los resultados de aprendizaje, pero podrían ahorrar mucho tiempo a los docentes. A su vez, como se ha señalado en la sección anterior sobre la tecnología en la educación, si se aplican los incentivos adecuados, los docentes podrían aprovechar este tiempo para prestarle más atención a las necesidades de los estudiantes que necesitan interacción humana.

Cuadro 11. Uso de la IA para ofrecer retroalimentación en tareas de escritura en Brasil

Brindar retroalimentación significativa y orientada a la mejora sobre los trabajos de los estudiantes, es clave para su desarrollo. Sin embargo, se trata de una actividad que insume gran parte del tiempo de los docentes, lo que se añade a sus numerosas responsabilidades y puede restarles tiempo para otras tareas esenciales como conversar con los estudiantes de forma individual. La IA, con su capacidad para reconocer patrones, clasificar información y generar respuestas a medida, podría constituir una alternativa prometedora para asumir parcial o totalmente las tareas de corrección, incluso de textos escritos. Esto permitiría que los docentes se centraran en actividades más participativas y de mayor impacto.

Un estudio realizado en Brasil evaluó el uso de sistemas de corrección basados en IA para brindar retroalimentación sobre tareas de escritura complejas a estudiantes de secundaria que se preparaban para rendir evaluaciones estandarizadas a gran escala (Ferman et al., 2021). El ensayo controlado aleatorizado duró un curso académico e incluyó a estudiantes de último curso de secundaria que realizaron cinco prácticas de redacción del ENEM sobre diversos temas. Los estudiantes del grupo de tratamiento utilizaron una plataforma en línea que les ofrecía retroalimentación instantánea sobre aspectos como la cantidad de palabras y los errores ortográficos. El estudio evaluó dos enfoques: 1) Calificación automática *mejorada*, que utilizaba el aprendizaje automático para clasificar los ensayos y brindar retroalimentación sobre elementos sintácticos como la ortografía y el tono, mientras que calificadores humanos asignaban las puntuaciones finales y comentarios detallados sobre determinadas habilidades como la calidad de los argumentos y la coherencia; y 2) Calificación automática pura, que automatizaba totalmente la calificación utilizando únicamente IA para proporcionar puntuaciones previstas y comentarios preseleccionados basados en las habilidades demostradas en los textos.

El estudio concluyó que tanto la calificación automática *mejorada* como la pura tuvieron efectos moderados en las puntuaciones de las evaluaciones estandarizadas en la mayoría de las habilidades evaluadas, incluidas las competencias sintácticas, analíticas y de propuesta de políticas. Ambos enfoques generaron mejoras de aproximadamente 0,1 desviaciones estándar. Curiosamente, la inclusión de calificadores humanos en la alternativa de corrección mejorada no aportó más beneficios que el sistema exclusivo de IA, lo que sugiere que la herramienta de IA por sí sola era lo suficientemente avanzada como para mejorar los resultados en una amplia gama de habilidades de escritura.

El alto grado de cumplimiento de los participantes contribuyó al éxito de la intervención. Más del 95% de los docentes y alrededor del 70% de los estudiantes utilizaron las nuevas herramientas para cada actividad de escritura de forma sistemática, con una adherencia similar en todos los grupos de tratamiento. Esta gran aceptación se tradujo en un aumento del 30% en la cantidad de ensayos escritos para la preparación del ENEM. Además, ambos enfoques aumentaron la cantidad de retroalimentación que recibían los estudiantes, incluyendo comentarios ofrecidos por los docentes a través de la plataforma. Cabe destacar que ambas intervenciones también aumentaron en aproximadamente un tercio la cantidad de ensayos discutidos de forma individual con el docente, lo que rebate la inquietud de que la IA pueda sustituir la interacción entre docentes y estudiantes.

En lugar de afectar negativamente la función de los docentes, ambos enfoques permitieron que los educadores se centraran en tareas que fomentan prácticas pedagógicas personalizadas, como el intercambio individual sobre la calidad de los ensayos. Este cambio destaca el potencial que tiene la IA para complementar la labor de los educadores humanos de forma constructiva al automatizar las tareas rutinarias y permitirles dedicarse a actividades docentes más complejas y personalizadas. Además, la falta de efectividad adicional por parte de los calificadores humanos en la opción de calificación mejorada con respecto a aquella totalmente automatizada sugiere que, en este caso, el sistema de IA era lo suficientemente avanzado como para reemplazar la necesidad de calificación humana, mejorando la costo-efectividad de la intervención.

Planificación y toma de decisiones

Por último, al aplicar herramientas de IA, directores y otros miembros de nivel medio de las burocracias educativas podrían desempeñar sus funciones con mayor efectividad. Esto se lograría al aplicar aquellas herramientas de IA que ahorran tiempo y sintetizan la información que se necesita para tomar decisiones de planificación. Por ejemplo, algunas herramientas de IA que resumen y optimizan la información podrían ayudar a los directores a elaborar cronogramas adaptados al contexto y las limitaciones específicos de sus centros educativos, redactar documentos administrativos y comunicaciones de forma clara y concisa, y elaborar informes de alta calidad sobre las actividades escolares para luego compartirlos con los ministerios. uPlanner, una plataforma chilena impulsada por IA ofrece análisis predictivos que se utilizan para apoyar a las instituciones educativas en el desempeño de diversas funciones administrativas. Entre ellas se incluyen la gestión y alineación de los calendarios académicos, y la optimización del uso de infraestructura y recursos para facilitar la toma de decisiones informada que mejore tanto la eficiencia operativa como la calidad educativa.

Además de las capacidades asistenciales de la IA, su capacidad para automatizar el procesamiento de datos, incluidos el análisis y la elaboración de informes, podría ayudar a directores y otros funcionarios a comprender los datos a gran escala para la planificación local. Esto cobraría especial importancia en situaciones en las que directores y otros actores quedan excluidos de estos procesos por su bajo nivel de alfabetización de datos, a pesar del alto valor potencial de sus contribuciones. En este sentido, las herramientas de IA podrían ser más útiles que otras tecnologías para ciertos aspectos de la gestión escolar. Esto incluye la reorientación de los recursos hacia usos más eficientes y efectivos, así como la mejora de la capacidad de los agentes educativos para desempeñar un papel de liderazgo en el proceso de planificación de la educación.



3.2

Desafíos emergentes que plantea la IA

Si bien el surgimiento de la IA en la educación ofrece nuevas posibilidades tanto para potenciar los beneficios de las tecnologías existentes como para habilitar nuevas oportunidades, también plantea desafíos. Los responsables de política pública deben considerarlos detenidamente antes de aplicar intervenciones de IA para poder así minimizar y mitigar los riesgos asociados. A continuación, analizamos algunos de estos posibles riesgos, que —si bien no son exclusivos de la IA— ameritan una atención especial.

● Equidad en el acceso a herramientas efectivas

Si no se aplica con cuidado, la IA podría aumentar las desigualdades, sobre todo en entornos con recursos limitados. Es probable que las grandes diferencias en el acceso a las tecnologías necesarias, tanto a nivel hogar como a nivel escolar, generen desigualdades en cuanto a quién puede beneficiarse de las oportunidades que ofrece la IA. Los responsables de política pública deben tener en cuenta que el acceso a la IA puede variar en función del perfil socioeconómico de los estudiantes y los centros educativos, y que estas diferencias de acceso podrían aumentar aún más las desigualdades en materia de oportunidades. Resulta fundamental abordar la brecha digital para que exista un acceso equitativo a los beneficios que ofrece la IA.

● Plagio

Las herramientas de IA con capacidades generativas, como las diseñadas para ayudar a educadores y funcionarios a hacer su trabajo con mayor eficacia y eficiencia, también están al alcance de los estudiantes. Esto aumenta las posibilidades de que se cometa plagio, sobre todo en entornos no controlados, como los hogares. Por ejemplo, en Estados Unidos, un análisis reciente reveló que —incluso en las fases relativamente iniciales de estas herramientas— se detectó el uso de IA en aproximadamente el 10% de las tareas, a la vez que un 3% de las mismas se generaron casi completamente con IA (Prothero, 2024). Si bien existen herramientas que detectan el uso de IA, a medida que avanzan las tecnologías generativas, también aumenta el riesgo de que los detectores no logren identificar estos casos. Los responsables de política pública y los docentes deben tomar decisiones planificadas sobre esta cuestión en lo que respecta a cuándo y cómo abordar el plagio. También deberían reflexionar sobre la conveniencia de adaptar algunas tareas y trabajos de clase para incorporar la IA como un elemento productivo del proceso de aprendizaje.

● Sesgo en los resultados generados por IA

Los modelos de IA se entrenan con un corpus preexistente de datos. Si estos datos están sesgados o no son correctos —por ejemplo, si solo reflejan opiniones mayoritarias o incluyen información falsa o engañosa—, pueden

producir tanto resultados como decisiones automatizadas sesgadas. Como resulta lógico, estos resultados y decisiones pueden afectar de manera desproporcionada a las comunidades subrepresentadas y ampliar ideas distorsionadas o inexactas. Se debe evitar que los algoritmos se entrenen con sesgos que reproduzcan y amplíen la desigualdad. Por ejemplo, los algoritmos predictivos utilizados en el sistema de justicia penal estadounidense para establecer la probabilidad de reincidencia etiquetaron incorrectamente a los acusados afroamericanos como el doble de propensos a reincidir que sus homólogos blancos (Angwin et al., 2016). Estos algoritmos predictivos son conceptualmente similares a los sistemas de alerta temprana que se utilizan en la educación. Del mismo modo, en los algoritmos utilizados por la industria tecnológica para contratar personal, se han encontrado sesgos contra las mujeres (Dastin, 2018). Es importante que las iniciativas que buscan corregir activamente estos sesgos se realicen con sensatez. Las intervenciones dirigidas por humanos deben ser lideradas por un equipo diverso de expertos para evitar una sobrecorrección o que se introduzcan sesgos adicionales, especialmente en un ámbito como la educación (Shamim, 2024).



Se debe evitar que los algoritmos se entrenen con sesgos que reproduzcan y amplíen la desigualdad.



Los algoritmos deben ser transparentes y auditables. Es importante que las personas que interactúan con los sistemas de IA entiendan de qué forma estos sistemas les afectan. También resulta vital que la gente tenga vías de recurso cuando las cosas salen mal, ya que las empresas y agencias que desarrollan IA deben rendir cuentas por sus productos. Para hacer frente a este desafío, se deben auditar los algoritmos de los Sistemas de Decisión Automatizada (SDA) de forma periódica. Estas auditorías deberían mejorar la capacidad interna de los organismos públicos para evaluar los sistemas que desarrollan o adquieren, y permitirles hacerlo con mayor eficacia en el futuro. Si se realizan auditorías de forma habitual, se pueden prever los problemas generados por situaciones indeseables, como la asignación incorrecta de prestaciones o la violación del debido proceso. Idealmente, las auditorías garantizan una mayor rendición de cuentas al diseñar un método útil y continuo para que terceras partes revisen y evalúen los SDA de modo que los problemas se puedan resolver o mitigar. Por último, el público debe tener una clara oportunidad para responder y, de ser necesario, impugnar el uso de un sistema determinado o las directrices utilizadas por un organismo público para su desarrollo (Aránguiz Villagrán, 2022).

● Entrenamiento adecuado de los modelos de IA con fines educativos

Los modelos de IA se entrenan con datos y generan resultados basados en dicho entrenamiento. Si los modelos de IA con fines educativos se entrenan con datos que reflejan prácticas pedagógicas obsoletas, estos modelos podrían automatizar métodos de enseñanza que resultan ineficaces. Por lo tanto, las herramientas de IA deben ajustarse tanto a los planes de estudios nacionales como a las necesidades pedagógicas de los docentes. Además, resulta crucial que estos modelos se entrenen con materiales que estén en consonancia con las mejores prácticas pedagógicas, garantizando así que los resultados se basen en la experiencia humana y en principios pedagógicos eficaces.

● Normativa y privacidad

El rápido desarrollo de la IA ha ido superando los marcos normativos, lo que ha suscitado inquietud en torno a la privacidad de los datos, el uso de contenidos protegidos por derechos de autor o de información privada para entrenar la IA sin el debido consentimiento, y la gestión de la caja negra de los algoritmos de IA. Los gobiernos deben establecer políticas claras con el fin de regular el papel de la IA en la educación, garantizando así un uso ético, la protección de los datos y el fortalecimiento de capacidades para que la aplicación de la IA resulte efectiva. Además, resulta esencial promover la cooperación transfronteriza e intersectorial para regular el uso de la IA en la educación con el fin de armonizar las políticas entre los países. El sector privado también debe participar para garantizar que las herramientas de IA se apliquen de forma ética. En 2024, las autoridades italianas restringieron brevemente el acceso a ChatGPT debido a preocupaciones sobre su cumplimiento con la legislación europea en materia de protección de datos. Las autoridades señalaron problemas con la verificación de la edad de los usuarios, el uso de información personal sin permiso para entrenar al chatbot de IA y una falta general de claridad respecto a cómo el sistema maneja los datos. Este incidente subraya el desafío que supone regular las tecnologías de IA que avanzan con rapidez dentro de los marcos jurídicos actuales.

● Fortalecimiento de capacidades dentro de los sistemas

Incluso cuando las intervenciones de IA han resultado eficaces, los gobiernos deben fortalecer la capacidad institucional y fomentar la alfabetización en IA para garantizar que los futuros usuarios no solo comprendan sus funcionalidades, sino también la forma en que los algoritmos agregan datos y pueden reproducir sesgos e información falsa. La falta de conocimientos sobre el funcionamiento de estas herramientas y la manera en que se generan sus resultados puede llevar a los usuarios inexpertos a asumir que los resultados son exactos y veraces, aunque no sea así. Para evitar estos problemas, los gobiernos deben implementar sistemas de apoyo y monitoreo con el fin de supervisar las herramientas de IA desde el primer momento hasta las etapas de planificación, diseño y ejecución. Ya se han desarrollado algunas herramientas para asegurar la coherencia y la responsabilidad en el proceso (Sánchez Avalos et al., 2021).

Un ejemplo concreto de la necesidad de contar con capacidad institucional y alfabetización en IA procede del Reino Unido. En 2020, el gobierno de dicho país utilizó un algoritmo para asignar las calificaciones de los estudiantes en los exámenes finales de secundaria. Este algoritmo claramente favorecía a los estudiantes de las escuelas de élite y reducía de forma desproporcionada las puntuaciones de los estudiantes de entornos desfavorecidos. Este caso ejemplifica los peligros de implementar herramientas de IA sin contar con la capacidad institucional necesaria y el dominio de la materia por parte de los responsables de la toma de decisiones. Los responsables de política pública y los educadores confiaron en los resultados del algoritmo sin comprender sus sesgos plenamente. Esto, a su vez, generó resultados injustos y poco fiables.

Tabla 2. Resumen de los posibles usos de la IA en la educación para avanzar en la consecución de los objetivos de política pública relacionados con el aprendizaje, el acceso y la eficiencia

OBJETIVO DE POLÍTICA PÚBLICA	LAS VENTAJAS ESPECÍFICAS DE LA IA PUEDEN MEJORAR LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL	POSIBLES USOS DE LA IA	POSIBLES RIESGOS Y DESAFÍOS
 MAXIMIZAR EL APRENDIZAJE EN EL AULA	Producción masiva de contenidos según patrones específicos. Generación de nuevos contenidos a medida, en formato escrito o multimedia. Mayor capacidad de procesamiento de datos, incluidos análisis e informes.	Creación de problemas de práctica que apoyan la práctica adicional en una amplia gama de niveles de competencia. Generación de lecciones a medida en formato escrito y multimedia para abordar las brechas específicas de cada estudiante. Chatbots que promueven resultados académicos y no académicos, como el apoyo a la salud mental. Asistentes virtuales para que los docentes mejoren la planificación de las clases y las prácticas de gestión del aula. Creación costo-efectiva de complementos multimedia para la formación docente.	Las plataformas que rastrean los datos de evaluación de los estudiantes deben contar con protocolos de privacidad y gestión de datos robustos para mantener a niñas y niños a salvo. Dirigir la enseñanza y las prácticas a los niveles específicos de los estudiantes conlleva el riesgo de sesgar la forma en que se abordan determinados subgrupos, en función del algoritmo. Si las decisiones de focalización pedagógica son visibles más allá del docente o el estudiante, podría generarse la estigmatización de los estudiantes con menor rendimiento. El entrenamiento de los modelos de IA debe garantizar que los productos multimedia creados para complementar las lecciones sean de alta calidad y adecuados para cada edad.
 AMPLIAR EL ACCESO Y LOGRAR TRAYECTORIAS EDUCATIVAS COMPLETAS	Mayor capacidad de procesamiento de datos, incluidos análisis e informes. Traducción masiva de documentos. Generación de nuevos contenidos a medida, en formato escrito o multimedia. Análisis y procesamiento de audio.	Sistemas de alerta temprana más sofisticados y completos para evitar el abandono escolar. Análisis automatizados para optimizar la distribución equitativa de recursos, como libros de texto y asignaciones de docentes, reduciendo las barreras técnicas y los sesgos humanos. Mentor pedagógico generado por IA para docentes que antes carecían de acceso a un apoyo sostenido y de alta calidad brindado por mentores humanos. Traducción de materiales para llegar a los estudiantes multilingües en su lengua materna, mejorando así la inclusión de poblaciones diversas. Creación de materiales accesibles con herramientas de conversión de texto a voz o servicios de transcripción, con el fin de apoyar a grupos tradicionalmente excluidos como los estudiantes con discapacidades visuales o aquellos con ausencias frecuentes.	El entrenamiento de sistemas de alerta temprana podría dar lugar a recomendaciones sistemáticamente sesgadas contra determinados subgrupos de estudiantes. Todo uso de grabaciones de audio o video para mejorar las prácticas de los docentes debe estar respaldado por protocolos de gestión de datos robustos que garanticen la privacidad y seguridad de niñas y niños.
 EFICIENCIA EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO	Reconocimiento óptico de caracteres que lee imágenes y procesa los datos a gran escala. Análisis y procesamiento de audio. Mayor capacidad de procesamiento de datos, incluidos análisis e informes.	Generación de lecciones por lotes para agilizar su creación para su uso en intervenciones pedagógicas estructuradas, lo que reduce la necesidad de contar con grandes equipos de diseño instruccional, mejora la calidad y reduce los costos. Calificación automatizada y retroalimentación personalizada para las evaluaciones escritas, incluidas las preguntas de opción múltiple y respuesta breve, así como las evaluaciones de la lectura en voz alta. Herramientas administrativas que ahorran tiempo y ayudan a los directores a programar, redactar documentos y elaborar informes adaptados a las necesidades del centro educativo. Análisis de datos e informes automatizados para apoyar las decisiones basadas en datos que toman los líderes educativos en materia de planificación, especialmente en casos de escaso dominio del uso de datos.	Del mismo modo que la IA puede agilizar la calificación y la retroalimentación para los docentes, también puede permitir que los estudiantes apliquen formas de plagio más sofisticadas, lo que requiere una respuesta activa en materia de políticas y un plan de actuación por parte de los centros y sistemas educativos. El tiempo que se ahorra al automatizar las tareas rutinarias puede no dedicarse a actividades más productivas, como la instrucción o la atención personalizada, lo que puede limitar el retorno de la inversión en IA. Una dependencia excesiva de la IA para generar informes y analizar datos podría hacer que el personal de los centros educativos perdiera su conexión personal con lo que sucede en el terreno.

4.

Aprovechar la
tecnología y la IA
para la educación





Los numerosos estudios sobre el tema demuestran que la fidelidad al diseño y la calidad de la implementación son fundamentales para que los programas educativos basados en tecnología resulten exitosos. Se ha demostrado que los resultados previstos de los programas basados en tecnología pueden verse comprometidos cuando no se respeta lo suficiente el diseño original. Además, incluso pequeñas desviaciones pueden alterar algunos elementos que son cruciales para el aprendizaje (Durlak y DuPre, 2008). Del mismo modo, la calidad de la implementación —incluidos factores como la formación docente, la infraestructura y la participación de los estudiantes— afectan la eficacia del programa de forma directa (O'Donnell, 2008). Para hacer frente a estos desafíos, los responsables de política pública deberían contemplar la posibilidad de utilizar un marco conceptual que proporcione a los sistemas educativos enfoques estructurados, basados en evidencia y, al mismo tiempo, que sean sencillos, para que puedan crear y aplicar programas basados en la tecnología. Un marco de este tipo les permitiría identificar los componentes y mecanismos clave, y garantizaría que el uso de la tecnología se ajuste a los objetivos educativos previstos.

A partir de la evidencia analizada en las secciones anteriores, en las que se examinó cómo la tecnología y la IA pueden ayudar a abordar desafíos educativos clave, esta sección se centra en convertir esos aprendizajes en materia de política pública en estrategias prácticas que se puedan aplicar para diseñar e implementar programas. Para los responsables de política pública que buscan mejorar la educación con herramientas digitales, es fundamental evaluar los insumos que se necesitan para incidir en las distintas intervenciones. Por lo tanto, deben considerar tanto las capacidades tecnológicas disponibles en el sistema educativo como el nivel de inversión que se necesita para cumplir las condiciones mínimas necesarias para asegurar el éxito de las iniciativas.

La presente sección presenta un marco para orientar el diseño, la implementación y la sostenibilidad de los programas que integran la tecnología en la educación a gran escala. Incorpora los hallazgos de la literatura analizada en la sección anterior con el objetivo de describir usos específicos de la tecnología y la IA que pueden ayudar a los países a alcanzar uno de los tres objetivos de desarrollo enumerados en la introducción del presente documento. A continuación, se describen las condiciones habilitantes que se necesitan para implementar los tipos más comunes de intervención y alcanzar con éxito los objetivos previstos. Esta sección también ofrece un enfoque sistemático para monitorear y evaluar los productos generados y los resultados obtenidos, lo que permite crear experiencias de aprendizaje potenciadas por tecnología más escalables y efectivas. Al contar con una clara comprensión del estado actual de las condiciones habilitantes en sus sistemas, los responsables de política pública podrían determinar qué intervenciones están en condiciones de implementar y cuáles necesitan más inversión para ser viables. La costo-efectividad de las iniciativas digitales está estrechamente ligada a estas condiciones habilitantes. Si la infraestructura resulta insuficiente, los costos podrían incrementarse, mientras que, si se aprovechan los recursos existentes pero subutilizados, se puede reducir los gastos.

4.1

Un marco conceptual para lograr impacto a escala

Nuestro marco se describe en la figura 1. Este marco conceptual clasifica las intervenciones impulsadas por la tecnología y la IA en tres objetivos de política pública principales en el ámbito de la educación: 1) maximizar el aprendizaje; 2) ampliar el acceso y lograr trayectorias educativas completas; y 3) mejorar la eficiencia en la prestación del servicio educativo. Para mejorar el aprendizaje, las intervenciones se centran en brindar apoyo personalizado al estudiante, enriquecer la enseñanza en el aula y contar con recursos didácticos escalables, como tutorías basadas en IA, herramientas de aprendizaje adaptativo y generación automatizada de contenidos. Para ampliar el acceso a los estudios y su finalización, se pueden aplicar estrategias como los sistemas de alerta temprana para prevenir el abandono escolar, herramientas de traducción y accesibilidad de IA, y canales de comunicación escalables para estar en contacto con padres, madres y educadores. Por último, para mejorar la eficiencia en la prestación, las intervenciones utilizan herramientas digitales para las evaluaciones, la reducción de la carga de trabajo de los docentes y la toma de decisiones basada en datos. Este tipo de intervenciones incluye el monitoreo remoto, la planificación de clases generada por IA y herramientas de apoyo administrativo. Al alinear estas intervenciones con los recursos disponibles, los responsables de política pública pueden integrar la tecnología con eficacia con el fin de generar mejoras educativas equitativas, escalables y costo-efectivas.

Los programas que incorporan tecnología necesitan cinco condiciones habilitantes: dispositivos digitales, conectividad educativa significativa, recursos y plataformas digitales, competencias digitales y pedagógicas de los docentes, y gobernanza.⁵ Se necesita una gobernanza sólida a nivel de sistema que incluya capacidad institucional, una gestión eficaz, sistemas de información y financiación sostenible. Sin estos elementos, los sistemas educativos no pueden apoyar y ampliar las iniciativas de tecnología educativa. En conjunto, estas cinco condiciones habilitantes clave están estrechamente interrelacionadas y pueden garantizar no solo el acceso a la tecnología, sino también su integración efectiva, lo que crea las condiciones necesarias para que los sistemas alcancen los objetivos de política pública.

⁵ Se han elaborado otros marcos conceptuales para ayudar a los responsables de política pública a integrar la tecnología en el sistema educativo y todos comparten una característica: la importancia que le asignan a abordar no solo la infraestructura tecnológica, sino también los docentes, los contenidos y la capacidad institucional. Por ejemplo, la Cumbre de Transformación de la Educación de 2022 identificó la conectividad significativa, la capacidad y el contenido como pilares fundamentales del aprendizaje digital. Del mismo modo, el Marco 2024 para la Transformación del Sistema, elaborado por UNESCO, UNICEF, la UIT y la GPE, incorpora estos pilares en sus seis áreas centrales para avanzar en la consecución de la transformación digital en la educación (UNESCO, 2024). Nuestro marco es diferente porque vincula los insumos con mecanismos y objetivos de desarrollo específicos.

Figura 1. Marco conceptual para integrar la tecnología y la IA en la educación a escala





Dispositivos digitales

Poder acceder a dispositivos digitales adecuados con frecuencia constituye un requisito fundamental para que estudiantes y docentes puedan participar en entornos de aprendizaje digital de forma efectiva. Sin esta base esencial, resulta inviable alcanzar una mayor transformación digital de la educación. Sin embargo, el acceso por sí solo no basta: la interacción entre disponibilidad, calidad e integración pedagógica determina el impacto real de las herramientas digitales en la enseñanza y el aprendizaje. Según el Marco de las Tecnologías de la Información y la Comunicación de PISA 2022, la forma en que se utiliza la tecnología en las aulas se ve sumamente influida por su disponibilidad, accesibilidad y calidad. Por lo tanto, las decisiones relativas a los dispositivos y otras herramientas tecnológicas deben basarse en objetivos pedagógicos en lugar de permitir que sea la tecnología la que establezca las estrategias educativas. Por ejemplo, se deben analizar las necesidades específicas de aprendizaje en asignaturas como matemáticas, ciencias y escritura para poder establecer el tipo de dispositivos que se introducen en las aulas y sus especificaciones, con el objetivo de garantizar que contribuyan efectivamente a los resultados de los estudiantes.

A la hora de integrar dispositivos digitales en entornos educativos, se deben tener en cuenta dos factores fundamentales: la cantidad y las especificaciones. La relación dispositivo-usuario influye en el uso que se hace de la tecnología. A lo largo del tiempo, los sistemas educativos han transitado desde laboratorios informáticos hacia modelos de un dispositivo por estudiante y, más recientemente, hacia soluciones móviles compartidas, como los gabinetes móviles de carga para dispositivos⁶ que reducen los costos al tiempo que aseguran la accesibilidad. Qué modelo se elige dependerá de los objetivos pedagógicos, pero es fundamental reconocer que la disponibilidad de dispositivos afecta de forma directa el tipo de experiencias de aprendizaje digital que pueden ponerse en práctica. Además, las especificaciones de los dispositivos determinan el alcance y la pertinencia de las actividades educativas. Por ejemplo, para desarrollar las primeras habilidades de escritura, se pueden necesitar dispositivos con pantalla táctil, mientras que los dispositivos antiguos o mal mantenidos pueden generar problemas de compatibilidad que limiten su utilidad. Normalmente, a los estudiantes de los primeros años se les brinda una tableta, mientras que a los estudiantes mayores y a los docentes se les proporciona una computadora portátil. En Uruguay, por ejemplo, el plan CEIBAL sigue este modelo, ya que se entregan tabletas a los estudiantes de 1° y 2° año y computadoras portátiles a los estudiantes de 3° año hasta la enseñanza secundaria (Ceibal, 2024).

Al momento de integrar soluciones de IA en la educación, resulta esencial contemplar las características técnicas de los dispositivos que utilizan los estudiantes. Los requisitos pueden variar en función de si la herramienta de IA se ejecuta en la nube o directamente en el dispositivo. Para las soluciones basadas en la nube, se suele necesitar una conexión a internet estable y un navegador compatible, lo que las hace más accesibles que las soluciones que funcionan en los dispositivos para los centros educativos que tienen una cantidad limitada de equipos informáticos. Por el contrario, las aplicaciones de IA ejecutadas localmente exigen una mayor potencia de procesamiento, memoria y almacenamiento, lo que puede suponer un desafío para los centros que tienen dispositivos más antiguos o de menor rendimiento.

Además de los dispositivos personales, existen otras herramientas tecnológicas que desempeñan un papel crucial, especialmente en entornos de aprendizaje experimental que fomentan la resolución de problemas de forma práctica y creativa. En estos programas, los dispositivos digitales existen dentro de un ecosistema

⁶ Los gabinetes móviles de carga para dispositivos son unidades de almacenamiento móviles diseñadas para guardar, cargar y transportar de forma segura dispositivos electrónicos como computadoras portátiles, tabletas o Chromebooks dentro de entornos educativos o profesionales. Estos carros suelen contar con múltiples ranuras o estantes para organizar los dispositivos, estaciones de carga integradas para garantizar que permanezcan cargados y mecanismos de bloqueo para mayor seguridad.

educativo más amplio, complementado por placas de desarrollo, kits electrónicos, sensores físico-químicos, kits de robótica, impresoras 3D y drones. Estas herramientas apoyan el aprendizaje basado en proyectos y permiten que los estudiantes exploren, creen y compartan conocimientos mediante la experimentación práctica. Las metodologías de pensamiento de diseño y los principios del movimiento maker fomentan entornos de aprendizaje colaborativos, donde los estudiantes se dedican a resolver problemas, pensar críticamente e innovar. Para integrar estas herramientas de forma eficaz, se debe armonizar el plan de estudios con el fin de garantizar que las experiencias prácticas reafirmen la comprensión conceptual en lugar de ser actividades aisladas.

Por último, para que la integración de dispositivos y otras herramientas resulte exitosa, se necesita una estrategia a largo plazo en materia de despliegue, mantenimiento y sostenibilidad. Es poco probable que la mera distribución de dispositivos genere resultados positivos sin un plan estructurado de asistencia continua, actualizaciones de software y ciclos de sustitución. Debe existir un sólido sistema de mantenimiento que incluya protocolos de asistencia técnica, políticas de protección de los dispositivos y asistencia permanente a los usuarios. Sin estos elementos, las iniciativas de aprendizaje digital corren el riesgo de quedar obsoletas o desaprovechadas con el tiempo (Arias Ortiz et al., 2020b). Resulta esencial garantizar que los dispositivos y las herramientas no solo estén disponibles, sino que también sean funcionales, pertinentes y estén integrados en las prácticas pedagógicas para así maximizar su impacto educativo.



Conectividad educativa significativa

No basta con tener acceso a los dispositivos; contar con una conectividad educativa significativa se ha convertido en una condición habilitante clave para la TDE. No es suficiente tener acceso a internet en las aulas, sino que también se necesita una conexión fiable y de alta calidad que se ajuste a las necesidades pedagógicas. Los requisitos técnicos para la conectividad educativa varían en función de las aplicaciones educativas previstas. Por ejemplo, para planificar las clases quizás no se necesite conexión a internet o se necesite un ancho de banda y una estabilidad diferentes a las necesarias para interacciones con video en tiempo real entre estudiantes e instructores remotos.

Si bien las necesidades de conectividad difieren en función del uso, resulta esencial establecer normas mínimas de calidad para garantizar la efectividad de los esfuerzos de transformación digital. Estos criterios de referencia ayudan a las autoridades educativas a diseñar políticas y programas que den prioridad no solo al acceso (es decir, si una escuela cuenta con conexión a internet), sino también a la idoneidad y calidad de la conexión para la enseñanza y el aprendizaje. En este contexto, el concepto de conectividad educativa significativa nos ayuda a establecer puntos de referencia claros para los servicios de conectividad escolar y umbrales mínimos que garanticen que la tecnología apoya el aprendizaje de forma eficaz. Este concepto incluye dos dimensiones fundamentales: la velocidad de internet y la cobertura dentro de los entornos de aprendizaje, ambas críticas al momento de aplicar iniciativas educativas basadas en la tecnología.

Con respecto a la velocidad, el Grupo Interinstitucional para la Conectividad en la Educación (GICE) de Brasil establece, en consonancia con las normas internacionales, un mínimo de un megabyte por segundo (MBps) por estudiante durante el mayor turno escolar para que la enseñanza y el aprendizaje resulten significativos. Para ilustrar lo que este tipo de conexión permite hacer, se pueden considerar tres situaciones: 1) todos los estudiantes de un centro podrían dedicarse simultáneamente a usar internet de forma general, por ejemplo, para hacer búsquedas y leer noticias; 2) la mitad de los estudiantes podrían estar conectados al mismo tiempo, y uno de cada tres participaría en actividades de video; o 3) una cuarta parte de los estudiantes de un turno podría dedicarse simultáneamente a actividades de video (GICE, 2022).

El uso de la IA en entornos educativos requiere una conectividad de mayor calidad. Por ello, los responsables de política pública deben tener en cuenta las velocidades específicas de internet y la latencia (el tiempo que tarda un paquete de datos en ir de un lugar a otro) en función del tipo de actividades que se realicen. Por ejemplo, cuando se utilizan chatbots, se recomienda una velocidad mínima de 5 megabits por segundo (Mbps) y una latencia no superior a 100 milisegundos (ms). Sin embargo, para actividades más avanzadas, como videoconferencias de IA o asistentes de voz, los valores deben ser de al menos 10 Mbps, con una latencia máxima de 50 ms.

Además de cumplir los parámetros mínimos de velocidad, el enfoque óptimo para garantizar que la red cubra las necesidades de los estudiantes de forma costo-efectiva pasa por conocer sus patrones de uso. La implementación de herramientas de monitoreo de la red permite evaluar el rendimiento de forma continua, lo que garantiza que no se estén utilizando recursos excesivos, lo que generaría costos innecesarios, ni que los recursos sean insuficientes, lo que podría perjudicar las actividades educativas. En el caso de CEIBAL, Uruguay, donde el acceso a internet se gestiona de forma centralizada, la lógica del ancho de banda contratado coincide con la demanda específica de cada centro educativo, lo que permite brindar recursos que se adaptan según los datos reales de uso. Esta estrategia de asignación dinámica resulta fundamental para optimizar las inversiones en infraestructura y garantizar un acceso fiable a los recursos educativos.

La velocidad de acceso también estará determinada por el tipo de infraestructura disponible en cada región. En zonas con cobertura de fibra óptica, resulta relativamente sencillo mantener la conectividad de alta velocidad. Sin embargo, en las escuelas rurales y remotas, donde resulta inviable instalar una conexión de fibra o cable, hay que considerar soluciones alternativas como los satélites, los enlaces de microondas o las redes móviles. Además, las asociaciones con proveedores de telecomunicaciones públicos y privados resultan fundamentales para garantizar que la conectividad sea escalable y de alta calidad en todos los centros educativos.

Un aspecto de la conectividad que a menudo se pasa por alto, pero que resulta crucial, es la cobertura dentro de los espacios educativos. Garantizar una intensidad de señal fuerte y constante resulta tan importante como cumplir los requisitos en materia de velocidad. Sin una cobertura total en todo el local, el acceso a internet no resulta útil para mejorar el aprendizaje de forma eficaz. La conectividad debe extenderse a todas las áreas de aprendizaje para que los estudiantes puedan acceder a los recursos educativos de forma segura desde cualquier punto del centro y para garantizar que el ancho de banda disponible se utilice al máximo. Según MegaEdu, una organización brasileña sin fines de lucro que brinda acceso a internet de alta velocidad a todas las escuelas públicas de Brasil, la intensidad de la señal debe superar los -70 decibelios en relación con el milivatio (dBm) en todos los espacios educativos, lo que normalmente se puede conseguir desplegando un punto de acceso por cada dos aulas (MegaEdu, 2024).

Para mantener la infraestructura de conectividad, se deben realizar tareas de supervisión y gestión continuas, ya que no se trata de un trabajo puntual. Resulta fundamental establecer y monitorear los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA, por sus siglas en inglés) para garantizar que la calidad de servicio sea consistente (Arias Ortiz, et al., 2020b). El monitoreo periódico del rendimiento permite supervisar la intensidad de uso de internet en las aulas, identificar posibles problemas y generar alertas para que se puedan realizar tareas de mantenimiento de forma oportuna. Estas medidas proactivas ayudan a que la red sea estable y tenga un alto rendimiento, lo que garantiza que estudiantes y docentes puedan confiar en la conectividad como parte integral del proceso de aprendizaje.



Recursos, contenidos y plataformas digitales

Contar con recursos, plataformas y contenidos digitales es fundamental para posibilitar la TDE, ya que amplían las oportunidades de aprendizaje personalizado, el desarrollo de habilidades y la participación estudiantil, al tiempo que brindan herramientas para que los docentes puedan monitorear el progreso. En algunos casos, estos activos digitales desempeñan un papel similar al de los libros de texto en la educación tradicional. Por ello, su desarrollo y contenido deben examinarse con rigurosidad para garantizar la calidad. Además, la integración debe planificarse cuidadosamente. Dada la gran variedad de plataformas, programas y contenidos disponibles —cada uno con funciones distintas—, resulta esencial alinear estas herramientas con los objetivos pedagógicos de forma estratégica y asegurarse de que satisfacen las diversas necesidades de estudiantes y docentes, al tiempo que se adaptan a los diferentes contextos educativos.

Una de las principales categorías de recursos digitales son las plataformas de aprendizaje, que ofrecen contenidos educativos, ejercicios personalizados, seguimiento del avance del estudiante y apoyo en asignaturas o competencias específicas. Un tipo de plataforma de aprendizaje son los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés). Estos sistemas distribuyen contenidos, tareas y calificaciones, y también pueden ofrecer herramientas de comunicación para facilitar la interacción a distancia, plataformas de evaluación del desempeño de los estudiantes y repositorios de contenidos con materiales de aprendizaje complementarios. Estos recursos pueden adoptar diversas formas, tales como recursos educativos abiertos (REA), juegos educativos, libros electrónicos y portales en línea, cada uno de los cuales contribuye de forma única a alcanzar el objetivo mayor de mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Se deben contemplar dos elementos principales a la hora de pensar en recursos y contenidos: 1) deben ser de alta calidad, pertinentes y estar en consonancia con el plan de estudios; 2) deben basarse en datos y características para poder adaptarse a las distintas necesidades de aprendizaje.

En primer lugar, resulta primordial contar con contenido de alta calidad. Los recursos de alta calidad deben ser precisos y estar actualizados. Deben favorecer el aprendizaje en profundidad, el pensamiento crítico y la participación, en lugar de solo dar información superficial o fragmentada. Una plataforma bien diseñada garantiza que los estudiantes reciban materiales fiables y de solidez pedagógica que mejoren su experiencia de aprendizaje.

En un mercado tan vasto y diverso como el de las plataformas educativas digitales, no resulta fácil evaluar la calidad de una plataforma minuciosamente, que es lo que sucede, sobre todo, con los últimos avances impulsados por la IA en las plataformas educativas. Como existen innumerables opciones, resulta esencial evaluar las plataformas a fondo antes de elegir una. Algunas plataformas pueden carecer de solidez pedagógica, ofrecer una experiencia de usuario deficiente o incluso ser vaporware (software que se comercializa pero nunca llega a desarrollarse o funcionar del todo). Antes de adoptarlas, es conveniente realizar pruebas piloto para facilitar la tarea de determinar cuáles responden realmente a las necesidades educativas. En Estados Unidos, existen organizaciones como Common Sense Media⁷ que desempeñan un papel clave en la evaluación de la calidad de las plataformas educativas al brindar calificaciones y reseñas basadas en factores como la efectividad, el nivel de participación de los usuarios y las normas de privacidad.

⁷ Otras organizaciones estadounidenses orientan a educadores e instituciones para que puedan tomar decisiones informadas sobre la integración de la tecnología. Entre estas organizaciones, se encuentran EdSurge (que ofrece reseñas, investigaciones y opiniones sobre productos de tecnología educativa) y el Sello de Alineación de la ISTE (Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación). Este sello certifica las herramientas y recursos de tecnología educativa que cumplen las normas ISTE con el fin de garantizar un aprendizaje digital eficaz. Por último, la Certificación de Productos de Diseño Basados en la Investigación de Digital Promise reconoce los productos de tecnología educativa que se basan en el aprendizaje científico y demuestran ser eficaces.

La certificación que los gobiernos otorgan a las plataformas ayuda a garantizar su calidad y fiabilidad. Por ejemplo, en Europa, existen iniciativas que establecen normas de calidad como la norma alemana DIN ISO 21001 para organizaciones educativas. Sería sumamente beneficioso implementar iniciativas similares de certificación en América Latina y el Caribe, ya que las instituciones educativas podrían acceder a herramientas digitales validadas y de alta calidad que apoyen efectivamente la enseñanza y el aprendizaje. En este contexto, iniciativas como el [Marco EdTech for Good](#) de UNICEF ofrecen valiosas orientaciones que permiten identificar y evaluar soluciones de alta calidad en tecnología educativa. Este marco establece criterios clave —como la seguridad, el impacto en el aprendizaje, la accesibilidad y la escalabilidad— y ofrece un enfoque estructurado para evaluar las plataformas digitales de aprendizaje. Su Gabinete de Aprendizaje sirve como repositorio de soluciones de tecnología educativa rigurosamente evaluadas, garantizando que las plataformas digitales contribuyan con solidez al logro de los resultados de aprendizaje, al tiempo que mantienen los estándares de equidad, seguridad y efectividad. En cuanto a la seguridad de los datos, cabe destacar que la iniciativa hace hincapié en cómo las plataformas deben notificar a los usuarios la forma en que se recopilan sus datos personales y la finalidad de su uso. Esta notificación garantiza el cumplimiento de la normativa en materia de privacidad y fomenta la transparencia. El marco también evalúa los protocolos de protección de datos, en particular para las plataformas impulsadas por IA, lo que garantiza la privacidad del usuario y la seguridad de los datos. También aplica controles estándar de la industria para proteger la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de la información (ver la sección 4.1 para más detalles sobre la seguridad de los datos). A medida que las plataformas educativas impulsadas por IA evolucionan, la integración de principios de iniciativas como el Marco EdTech for Good puede ayudar a los responsables de política pública a transitar la complejidad del ecosistema de aprendizaje digital y fomentar la innovación responsable en la educación.

Los recursos deben ser de alta calidad, pero también ajustarse a las normas curriculares y a las realidades culturales y contextuales de los estudiantes. Esta alineación resulta crucial, ya que garantiza que los contenidos se mantengan pertinentes y motivadores, y que los estudiantes puedan fomentar una conexión más profunda con los materiales. Esto cobra especial importancia en el caso de las plataformas de aprendizaje y los contenidos digitales, donde el desafío radica en adaptar las soluciones existentes a las necesidades y características locales. El uso exitoso de estos recursos depende en gran medida de cómo los docentes los incorporen a sus prácticas pedagógicas. Si se incorporan materiales de alta calidad y correctamente alineados, el proceso de enseñanza puede ser más dinámico y adaptable. Resulta esencial que las plataformas sean intuitivas y fáciles de navegar, tanto para los estudiantes como para los docentes. Las interfaces sencillas, instrucciones claras y asistencia técnica de fácil acceso, pueden aumentar notablemente el uso y la eficacia de la herramienta. Cuanto más sencillo resulte integrar estas herramientas en las actividades cotidianas de enseñanza y aprendizaje, más probable será que tengan un impacto duradero.

El segundo aspecto implica que los recursos digitales deben ser inclusivos y adaptables a las necesidades diversas de los estudiantes. Funciones como lectores de pantalla, texto alternativo, reconocimiento de voz y soporte multilingüe ayudan a garantizar que todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidades o que afrontan barreras lingüísticas, puedan participar en las experiencias de aprendizaje digital de forma plena. Los recursos digitales, por tanto, no son solo herramientas para el aprendizaje, sino también instrumentos poderosos que fomentan una mayor inclusión en la educación.

La utilización de datos es otra característica clave de los entornos de aprendizaje digital efectivos, en particular para las plataformas de aprendizaje. Muchas plataformas utilizan tecnologías de aprendizaje adaptativo para personalizar los contenidos en función del desempeño de los estudiantes para que reciban tareas que los desafíen según sus capacidades. Por ejemplo, las plataformas de aprendizaje adaptativo ajustan la dificultad

de las tareas en tiempo real, lo que optimiza la experiencia de aprendizaje. Incluso aquellas plataformas que no son intrínsecamente adaptativas pueden brindar datos valiosos, ya que ofrecen información sobre el avance de los estudiantes e identifican las áreas en las que podrían presentar dificultades. Este enfoque basado en los datos permite que los docentes monitoreen el avance individual, identifiquen las brechas de aprendizaje y ajusten sus estrategias de enseñanza en consecuencia. La personalización mejora los resultados de aprendizaje y anima a los estudiantes a asumir un rol activo en su educación. Cuando los estudiantes interactúan con contenidos que se ajustan a sus necesidades específicas, es más probable que estén motivados y alcancen una comprensión más profunda.



Competencias digitales y pedagógicas de los docentes

La investigación ha demostrado el enorme potencial que tiene la tecnología para mejorar el desempeño de los estudiantes en algunos casos y ha puesto de relieve que el éxito depende en gran medida de cómo se utilice la tecnología en el aula (OCDE, 2005; Naciones Unidas, 2022; UNICEF, 2022). Para aprovechar los posibles beneficios de la tecnología en el aula, los sistemas educativos deben garantizar que los docentes tengan las competencias digitales y pedagógicas que necesitan para integrar la tecnología en su práctica docente de forma eficaz. Estas competencias también son fundamentales para que los docentes puedan aplicar estrategias innovadoras e inclusivas en el aula de forma satisfactoria. En el contexto de la transformación digital de la educación en las aulas, el papel del docente adquiere una importancia renovada y central. Son ellos quienes deben seleccionar, gestionar, crear y compartir recursos digitales de alta calidad que coincidan con los objetivos pedagógicos y respondan a las necesidades específicas de los estudiantes (Redecker, 2017). Los docentes no solo siguen siendo los principales ejecutores de los planes de estudio, sino que también deben actuar como diseñadores de experiencias de aprendizaje que integren el mundo digital con eficacia.

En este sentido, los responsables de política pública se enfrentan al desafío de cómo ayudar a los docentes a desarrollar las capacidades que necesitan para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Dos consideraciones importantes para lograr dicho objetivo son: 1) definir, evaluar y apoyar el desarrollo de estas competencias; y 2) integrar las herramientas digitales con la pedagogía, garantizando al mismo tiempo una implementación ética y equitativa.

En cuanto a la primera consideración, resulta esencial evaluar las competencias digitales de los docentes para una transformación digital efectiva en la educación. Una evaluación sólida puede proporcionar información valiosa sobre el nivel actual de los educadores en materia de competencia digital y poner de relieve las áreas donde se necesita un mayor desarrollo. Al mismo tiempo, estas evaluaciones pueden proporcionar datos que los responsables de política pública y los líderes educativos pueden utilizar para fundamentar decisiones estratégicas. La Guía Edutec es un ejemplo de este tipo de herramienta, ya que ofrece retroalimentación valiosa a docentes y directores de centros escolares. Desarrollada originalmente por el Centro de Innovación de la Educación Brasileña (CIEB) y adaptada posteriormente por la Fundación Profuturo y el BID, se trata de una herramienta que ha sido utilizada por más de 33.000 docentes y 700 escuelas de América Latina. Incluye dos componentes: un cuestionario de autoevaluación para que los docentes evalúen sus competencias digitales y una herramienta de diagnóstico para evaluar la adopción tecnológica en los centros escolares.⁸

⁸ La Guía Edutec fue elaborada por CIEB en 2017 en Brasil. Con el apoyo del BID y la Fundación Profuturo, se tradujo al español, inglés y francés, y su código se puso a disposición del público en GitHub. Más información en <https://guiaedutec.com.br/>

Los educadores que utilizan la Guía Edutec reciben informes de evaluación individualizados que indican su nivel de competencia digital y de adopción de la tecnología en el aula. Estos informes también ofrecen recursos gratuitos y accesibles adaptados a las necesidades específicas de los docentes que les ayudan a consolidar sus competencias. Además, los datos agregados que surgen de estas evaluaciones proporcionan a las autoridades educativas una imagen clara y actualizada del nivel de preparación digital del sistema, lo que les permite identificar las brechas y las áreas de mejora (Gottlieb et al., 2024). Al tener acceso a este tipo de información, los responsables de política pública pueden diseñar iniciativas de desarrollo profesional específicas y asignar recursos de forma más eficaz para ayudar a los docentes a desarrollar las competencias necesarias. Es por esto por lo que este tipo de programas puede ayudar a mejorar las competencias digitales y pedagógicas de los docentes, al tiempo que apoya la integración de la tecnología en las aulas.

Los nuevos avances en materia de IA podrían desempeñar un papel crucial como apoyo para que los docentes puedan integrar la tecnología en el aula de forma efectiva. Como ya se ha comentado en secciones anteriores, algunas herramientas de IA tienen el potencial de mejorar los procesos de formación docente y reforzar la enseñanza en el aula. Además, algunas herramientas pueden brindar a los docentes oportunidades de desarrollo profesional continuo al ofrecer cursos personalizados, asistentes virtuales y plataformas de aprendizaje que evalúan y analizan sus intereses y áreas de mejora. Estas herramientas pueden ofrecer recomendaciones a medida, mantener a los educadores informados sobre las últimas tendencias tecnológicas y sugerir estrategias pedagógicas innovadoras.

Sin embargo, los educadores deben contar con la capacidad de evaluar y adaptar las herramientas de IA a sus necesidades en lugar de confiar en recomendaciones automatizadas o generales. Por ejemplo, la integración de la tecnología y la IA en el aula, en particular los chatbots, exige comprender sus posibles beneficios y limitaciones, así como entender cómo pueden complementar las interacciones humanas. Cabe destacar que las interacciones puramente humanas son muy eficaces para fomentar un aprendizaje social y emocional profundo, ya que se basan en la empatía y en contextos que la tecnología no puede reproducir. Sin embargo, los estudiantes no siempre tienen acceso a este tipo de interacciones por la escasez de personal y problemas de continuidad (Miao et al., 2020). Los *modelos híbridos*, que conjugan la supervisión humana con la eficiencia de la automatización, podrían capitalizar la capacidad de la IA para manejar tareas repetitivas al tiempo que mantienen un toque humano cuando se deben tomar decisiones más sutiles o mostrar empatía (Holmes et al., 2019). Por último, los bots autónomos utilizan IA avanzada para ofrecer respuestas instantáneas y personalizadas a los estudiantes sin necesidad de que haya intervención humana. Estos bots podrían apoyar el aprendizaje personalizado a gran escala (Luckin et al., 2016).

Los educadores pueden elaborar estrategias que aprovechan los puntos fuertes de las personas y de la IA con el objetivo de garantizar que la tecnología potencie el aprendizaje en lugar de sustituir las valiosas conexiones humanas. Este enfoque también debe incluir formación en materia de privacidad de datos, seguridad y mitigación de sesgos para promover el uso responsable de la IA. Además, el diseño de los programas debe priorizar el apoyo a todos los educadores —especialmente a aquellos en zonas con recursos limitados— para evitar exacerbar las desigualdades educativas existentes.



Gobernanza

Resulta fundamental contar con una gobernanza sólida y una planificación sistémica para garantizar que los centros educativos utilicen la tecnología con eficacia para mejorar los resultados de aprendizaje (Kennisnet, 2013; 2015). La gobernanza abarca los elementos normativos e institucionales que configuran la

transformación digital de la educación en las escuelas y a nivel sistémico. Esto implica establecer un marco jurídico e institucional que defina las funciones y responsabilidades de los distintos actores, junto con una visión estratégica que establezca objetivos claros, asigne recursos y guíe el proceso de transformación digital de la educación.

Una estructura de gobernanza sólida se basa en tres aspectos: 1) diseño institucional; 2) uso de datos de calidad respaldados por sistemas de gestión e información sólidos; y 3) financiación sostenible.

Diseño institucional

Se debe contar con mecanismos de gobernanza en todos los niveles del sistema educativo —desde las aulas y los centros educativos hasta los organismos nacionales— para alcanzar los objetivos previstos en materia de tecnología en la educación.

Los centros educativos deben tener una gobernanza eficaz para garantizar que la tecnología no solo se adopte, sino que se integre en los procesos de enseñanza y aprendizaje de forma estratégica para mejorar los resultados de los estudiantes. Los líderes escolares desempeñan un papel fundamental cuando se trata de establecer políticas claras, ofrecer a los docentes oportunidades de desarrollo profesional y fomentar una cultura de innovación y uso responsable de la tecnología (OCDE, 2021). A nivel del aula, la gobernanza implica que los docentes tomen decisiones informadas con respecto a las herramientas digitales, aseguren su alineación con los objetivos pedagógicos y velen por el uso ético y seguro de la tecnología para proteger los datos y la privacidad de los estudiantes (UNESCO, 2022). Las escuelas que aplican estrategias digitales estructuradas, como el marco de pedagogía digital de Finlandia y la iniciativa FutureSchools de Singapur, demuestran cómo una integración tecnológica bien gobernada puede hacer más efectiva la labor de los docentes y aumentar la participación de los estudiantes (Comisión Europea, 2019).

A nivel de sistema, las instituciones deben estructurarse de forma tal que fomenten la innovación a gran escala, ya que las instituciones vastas y complejas suelen resistirse al cambio. Tradicionalmente, las unidades especializadas de los ministerios de educación han sido las encargadas de diseñar cambios estructurales para los centros educativos. Sin embargo, algunos casos exitosos demuestran que la creación de agencias independientes dedicadas a la transformación digital de la educación puede ser una alternativa eficaz. Estas agencias, que trabajan de forma articulada con el sistema educativo, son más ágiles y receptivas a las exigencias que plantea la transformación educativa. Agencias como Educ.AR en Argentina, CARNET en Croacia y CEIBAL en Uruguay se crearon específicamente para apoyar la transformación digital de la educación. Su trabajo demuestra que las instituciones independientes pueden generar un gran impacto (Arias Ortiz et al., 2020b; Dellagnelo, L., 2023).

En algunos casos, quizá sea necesario realizar cambios normativos para abordar cuestiones como la ética, la privacidad de los datos y la ciberseguridad. Estos cambios incluyen el establecimiento de la normativa necesaria para garantizar la interoperabilidad, la seguridad, la privacidad y la gestión de datos, que constituyen componentes críticos del proceso de transformación digital. La creciente integración de la tecnología en la educación ha generado cambios estructurales en la gobernanza educativa, que ha pasado de ser supervisada de forma oficial por el gobierno a incluir una mayor gama de agentes privados, internacionales y no gubernamentales que trabajan en red (Ball, 2012). Para evitar que estos nuevos agentes no gubernamentales hagan un uso indebido de los datos educativos, se deben definir marcos jurídicos y estructuras de gobernanza que orienten la gestión y el uso de los datos de forma responsable.

Para garantizar la supervisión necesaria, hay que establecer protocolos que se ajusten a las normas éticas y protejan la integridad de los datos. Las plataformas educativas recopilan y comparten grandes cantidades de datos de los estudiantes, por lo que se deben crear medidas de seguridad estrictas para proteger la información confidencial. El cumplimiento de las leyes de privacidad de datos y las mejores prácticas garantiza la protección de los registros personales y académicos, al tiempo que se mantiene la confianza de los estudiantes en las iniciativas de educación digital. Además, deben abordarse las consideraciones éticas relativas a la privacidad e imparcialidad de los datos, especialmente en lo que respecta a los sistemas de aprendizaje impulsados por IA. La transparencia y la existencia de mecanismos de protección son fundamentales para evitar sesgos en las recomendaciones de contenido o en las evaluaciones. Las plataformas también deben cumplir la normativa sobre protección de datos, garantizando que la información de los estudiantes esté segura y que solo los usuarios autorizados puedan acceder a ella.

Con el fin de apoyar estos procesos, los ministerios de educación deben invertir en la formación de su personal y en la incorporación de nuevos expertos especializados que participen en la toma de decisiones y que puedan proporcionar orientación estratégica durante los procesos de transformación (Arias Ortiz et al., 2021). Por ejemplo, el Ministerio de Educación chileno creó una iniciativa para formar a los líderes escolares en transformación digital. La iniciativa brinda a los directores y responsables regionales de educación competencias en integración tecnológica, gobernanza digital y planificación estratégica para la implementación de las TIC en las escuelas (Ministerio de Educación de Chile, 2021). En Francia y Finlandia, se crearon iniciativas similares. El Ministerio de Educación Nacional francés estableció programas de desarrollo de liderazgo centrados en la transformación digital dirigidos al personal del ministerio y a directores de centros educativos. Los programas abarcan temas como ciberseguridad, implementación de políticas digitales y gestión de datos educativos (Ministère de l'Éducation Nationale, 2022). Mediante la formación del personal y la colaboración con especialistas, los responsables de política pública pueden garantizar un marco robusto para gestionar la transformación digital de forma efectiva y ética.

Sistemas de Información y Gestión Educativa (SIGED) **para la toma de decisiones basada en datos**

Un componente clave de la capacidad institucional para apoyar y gestionar la transformación digital es la existencia de sistemas de datos que puedan organizar, analizar y distribuir información en todo el sistema educativo.

Los SIGED influyen en todos los aspectos de la educación pública, desde la primera infancia hasta la enseñanza secundaria. El uso de la tecnología para la gestión mejora considerablemente la eficiencia al agilizar los procesos administrativos, mejorar la toma de decisiones y optimizar el uso de los recursos. Al tener acceso a datos en tiempo real, los responsables de política pública pueden elaborar estrategias más efectivas que garanticen la asignación eficiente de recursos humanos, financieros y materiales, lo que promueve al mismo tiempo la equidad (Arias Ortiz et al., 2021b). En el caso de los docentes, los SIGED brindan información oportuna y de alta calidad que apoya la enseñanza y el aprendizaje mediante el seguimiento de la asistencia, el desempeño de los estudiantes y otros indicadores. Esto permite que los docentes sigan de cerca a los estudiantes de riesgo y puedan ofrecerles apoyo personalizado. Además, la automatización de las tareas administrativas ayuda a reducir el tiempo que docentes y directores dedican a ellas, lo que les permite enfocarse más en los estudiantes.

Para que un SIGED sea de alto impacto, debe establecer una base sólida: principalmente a través de identificadores únicos para locales, escuelas, cargos, recursos humanos y estudiantes. Estos identificadores deben estar vinculados a datos asociados, como asistencia, calificaciones, tasas de retención y detalles sociodemográficos de los estudiantes; formación inicial y continua de los docentes; planos detallados, registros de obras y mantenimiento de la infraestructura escolar, entre otros. También resulta vital que los sistemas educativos logren la interoperabilidad entre sus procesos.⁹ En conjunto, estos elementos permiten digitalizar y automatizar funciones que resultan clave para la gestión diaria de los sistemas educativos. Estas funciones incluyen la asignación de estudiantes y docentes a los centros, la protección de las trayectorias educativas, la comunicación con padres y madres y la gestión de servicios complementarios para los estudiantes, como becas, transporte y comidas escolares.

El papel del SIGED es especialmente relevante en el proceso de transformación digital. Al integrar los datos de las aulas en sistemas de gestión educativa más amplios, el SIGED puede detectar brechas en la conectividad, el acceso a los dispositivos o la formación docente que obstaculizan una adopción digital efectiva. Esta alineación garantiza que las decisiones a nivel del sistema apoyen y mejoren directamente las condiciones de las aulas, fomentando así una transformación digital coherente. Por ejemplo, el SIGED puede ayudar a asignar recursos a las escuelas y aulas más necesitadas, garantizar la provisión oportuna de contenidos y dispositivos digitales, y monitorear la implementación y los resultados de las prácticas pedagógicas mejoradas con tecnología. De este modo, el SIGED constituye un puente entre los objetivos de política pública de alto nivel y las realidades de la implementación cotidiana en las aulas, garantizando así que las iniciativas de transformación digital sean tanto focalizadas como de alto impacto.

Para ayudar a los sistemas educativos de la región de ALC a evaluar el nivel de desarrollo de sus SIGED, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha creado una herramienta de diagnóstico que brinda a los sistemas educativos una imagen clara de la madurez de su SIGED en cinco procesos clave de gestión: 1) infraestructura física y equipamiento; 2) instituciones educativas; 3) recursos humanos, presupuesto y finanzas; 4) estudiantes y aprendizaje; y 5) herramientas de gestión estratégica. La herramienta de diagnóstico del BID también evalúa dos condiciones fundamentales para un SIGED robusto: 1) infraestructura tecnológica; y 2) gobernanza y marcos institucionales. Resulta fundamental comprender el punto de partida de un país para diseñar e implementar políticas pertinentes de educación digital, así como para alcanzar los objetivos establecidos.

Garantizar la sostenibilidad financiera de las herramientas digitales

Por último, lograr un uso sostenible y eficaz de las herramientas digitales en un sistema educativo implica asumir un compromiso a largo plazo tanto en materia de recursos financieros como humanos. Los costos asociados al uso de la tecnología se dividen en dos categorías principales: gastos de capital (CAPEX, por sus siglas en inglés) y gastos operativos (OPEX, por sus siglas en inglés). Los CAPEX cubren las inversiones iniciales que se necesitan para establecer el ecosistema digital, incluido el desarrollo de la infraestructura y la formación docente. Los OPEX representan los gastos corrientes que se necesitan para gestionar, mantener y actualizar estos sistemas. Un problema habitual en la planificación de políticas es la tendencia

⁹ Un ecosistema de aprendizaje digital bien integrado debe contar con interoperabilidad para garantizar que diversas plataformas, herramientas de evaluación y repositorios de contenidos puedan comunicarse sin problemas. Esto permite realizar un mejor seguimiento de los datos, garantizar la compatibilidad entre plataformas y brindar una experiencia de aprendizaje más uniforme. La posibilidad de compartir los datos de los estudiantes en todos los sistemas permite a los educadores y administradores tomar decisiones informadas y basadas en datos, lo que mejora los resultados generales en materia de aprendizaje.

a priorizar los gastos de capital y subestimar el compromiso financiero a largo plazo que se necesita para mantener los ecosistemas digitales. Para garantizar la viabilidad financiera, ambas categorías de costos deben evaluarse cuidadosamente en relación con el gasto por estudiante para asegurarse de que sean viables y sostenibles. Por ejemplo, el programa CEIBAL de Uruguay asigna aproximadamente el 5% de su presupuesto de educación básica al mantenimiento de sus iniciativas de transformación digital, lo que oficia de punto de referencia para la sostenibilidad a largo plazo (Arias Ortizet al., 2020b). Los países deben

analizar los costos de forma exhaustiva para definir estrategias de financiación sostenibles que equilibren las necesidades inmediatas de implementación con el mantenimiento y la adaptación a largo plazo.

Para apoyar a los sistemas educativos a identificar y estimar los costos asociados al aprendizaje digital, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial están desarrollando una herramienta pública conocida como Calculadora de Costos del Aprendizaje Digital.

Es esencial contar con una planificación financiera estratégica para crear programas que utilicen la tecnología de forma exitosa para alcanzar los objetivos educativos. Al integrar la planificación financiera en la visión estratégica más amplia, los responsables de política educativa pueden garantizar una asignación de recursos eficiente y minimizar el riesgo de déficits de financiación o prioridades desalineadas. Este enfoque ayuda a prever el alcance total de los costos asociados a la adquisición de dispositivos, el mantenimiento de la infraestructura y la conectividad, al tiempo que permite ampliar el aprendizaje digital sin aumentar las desigualdades educativas. Con una estrategia financiera bien estructurada, se garantiza que las inversiones digitales sean costo-efectivas, escalables y que contribuyan directamente a mejorar los resultados de aprendizaje y la eficiencia general del sistema.

Sin embargo, la planificación financiera de la transformación digital es intrínsecamente compleja. Las cinco condiciones habilitantes clave que posibilitan la transformación digital sistémica —dispositivos digitales, conectividad educativa significativa, recursos y plataformas digitales, competencias digitales y pedagógicas de los docentes, y gobernanza— están profundamente interconectadas, lo que hace que elaborar presupuestos resulte especialmente difícil para los responsables de política pública que no cuentan con conocimientos especializados en tecnologías de la información. Para ayudar a los sistemas educativos a identificar y estimar los costos asociados al aprendizaje digital, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial están desarrollando una herramienta pública conocida como Calculadora de Costos del Aprendizaje Digital. Como parte de un memorando de entendimiento firmado en 2023 entre ambas instituciones, esta herramienta en línea y de libre acceso fue diseñada para empoderar a los tomadores de decisiones para estimar los costos y presupuestar de manera eficaz la transformación digital teniendo en cuenta metas y prioridades pedagógicas específicas. Al incorporar condiciones habilitantes clave —como infraestructura de conectividad, accesibilidad de los dispositivos, formación docente y herramientas de aprendizaje digital—, la calculadora proporcionará un enfoque sistémico para estimar las necesidades de inversión en diferentes contextos educativos.

Como instrumento de planificación estratégica, la Calculadora de Costos del Aprendizaje Digital ofrecerá un apoyo crucial para el diseño y la implementación de programas de transformación digital al brindar una metodología estructurada para evaluar las necesidades y estimar los requerimientos financieros. Estas estimaciones iniciales de los costos permitirán a las autoridades educativas entablar negociaciones

presupuestarias con conocimiento de causa, tanto a nivel local como nacional, facilitando así la toma de decisiones basadas en evidencia. La herramienta también ayudará a los responsables de política pública a organizar los datos, los recursos y los posibles escenarios de intervención, mejorando así la priorización de las inversiones para diferentes regiones o poblaciones. Al automatizar los cálculos presupuestarios, la calculadora mejorará la eficiencia de la asignación de recursos, garantizando que los fondos se distribuyan equitativamente y se ajusten a las prioridades educativas. Este enfoque estructurado no solo fortalece la planificación financiera, sino que también fomenta la colaboración entre los agentes educativos al promover una estrategia de aprendizaje digital coherente e inclusiva.

4.2

Alinear las condiciones habilitantes con los objetivos de desarrollo educativo

El éxito de la transformación digital en la educación depende de que las cinco condiciones habilitantes mencionadas en la sección 4.1 —dispositivos digitales, conectividad educativa significativa, recursos y plataformas digitales, competencias digitales y pedagógicas de los docentes y gobernanza— funcionen conjuntamente. Estas condiciones no pueden funcionar de forma independiente, sino que deben interactuar. Su integración es lo que permite que la tecnología se incorpore de forma significativa a la enseñanza y el aprendizaje.

En toda la región de ALC, estas condiciones habilitantes suelen darse de forma incompleta o estar completamente ausentes. Si bien la pandemia de COVID-19 fue una situación de emergencia, puso de manifiesto estas carencias. El cierre de centros educativos exigió una actuación rápida para mantener la continuidad educativa, pero pocos países reunían las condiciones necesarias (Arias Ortiz et al., 2020b). Como resultado, la adopción de la tecnología resultó, en su mayor parte, ineficaz para el aprendizaje y, en última instancia, exacerbó las desigualdades existentes.

Una infraestructura digital confiable garantiza el acceso consistente a los dispositivos y la conectividad. Sin embargo, si no hay docentes capacitados para utilizar estas herramientas de manera eficaz, el impacto de esa infraestructura digital es limitado. Las competencias digitales y pedagógicas de los docentes son fundamentales, ya que no solo deben operar los equipos, sino también utilizarlos para elaborar estrategias de enseñanza y crear lecciones innovadoras y personalizadas. Como mediadores entre la tecnología y los estudiantes, los docentes garantizan que las herramientas y plataformas digitales se utilicen de forma intencional para mejorar los resultados de aprendizaje. Los recursos y contenidos digitales de calidad potencian la labor de los docentes al brindar a los estudiantes herramientas interactivas y prácticas.

Para garantizar un programa de educación digital equilibrado y eficaz, resulta esencial que las cinco condiciones habilitantes se desarrollen de forma relativamente homogénea. Si un elemento queda rezagado —ya sea la conectividad, la disponibilidad de dispositivos, las competencias de los docentes, los recursos digitales o la gobernanza—, todo el sistema corre el riesgo de desequilibrarse. Si esto ocurre, el impacto general de la tecnología en la educación será limitado. Contar con un enfoque bien coordinado garantiza que las inversiones y las políticas se refuercen mutuamente, lo que genera un entorno de aprendizaje sostenible, inclusivo y transformador, en el que la tecnología contribuya significativamente a la enseñanza y el aprendizaje de todos los estudiantes.

Al considerar la integración de las tecnologías digitales en la educación, los responsables de política pública deben establecer los requisitos necesarios para que se den las condiciones habilitantes. Estos requisitos deben estar alineados con el objetivo de cada programa. Para diseñar estrategias que maximicen el impacto de las iniciativas de transformación digital, resulta fundamental evaluar el nivel de preparación del sistema, garantizando al mismo tiempo que sean prácticas y costo-efectivas.

Por ejemplo, las intervenciones que buscan maximizar el aprendizaje en el aula dependen principalmente de que exista un nivel relativamente alto de dispositivos disponibles. Para utilizar las plataformas de práctica individualizada, los estudiantes necesitan tener acceso consistente a los dispositivos durante el período de práctica. Esto no implica necesariamente que cada estudiante deba tener su propio dispositivo en el centro educativo, los estudiantes pueden compartir dispositivos por turnos a lo largo del día, sin embargo, debe haber suficientes dispositivos para garantizar que todos los estudiantes puedan utilizar uno individualmente, en función de la dosis deseada. Del mismo modo, si las plataformas de aprendizaje no están diseñadas para su uso sin conexión, la intervención implicará tener acceso a una conectividad significativa en todo momento, algo que no siempre se puede garantizar. Además, la conectividad debe ser suficiente como para permitir que los estudiantes accedan a la plataforma simultáneamente y garantizar que las funcionalidades se carguen correctamente. Las necesidades de conectividad varían según la intervención; por ejemplo, la transmisión de un único video para complementar la instrucción de un docente solo necesitaría un dispositivo y conectividad limitada.

Otra condición habilitante para algunas intervenciones de aprendizaje es la disponibilidad y calidad del propio software o plataforma. Además de elegir una plataforma de alta calidad, los responsables de política pública deben reunir pruebas que respalden su eficacia antes de implantarla a gran escala. Por último, si bien determinadas intervenciones permiten a los estudiantes trabajar de forma relativamente independiente —lo que facilita la personalización de la enseñanza y la práctica en comparación con la dependencia de un único docente—, sigue siendo necesario que los docentes sepan utilizar las plataformas. Por ejemplo, los docentes tendrán que saber cómo ayudar a los estudiantes a iniciar sesión y solucionar los problemas que vayan surgiendo. Por ello, las competencias digitales de los docentes suelen ser esenciales para que la implementación resulte exitosa.

Para las intervenciones destinadas a ampliar el acceso, la participación y las oportunidades, una de las condiciones habilitantes más importantes es la existencia de infraestructura a gran escala —ya sea digital o física— que permita el funcionamiento de las plataformas digitales. Resulta fundamental contar con una infraestructura digital pública bien establecida y mantenida que pueda conectar personas, datos y recursos para obtener información basada en datos y tomar decisiones de forma eficiente. Por ejemplo, las intervenciones conductuales que proporcionan información a escala requieren una plataforma que contenga la información de contacto de las partes interesadas (por ejemplo, madres y padres) para distribuir mensajes, como actualizaciones sobre el desempeño de sus hijos o los retornos de la educación. Del mismo modo, los sistemas de alerta temprana dependen de la recopilación centralizada de datos de los estudiantes para así poder desplegar modelos predictivos con eficacia. Para ello, suele ser necesario alojar dicha información en sistemas SIGED, por lo tanto, los países deben disponer de esta infraestructura o invertir en su desarrollo antes de plantearse la aplicación de este tipo de programas.

Para las intervenciones diseñadas con el fin de ampliar el acceso a la educación mediante el aprendizaje a distancia o híbrido desde una escuela central, resulta fundamental contar con electricidad y conectividad significativa. En contraste, estos lugares centralizados no necesitan invertir tanto en dispositivos, aunque sigue siendo un factor que considerar. Del mismo modo, para las intervenciones que incluyen o complementan la enseñanza

presencial, una condición habilitante clave es dotar a los docentes de las herramientas digitales y pedagógicas necesarias para utilizar con eficacia los contenidos que se imparten a distancia. Sin embargo, los responsables de política pública deben asegurarse de que los docentes no sean capacitados ni obligados a adaptar su enseñanza para ajustarla a contenidos remotos bajo un enfoque que priorice la tecnología. Por el contrario, las intervenciones digitales deben diseñarse de forma tal que complementen las prácticas de los docentes. De todas formas, los docentes deben tener las competencias digitales necesarias para configurar y gestionar la tecnología en el aula de forma eficiente, minimizando las interrupciones y garantizando que enriquezca la enseñanza en lugar de restarle valor.



Los responsables de política pública deben evaluar tanto el nivel de preparación de su sistema como los requisitos específicos de cada intervención con el fin de asegurarse de que se cuenta con las condiciones habilitantes necesarias.



Por último, para las intervenciones que buscan mejorar la eficiencia del sistema, es fundamental contar con una doble condición habilitante: recursos y plataformas digitales accesibles y de alta calidad, y la capacidad de los agentes educativos (que no siempre son los docentes) de utilizar estos recursos y plataformas. Por ejemplo, las intervenciones que pretenden generar contenidos en lote (como cuadernos de ejercicios con numerosos problemas de práctica o lecciones de pedagogía estructurada) están limitadas por la propia plataforma que habilita el proceso. La plataforma debe tener las capacidades algorítmicas adecuadas que le permitan ofrecer los resultados esperados con la calidad necesaria. Este entrenamiento algorítmico debe ser llevado a cabo por expertos técnicos y cuidadosamente examinado por las entidades gubernamentales antes de su implementación.

El nivel de competencias digitales que se le exige a los actores involucrados en este tipo de intervenciones suele ser elevado. Para intervenciones como la producción de cuadernos de ejercicios que se utilizarán en todo el sistema, la cantidad de usuarios es reducida —a menudo limitada a unas pocas personas dentro de la autoridad central—, pero su conocimiento de la plataforma y su funcionamiento interno debe ser profundo. Si quienes trabajan en intervenciones de este tipo carecen de las capacidades técnicas necesarias, las tecnologías de transformación digital pueden producir información errónea o engañosa, o no funcionar correctamente y luego caer en desuso.

En definitiva, las condiciones habilitantes deben estar respaldadas por políticas y recursos a nivel del sistema que se adapten específicamente al nivel de preparación que tiene el sistema educativo para adoptar la tecnología. La gobernanza estratégica y el fortalecimiento institucional resultan esenciales para garantizar que estos esfuerzos no solo sean escalables y de impacto, sino también realistas y alcanzables.

Por lo tanto, resulta fundamental identificar las condiciones habilitantes clave para cada tipo de intervención y comprender qué tipo de inversión se necesita antes de poner en marcha una iniciativa de transformación digital para poder optimizar los sistemas educativos. Los responsables de política pública deben evaluar tanto el nivel de preparación de su sistema como los requisitos específicos de cada intervención con el fin de asegurarse de que se cuenta con las condiciones habilitantes necesarias. Al evaluar cuidadosamente estos factores desde el inicio, se incrementa la probabilidad de que la transformación digital resulte exitosa, costo-efectiva y que satisfaga las necesidades de todas las partes involucradas.



4.3

Caminos hacia la transformación digital de la educación

Adoptar un enfoque integral de transformación digital implica tener una clara comprensión de la forma en que los sistemas educativos transitan las diferentes etapas de la digitalización. Esta perspectiva permite que cada sistema evalúe su posición actual, defina sus objetivos a largo plazo y determine cuál es el camino más eficaz para alcanzarlos.

Para apoyar este proceso, la siguiente tabla, presenta un modelo de progresión de la TDE al organizar los indicadores clave en tres etapas: acceso, uso e integración. Cada etapa representa un hito fundamental en la adopción de la tecnología en la educación, desde la provisión inicial de recursos digitales hasta la plena incorporación de la tecnología en la enseñanza, el aprendizaje y la gestión escolar. Esta estructura se basa en las cinco condiciones habilitantes descritas anteriormente: dispositivos digitales, conectividad educativa significativa, recursos y plataformas digitales, competencias digitales y pedagógicas de los docentes y gobernanza. Estos elementos proporcionan un enfoque estructurado que permite evaluar el estado de la digitalización en las escuelas y orientar las acciones estratégicas para el desarrollo.

Como ya se ha dicho, el modelo de progresión de la TDE agrupa los indicadores clave en tres niveles: acceso, uso e integración (ver anexo). A continuación, se describe cada nivel en detalle:

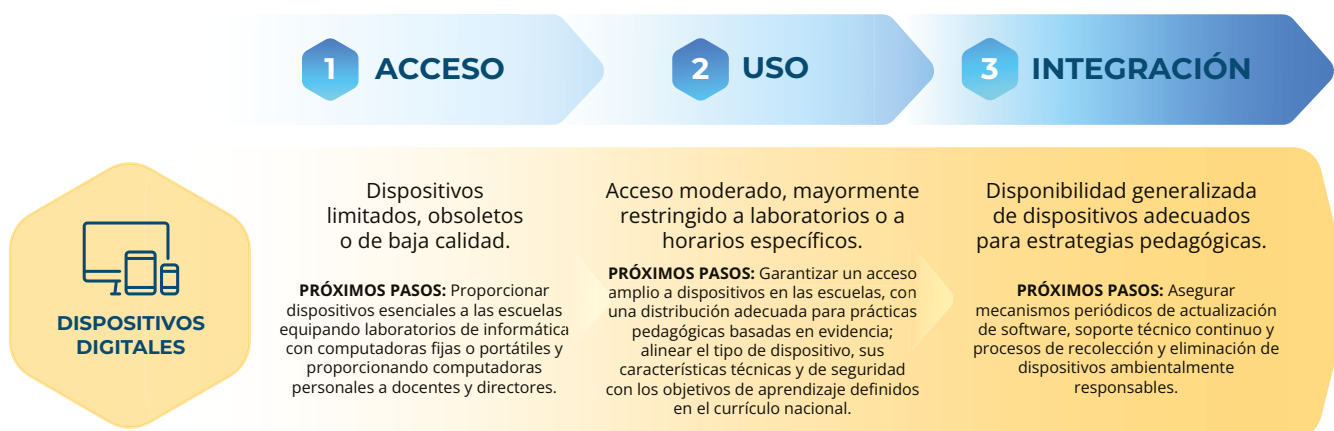
- 1 **ACCESO:** Esta etapa se centra en garantizar la disponibilidad de infraestructuras digitales en un sistema educativo. Entre las acciones clave figuran la distribución de dispositivos, garantizar una conectividad educativa significativa y la formación de los docentes en competencias digitales. Los principales desafíos en esta fase consisten en cerrar las brechas en materia de infraestructura y garantizar un acceso equitativo a la tecnología. Entre los principales objetivos figuran ampliar la distribución de dispositivos, mejorar la conectividad a internet y establecer programas estructurados de desarrollo profesional para los educadores.
- 2 **USO:** En esta fase, el énfasis se desplaza a la forma en que las herramientas digitales pueden incorporarse en la enseñanza y el aprendizaje. Las acciones clave incluyen medir la frecuencia y efectividad de la tecnología utilizada por estudiantes, docentes y líderes escolares, así como la implementación de sistemas de gestión digital para la toma de decisiones basada en datos. Entre los objetivos clave figura garantizar que la tecnología disponible se implemente de forma significativa en las prácticas educativas cotidianas.

3 INTEGRACIÓN: Esta última etapa supone la plena integración de la tecnología digital en la educación. Entre las acciones clave figuran la adopción generalizada de herramientas digitales en la enseñanza, la interoperabilidad de los sistemas de gestión del aprendizaje y el uso de datos educativos para la mejora continua. La sostenibilidad es un aspecto central, que exige realizar una planificación a largo plazo, aplicar actualizaciones tecnológicas y contar con mecanismos eficientes de gobernanza digital.

Para garantizar que el impacto sea sostenido y escalable, resulta esencial establecer indicadores estandarizados para medir los avances y los resultados. Métricas como el acceso de los estudiantes a los dispositivos digitales, su nivel de interacción con las plataformas digitales, la formación de los docentes en pedagogía mediada por tecnología y el uso de herramientas digitales en la administración escolar brindan información valiosa sobre la eficacia de las intervenciones digitales (Trucano, 2016; UNESCO, 2023). Los marcos de evaluación estandarizados ayudan a los responsables de la toma de decisiones a realizar un seguimiento de los avances, identificar los desafíos y ajustar las políticas y las inversiones según los datos (OCDE, 2021). Sin una medición consistente, los esfuerzos en materia de transformación digital corren el riesgo de ser ineficientes, fragmentados o financieramente insostenibles, limitando su sostenibilidad a largo plazo (Banco Mundial, 2020).

El camino de progresión esbozado en la tabla 3 ofrece una guía estructurada pero flexible para apoyar este proceso. Como tal, los responsables de política pública que buscan diseñar estrategias basadas en evidencia para la educación digital pueden utilizarlo como una herramienta práctica. Al articular etapas claras y objetivos medibles, este modelo permite a los responsables de toma de decisiones identificar áreas prioritarias de intervención y les brinda un conjunto integral de indicadores para monitorear los avances en dimensiones clave alineadas con sus objetivos de política pública basados en evidencia. Además, garantiza que la transformación digital de la educación evolucione de forma sistemática y coherente, adaptándose a las necesidades y capacidades específicas de cada sistema educativo.

Tabla 3. Caminos hacia la transformación digital de la educación



1 ACCESO

2 USO

3 INTEGRACIÓN



CONECTIVIDAD EDUCATIVA SIGNIFICATIVA

Pocas escuelas tienen acceso a internet; suele ser de baja calidad y con restricciones.

PRÓXIMOS PASOS: Asegurar que todas las escuelas ubicadas en zonas con cobertura tengan acceso a servicios de internet que estén disponibles tanto para estudiantes como para docentes.

Todas las escuelas en zonas cubiertas tienen internet, al igual que algunas ubicadas en zonas remotas.

PRÓXIMOS PASOS: Asegurar que todas las escuelas cuenten con servicio de internet distribuido en todas las aulas, con monitoreo del servicio y soporte técnico disponible.

Todas o la mayoría de las escuelas tienen acceso a internet; algunas cuentan con conectividad educativa significativa.

PRÓXIMOS PASOS: Asegurar que todas las escuelas tengan conectividad significativa para el uso educativo en todas las aulas.



COMPETENCIAS DIGITALES Y PEDAGÓGICAS DE LOS DOCENTES

No existen estándares para el uso de tecnología; los docentes no alcanzan los niveles mínimos de competencia digital.

PRÓXIMOS PASOS: Desarrollar un marco de competencias para docentes en el uso de tecnología en el aula; incluir programas de formación y cursos en áreas clave de TDE como parte del desarrollo profesional, convirtiéndolos en requisito o factor clave para el ascenso y promoción docente.

La mayoría de los docentes ha recibido formación en al menos un área de TDE, logrando niveles adecuados de integración pedagógica.

PRÓXIMOS PASOS: Asegurar que la mayoría de los docentes reciba formación en múltiples áreas de TDE; asegurar que los programas de formación inicial docente incluyan integración pedagógica de la tecnología basada en evidencia.

Muchos docentes logran adaptación o niveles superiores de competencia.

PRÓXIMOS PASOS: Asegurar que todos los docentes tengan las competencias necesarias para integrar herramientas tecnológicas en las experiencias de aprendizaje de sus estudiantes, promover y enseñar un uso ético y responsable de la tecnología; los docentes deben usar la tecnología para evaluar y analizar el desempeño de los estudiantes.



RECURSOS, PLATAFORMAS Y CONTENIDOS DIGITALES

Acceso mínimo a plataformas; herramientas básicas con funcionalidad limitada.

PRÓXIMOS PASOS: Establecer un repositorio de plataformas educativas simples y de alta calidad, así como contenido pedagógico relevante para el currículo y contexto del sistema educativo; garantizar el acceso libre a estos recursos por parte de escuelas y comunidades educativas.

Uso extendido de plataformas simples y recursos digitales; sin repositorio centralizado de herramientas de complejidad media.

PRÓXIMOS PASOS: Implementar un sistema de gestión del aprendizaje (LMS) con contenido y herramientas de complejidad media, opciones de personalización, y capacidad para generar datos que permitan el análisis del aprendizaje y el seguimiento del progreso.

Varias escuelas utilizan recursos validados y contextualizados integrados en el sistema LMS.

PRÓXIMOS PASOS: Asegurar que la mayoría de las escuelas utilice el LMS proporcionado; el LMS debe incorporar contenido y plataformas de media-alta complejidad (como herramientas de evaluación, inteligencia artificial y experiencias inmersivas).



GOBERNANZA

No existe un plan estratégico para la TDE; sistemas de información débiles o inexistentes.

PRÓXIMOS PASOS: Establecer una unidad o equipo dedicado a diseñar e implementar estrategias de TDE; crear o fortalecer sistemas de información relevantes, efectivos y de calidad; elaborar un plan de corto, mediano y largo plazo para la implementación de la TDE.

Sistemas de información desconectados; no hay hoja de ruta oficial para la TDE; el currículo no contempla habilidades digitales.

PRÓXIMOS PASOS: Iniciar la digitalización de los procesos clave de gestión educativa*; desarrollar currículos que incluyan habilidades digitales; establecer procesos para el monitoreo periódico e indicadores clave del sistema educativo.

Sistemas eficientes y de alta calidad; procesos educativos clave digitalizados; el currículo incluye habilidades digitales.

PRÓXIMOS PASOS: Lograr la interoperabilidad de los sistemas de información para los procesos de gestión educativa, habilitar transacciones administrativas educativas digitales (como matrícula, solicitudes de licencia médica y permisos); establecer un tablero de control digital para monitorear y analizar indicadores clave del sistema educativo.

* Ver: <https://publications.iadb.org/es/los-sistemas-de-informacion-y-gestion-educativa-siged-de-america-latina-y-el-caribe-la-ruta-hacia>

5. Conclusión



A medida que los sistemas educativos transitan el rápido avance de las tecnologías digitales y la IA, resulta esencial trascender el entusiasmo y adoptar un enfoque estratégico y basado en evidencia para su integración. Si bien la tecnología presenta un gran potencial para mejorar el aprendizaje, agilizar la gestión de la educación y ampliar el acceso, su impacto depende de cómo se implemente y del cumplimiento de las condiciones habilitantes clave. Los aprendizajes que dejan iniciativas anteriores ponen de relieve la importancia de garantizar la equidad, proporcionar un apoyo adecuado a los docentes y fomentar una gobernanza sólida. Con el creciente papel que cumple la IA en la educación, el diseño reflexivo de políticas y la evaluación continua son cruciales para maximizar los beneficios al tiempo que se mitigan los riesgos.

Las tres conclusiones principales del presente análisis ofrecen principios rectores para que los responsables de política pública y los actores educativos configuren iniciativas de transformación digital que sean eficaces, inclusivas y sostenibles.

En primer lugar, la implementación requiere un enfoque equilibrado y sistémico.

Las cinco condiciones habilitantes—dispositivos digitales, conectividad educativa significativa, competencias docentes, recursos digitales y gobernanza— deben desarrollarse en paralelo con el fin de crear un ecosistema de aprendizaje digital coherente y eficaz. Un enfoque fragmentado podría limitar el impacto de los esfuerzos de transformación digital.

- > El acceso equitativo debe ser una prioridad para evitar que aumenten las disparidades educativas, garantizando así que todos los estudiantes, independientemente de su origen socioeconómico, tengan acceso fiable a una conectividad significativa, dispositivos digitales y recursos de aprendizaje de alta calidad. En la esencia del aprendizaje digital, las plataformas y los recursos deben estar alineados con el plan de estudios, ser inclusivos y adaptables. La IA debe utilizarse de forma estratégica para personalizar el aprendizaje, proporcionar retroalimentación en tiempo real y mejorar la accesibilidad para las necesidades diversas de los estudiantes.
- > Además de la infraestructura y los contenidos, se necesita el apoyo de docentes y líderes educativos para lograr la integración significativa de la tecnología. Los educadores y los responsables de política pública necesitan formación continua y recursos para incorporar de forma efectiva las herramientas digitales en la enseñanza y en la toma de decisiones. Además, resulta fundamental contar con una gobernanza sólida y financiación sostenible para que las iniciativas resulten exitosas a largo plazo. Los gobiernos, el sector privado, la academia y la sociedad civil deben colaborar con el objetivo de establecer funciones claras, marcos de responsabilidad y estrategias financieras que trasciendan las inversiones iniciales, garantizando el mantenimiento continuo, la formación docente y la actualización de los sistemas para asegurar la escalabilidad y continuidad de las iniciativas de educación digital.

En segundo lugar, garantizar un uso adecuado y estratégico de la IA en la educación.

La IA debe utilizarse para complementar y potenciar los métodos de enseñanza tradicionales. Puede ayudar a personalizar el aprendizaje, automatizar tareas administrativas y mejorar la toma de decisiones, pero no debe sustituir las interacciones humanas esenciales. Además, el uso de la IA debe alinearse con los objetivos pedagógicos y adaptarse a las necesidades de estudiantes y docentes.

- > A pesar de su potencial, los beneficios de la IA para estudiantes y docentes, así como su impacto a largo plazo en la educación, no se han estudiado lo suficiente. Esto pone de relieve la necesidad

de evaluar e investigar esta tecnología con rigurosidad. Los responsables de política pública deben invertir en programas piloto, evaluaciones basadas en datos y estudios de impacto a largo plazo para garantizar que las soluciones de IA generen mejoras medibles en los resultados de aprendizaje. Además, se deben priorizar las consideraciones éticas y la privacidad de los datos, ya que la IA suscita preocupaciones sobre la seguridad de los datos de los estudiantes, el sesgo algorítmico y la transparencia. Resulta esencial establecer marcos jurídicos y de gobernanza claros para proteger a los estudiantes y, al mismo tiempo, fomentar la adopción responsable de la IA en la educación.

Por último, desarrollar habilidades tanto para el aprendizaje como para el futuro.

Las herramientas digitales y la IA no solo deben apoyar el aprendizaje tradicional, sino también ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades esenciales para el siglo XXI que los preparen para un mercado laboral que se encuentra en constante evolución. Estas competencias incluyen el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la alfabetización digital y la adaptabilidad.

- Se prevé que la importancia de las competencias tecnológicas aumente más rápidamente que la de cualquier otro tipo de competencias de aquí a 2030, y entre ellas, la IA y los macrodatos (*big data*) encabezan la lista como las habilidades de mayor crecimiento, seguidas de cerca por las redes y la ciberseguridad, y la alfabetización tecnológica (Foro Económico Mundial, 2025). Esta tendencia subraya la importancia crítica del dominio de la IA para quienes forman parte del mercado laboral moderno.

A medida que la IA y las herramientas digitales se integran cada vez más en la educación y el mercado laboral, resulta esencial garantizar que los estudiantes desarrollen las habilidades necesarias para utilizar e interactuar con la IA de manera eficaz. Los estudiantes no solo deben aprender a utilizar herramientas de IA, sino también a comprender sus limitaciones, evaluar la fiabilidad de los contenidos generados por IA y aplicar el razonamiento ético en las interacciones digitales. El desarrollo de estas competencias empoderará a los estudiantes para que puedan utilizar la IA de forma responsable, sean competitivos en el mercado laboral y contribuyan activamente a una sociedad en rápida evolución. De esta forma, los estudiantes no serán meros consumidores pasivos de tecnología, sino que se transformarán en participantes informados y competentes de la era digital. Lograr que la tecnología y la IA se integren de forma exitosa en los sistemas educativos de América Latina y el Caribe constituye un primer paso en esa dirección.

Referencias

Adelman, M., Haimovich, F., Ham, A., & Vazquez, E. (2018). Predicting school dropout with administrative data: new evidence from Guatemala and Honduras. *Education Economics*, 26(4), 356-372.

Aguilera, A., Elacqua, G., Lavin, J., Margitic, J. F., & Neilson, C. (2023). *Quantifying the benefits of digitalizing and centralizing teacher applications and assignment*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0005360>

Ajzenman, N., Elacqua, G., Jaimovich, A., & Pérez-Nuñez, G. (2023). *Humans versus chatbots: Scaling-up behavioral interventions to reduce teacher shortages*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0005059>

Angrist, J., & Lavy, V. (2002). New evidence on classroom computers and pupil learning. *The Economic Journal*, 112(482), 735–765.

Angrist, N., Cullen, C., Ainomugisha, M., Bathena, S. P., Bergman, P., Crossley, C., Letsomo, T., Matsheng, M., Panti, R. M., Sabarwal, S., & Sullivan, T. (2023a). Learning curve: progress in the replication crisis. *AEA Papers and Proceedings*, 113, 482–488.
<https://doi.org/10.1257/pandp.20231009>

Angrist, N., Aurino, E., Patrinos, H. A., Psacharopoulos, G., Vegas, E., Nordjo, R., & Wong, B. (2023b). Improving learning in low- and lower-middle-income countries. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 14(S1), 55–80. doi:10.1017/bca.2023.26

Angwin, J., Larson, J., Mattu, S., Kirchner, L., (2016, May 16). *Machine bias. There's software used across the country to predict future criminals. And it's biased against blacks*. ProPublica.
<https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>

Araya, R., Arias Ortiz, E., Bottan, N. L., & Cristia, J. P. (2025). Integrating learning platforms within regular school time: Experimental evidence from Chilean primary schools. *Economics of Education Review*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2025.102647>

Aránguiz Villagrán, M. (2022). *Algorithmic audit for decision-making or decision support systems*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004154>

Arias Ortiz, E., Bos, M. S., Giambruno, C., & Zoido, P. (2023). *América Latina y el Caribe en PISA 2022: ¿Cómo le fue a la región?* [Latin America and the Caribbean in PISA 2022: How did the region perform?]. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0005318>

Arias Ortiz, E., Bos, M. S., Chen Peraza, J., Giambruno, C., Levin, V., Oubiña, V., Pineda, J. A., & Zoido, P. (2024b). *Learning can't wait: Lessons for Latin America and the Caribbean from PISA 2022*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0005671>

Arias Ortiz, E., Dueñas, X., Giambruno, C., & López, Á. (2024a). *El estado de la educación en América Latina y el Caribe 2024: La medición de los aprendizajes* [The state of education in Latin America and the Caribbean 2024: Learning assessments]. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0013171>

Arias Ortiz, E., Eusebio, J., Pérez Alfaro, M., Vásquez, M., & Zoido, P. (2021b). *Los Sistemas de Información y Gestión Educativa (SIGED) de América Latina y el Caribe: la ruta hacia la transformación digital de la gestión educativa* [Education Management and Information Systems (SIGEDs) in Latin America and the Caribbean: the road to the digital transformation of education management]. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003345>

Arias Ortiz, E., Giambruno, C., González Alarcón, N., Pérez Alfaro, M., Pombo, C., & Sánchez Ávalos, R. (2021a). *Camino hacia la inclusión educativa: 4 pasos para la construcción de sistemas de protección de trayectorias: Paso 2: ¿Cómo diseñar sistemas de alerta temprana?: Desde sistemas basados en conocimiento experto e indicadores hasta inteligencia artificial* [The road to educational inclusion: Four steps to develop systems to protect educational pathways: Step two: From systems based on expert knowledge and indicators to artificial intelligence]. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003707>

Arias Ortiz, E., Rieble-Aubourg, S., Álvarez Marinelli, H., Rivera, M. C., Viteri, A., López, Á., Pérez Alfaro, M., Vásquez, M., Bergamaschi, A., Noli, A., Ortiz Guerrero, M., & Scannone, R. (2020a). *La educación en tiempos del coronavirus: Los sistemas educativos de América Latina y el Caribe ante COVID-19* [Education in the time of coronavirus: Latin America and the Caribbean's education systems in the face of COVID-19]. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0002337>

Arias Ortiz, E., Brechner, M., Pérez Alfaro, M., & Vásquez, M. (2020b). *De la educación a distancia a la híbrida: 4 elementos clave para hacerla realidad (Serie: Hablemos de Política Educativa)* [Four key elements to make hybrid education a reality (Series: Education Policy Brief)]. Inter-American Development Bank. <http://dx.doi.org/10.18235/0002756>

Arteaga, F., Elacqua, G., Krussig, T., Méndez, C., & Neilson, C. (2022). *Can information on school attributes and placement probabilities direct search and choice? Evidence from choice platforms in Ecuador and Peru*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004672>

Bai, Y., Mo, D., Zhang, L., Boswell, M., & Rozelle, S. (2016). The impact of integrating ICT with teaching: Evidence from a randomized controlled trial in rural schools in China. *Computers & Education*, 96, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.005>

Ball, S. J., & Junemann, C. (2012). *Networks, new governance and education*. Policy Press.

Bando, R., Gallego, F., Gertler, P., Romero Fonseca, D. (2017). Books or laptops? The effect of shifting from printed to digital delivery of educational content on learning. *Economics of Education Review*, 61, 162-173. 10.1016/j.econedurev.2017.07.005

Banerjee, A. V., Cole, S., Duflo, E., & Linden, L. (2007). Remedying education: Evidence from two randomized experiments in India. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1235–1264. <https://doi.org/10.1162/qjec.122.3.1235>

Banerjee, A., Andrabi, T., Banerji, R., Dynarski, S., Glennester, R., Grantham-Mcgregor, S., Muralidharan, K., Piper, B., Saavedra Chanduvi, J., Yoshikawa, H., Ruto, S., Schmelkes, S. (2023). *Cost-effective approaches to improve global learning : What does recent evidence tell us are smart buys for improving learning in low- and middle-income countries?* World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099420106132331608/IDU1977f73d7122b1147771980c1c5a14598eef8>

Barrera-Osorio, F., & Linden, L. (2009). *The use and misuse of computers in education: Evidence from a randomized experiment in Colombia*. (World Bank Policy Research Working Paper, No. 4836). World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/346301468022433230/The-use-and-misuse-of-computers-in-education-evidence-from-a-randomized-experiment-in-Colombia>

Barrera-Osorio, F., Gonzalez, K., Lagos, F., & Deming, D. J. (2020). Providing performance information in education: An experimental evaluation in Colombia. *Journal of Public Economics*, 186, <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104185>

Beg, S., Halim, W., Lucas, A. M., & Saif, U. (2022). Engaging teachers with technology increased achievement, bypassing teachers did not. *American Economic Journal: Economic Policy*, 14(2), 61–90. <https://doi.org/10.1257/pol.20200713>

Bergman, P. (2021). Parent-child information frictions and human capital investment: Evidence from a field experiment. *Journal of Political Economy*, 129(1), 286–322. <https://doi.org/10.1086/711410>

Berkhout, E., Pradhan, M., Rahmawati, Suryadarma, D., & Swarnata, A. (2024). Using technology to prevent fraud in high stakes national school examinations: Evidence from Indonesia. *Journal of Development Economics*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2024.103307>

Berlinski, S., & Busso, M. (2017). Challenges in educational reform: An experiment on active learning in mathematics. *Economics Letters*, 156, 172–175. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.05.007>

Berlinski, S., Busso, M., Dinkelman, T., & Martínez A., C. (2022). Reducing parent-school information gaps and improving education outcomes: Evidence from high-frequency text messages. *Journal of Human Resources*, 60(2), 1121–11992R2. <https://doi.org/10.3368/jhr.1121-11992R2>

Bettinger, E., Fairlie, R., Kapuza, A., Kardanova, E., Loyalka, P., & Zakharov, A. (2023). Diminishing marginal returns to computer assisted learning. *Journal of Policy Analysis and Management*, 42(2), 552–570. <https://doi.org/10.1002/pam.22442>

Beuermann, D. W., Cristia, J., Cueto, S., Malamud, O., & Cruz-Aguayo, Y. (2015). One laptop per child at home: Short-term impacts from a randomized experiment in Peru. *American Economic Journal: Applied Economics*, 7(2), 53–80. <https://doi.org/10.1257/app.20130267>

Bianchi, N., Lu, Y., & Song, H. (2022). The effect of computer-assisted learning on students' long-term development. *Journal of Development Economics*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2022.102919>

Blimpo, M. P., Gajigo, O., Owusu, S., Tomita, R., & Xu, Y. (2020). *Technology in the classroom and learning in secondary schools*. (World Bank Policy Research Working Paper, No. 9288). World Bank Group. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/4e22c708-0b89-5e93-bc05-c362e92d026e>

Böhmer, B., Burns, J., & Crowley, L. (2014). *Testing numeric: Evidence from a randomized controlled trial of a computer-based mathematics intervention in Cape Town high schools*. [Master's thesis, University of Cape Town]. https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/AEC_2014_-_Testing_Numeric_Evidence_from_a_randomized_controlled_-_bianca_bohmer_-_11_2014.pdf

Borger, M., Elacqua, G., Jacas, I., Neilson, C., & Olsen, A. S. W. (2024). Report cards: Parental preferences, information and school choice in Haiti. *Economics of Education Review*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2024.102560>

Borzekowski, D. L. G. (2018). A quasi-experiment examining the impact of educational cartoons on Tanzanian children. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 54, 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2017.11.007>

Borzekowski, D. L. G., & Henry, H. K. (2011). The impact of Jalan Sesama on the educational and healthy development of Indonesian preschool children: An experimental study. *International Journal of Behavioral Development*, 35(2), 169–179. <https://doi.org/10.1177/0165025410380983>

Borzekowski, D. L. G., Lando, A. L., Olsen, S. H., & Giffen, L. (2019a). The impact of an educational media intervention to support children's early learning in Rwanda. *International Journal of Early Childhood*, 51(1), 109–126. <https://doi.org/10.1007/s13158-019-00237-4>

Borzekowski, D. L. G., Singpurwalla, D., Mehrotra, D., & Howard, D. (2019b). The impact of Galli Galli Sim Sim on Indian preschoolers. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2019.101054>

Borghesan, E., & Vasey, G. (2024). The marginal returns to distance education: evidence from Mexico's telesecundarias. *American Economic Journal: Applied Economics*, 16(1), 253–285.

Bruns, B., Luque, J. (2015). *Great teachers: How to raise student learning in Latin America and the Caribbean*. World Bank Group. doi:10.1596/978-1-4648-0151-8.

Cáceres, C., Muñoz, C., Valenzuela, J. (2021). Responsabilidad personal docente y motivación escolar [Teachers' personal responsibility and motivation]. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(1), 175-188. <https://doi.org/10.6018/reifop.402761>

Carrillo, P. E., Onofa, M., & Ponce, J. (2010). *Information technology and student achievement: Evidence from a randomized experiment in Ecuador*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0011199>

Ceibal. (2024). *Memoria de gestión: Resultados y aprendizajes de Ceibal 2020-2024* [Management report: Results and learning from Ceibal 2020-2024]. Ceibal. https://documentos.ceibal.edu.uy/portal/2024/12/Ceibal_Memoria_Gestion_2020_2024.pdf

Chetty, R., Friedman, J. N., & Rockoff, J. E. (2014). Measuring the impacts of teachers I: Evaluating bias in teacher value-added estimates. *American Economic Review*, 104(9), 2593–2632. <https://doi.org/10.1257/aer.104.9.2593>

Choi, J. H., Garrod, O., Atherton, P., Joyce-Gibbons, A., Mason-Sesay, M., & Björkegren, D. (2023). Are LLMs useful in the poorest schools? The teacher. AI in Sierra Leone. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.02982>

Cilliers, J., Fleisch, B., Kotze, J., Mohohlwane, N., Taylor, S., & Thulare, T. (2022). Can virtual replace in-person coaching? Experimental evidence on teacher professional development and student learning. *Journal of Development Economics*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2021.102815>

CIMA. (2024). Information Center for Learning Improvement. Attendance rate by age group, 2023; [data file]. Inter-American Development Bank. <https://cima.iadb.org/en/regional-overview/coverage/attendance-by-age>

Cossi Fernandes, J; Perez-Alfaro, M; Giamb Bruno, C; Hernández Cardozo, C; Bourroul, M, (Editors). Inter American Development Bank (2024). EDUCATION IN THE AMAZON REGION

Crawford, L., Hares, S., Minardi, A., & Sandefur, J. (2021). *Understanding education policy preferences: Survey experiments with policymakers in 35 developing countries*. (CGD Working Paper 596). Center for Global Development. <https://www.cgdev.org/publication/understanding-education-policy-preferences-surveyexperiments-policymakers-35-developing>

Cristia, J., Ibararán, P., Cueto, S., Santiago, A., & Severín, E. (2017). Technology and child development: evidence from the One Laptop per Child program. *American Economic Journal: Applied Economics*, 9(3), 295–320. <https://doi.org/10.1257/app.20150385>

Cueto, S., Beuermann, D., Cristia, J. P., Malamud, O., & Pardo, F. (2024). *Laptops in the long-run: Evidence from the One Laptop per Child Program in rural Peru*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0013192>

Dastin, J., (2018, October 10). *Insight - Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women*. Reuters. <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight/amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK08G/>

De Barros, A., & Ganimian, A. J. (2024). Which students benefit from computer-based individualized instruction? Experimental evidence from public schools in India. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 17(2), 318–343. <https://doi.org/10.1080/19345747.2023.2191604>

De Barros, A., Ganimian, A. J., & Venkatachalam, A. (2022). Which students benefit from independent practice? Experimental evidence from a math software in private schools in India. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 15(2), 279–301. <https://doi.org/10.1080/19345747.2021.2005203>

De Melo, G., Machado, A., & Miranda, A. (2014). *The impact of a One Laptop per Child program on learning: Evidence from Uruguay* (Discussion Paper No. 8489). The Institute for the Study of Labor.

Dellagnelo, L. (2023). The role of supporting organisations in implementing digital education policies. In *OECD Digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>

Díaz, C., Dodel, M., & Menese, P. (2022). Can one laptop per child reduce digital inequalities? ICT household access patterns under Plan Ceibal. *Telecommunications Policy*, 46(9), 102406. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102406>

Dizon-Ross, R. (2019). Parents' beliefs about their children's academic ability: Implications for educational investments. *American Economic Review*, 109(8), 2728–2765. <https://doi.org/10.1257/aer.20171172>

Drees-Gross, F., Zhang, P., (2021, August 12) *Poor digital access is holding Latin America and the Caribbean back. Here's how to change it*. World Bank Blogs: Latin America and Caribbean. <https://blogs.worldbank.org/en/latinamerica/poor-digital-access-holding-latin-america-and-caribbean-back-heres-how-change-it>

Duflo, E., Dupas, P., & Kremer, M. (2011). Peer effects, teacher incentives, and the impact of tracking: Evidence from a randomized evaluation in Kenya. *American Economic Review*, 101(5), 1739–1774. <https://doi.org/10.1257/aer.101.5.1739>

Duflo, E., Hanna, R., & Ryan, S. P. (2012). Incentives work: Getting teachers to come to school. *American Economic Review*, 102(4), 1241–1278. <https://doi.org/10.1257/aer.102.4.1241>

Durlak, J. A., & DuPre, E. P. (2008). Implementation matters: A review of research on the influence of implementation on program outcomes and the factors affecting implementation. *American Journal of Community Psychology*, 41, 327–350.

Dustan, A., Hernandez-Agramonte, J. M., & Maldonado, S. (2023). Motivating bureaucrats with behavioral insights when state capacity is weak: Evidence from large-scale field experiments in Peru. *Journal of Development Economics*, 160, 102995.

<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2022.102995>

Elacqua, G., Gómez, L., Krussig, T., Marotta, L., Méndez, C., & Neilson, C. (2022). *The potential of smart matching platforms in teacher assignment: The case of Ecuador*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004527>

Estrada, R., & Lombardi, M. (2023). Skills and selection into teaching: Evidence from Latin America. *Economía*, 22(1), 218–239. <https://doi.org/10.31389/eco.412>

European Commission. (2019). *Digital education at school in Europe*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2797/763>

Fabregas, R. & Navarro-Sola, L. (2024). *Broadcasting education at scale: Long-term labor market impacts of television-based schools*. Unpublished manuscript.

https://laianaso.github.io/laianavarrosola.com/RF_LNS_TVSchools.pdf

Ferman, B., Finamor, L., & Lima, L., (2019), *Are public schools ready to integrate math classes with Khan Academy?* (Munich Personal RePEc Archive Paper). University Library of Munich, Germany, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:pra:mprapa:94736>.

Ferman, B., Lima, L., & Riva, F. (2021). Artificial intelligence, teacher tasks and individualized pedagogy. *SocArXiv qw249*, Center for Open Science. <https://doi.org/10.31235/osf.io/qw249>

Gaduh, A., Pradhan, M., Priebe, J., & Susanti, D. (2022). *Does performance pay enhance social accountability? Evidence from remote schools in Indonesia* (NBER Working Paper No. 30758). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w30758>

Ganimian, A., Djaker, S. (2023). How can developing countries address heterogeneity in students' preparation for school? A review of the challenge and potential solutions. Working paper. Unpublished manuscript.

Gess-Newsome, J., Taylor, J., Carlson, J., Gardner, A., Wilson, C., & Stuhlsatz, M. (2019). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. *International Journal of Science Education*, 41, 944 - 963. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1265158>.

Gottlieb, C., Giambruno, C., Arias Ortiz, E., Della Nina Gambi, G., Cuartero Montilla, J., Pérez Alfaro, M., Castro Vergara, N., & Forero Pabón, T. (2024). *Herramienta de integración de tecnologías digitales en los sistemas educativos: Marco conceptual para América Latina y el Caribe* [Tool for integrating digital technologies into educational systems: A conceptual framework for Latin America and the Caribbean]. Inter-American Development Bank.

<http://dx.doi.org/10.18235/0012913>

Grupo Interinstitucional de Conectividade na Educação (2022). *Qual a velocidade de internet ideal para minha escola?* (Technical note). <https://medicoes.nic.br/media/nota-tecnica-velocidade-escola.pdf>

Gray-Lobe, G., Keats, A., Kremer, M., Mbiti, I., & Ozier, O. (2022) *Can education be standardized? Evidence from Kenya* (Becker Friedman Institute for Economics Working Paper 2022-68). Becker Friedman Institute for Economics at the University of Chicago. <https://bfi.uchicago.edu/working-paper/2022-68/>

He, F., Linden, L., & MacLeod, M. (2008). *How to teach English in India: Testing the relative productivity of instruction methods within the abstract: Pratham English Language Education Program* (working paper). <https://pdfs.semanticscholar.org/54de/5782f2c61a6fe8cb261c1e5e05904694d6b1.pdf>

Henkel, O., Horne-Robinson, H., Kozhakhmetova, N., & Lee, A. (2024). *Effective and scalable math support: Evidence on the impact of an AI-tutor on math achievement in Ghana* (working paper). <https://arxiv.org/abs/2402.09809>

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign

Johnston, J., & Ksoll, C. (2022). Effectiveness of interactive satellite-transmitted instruction: Experimental evidence from Ghanaian primary schools. *Economics of Education Review*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2022.102315>

Kaplan, G., Reyes, A. (2022). *Ceibal en inglés: Contra viento y marea* (edición pandémica) [Ceiba in English: Against all odds (pandemic edition)]. https://ceibal.edu.uy/wp-content/uploads/2023/12/CEI_CEIBAL-EN-INGLES-CONTRA-VIENTO-Y-MAREA-EDICION-PANDEMICA-.pdf

Kennisnet. (2013). *Four in balance monitor 2013: ICT in Dutch primary, secondary, and vocational education* (pp. 1–72).

Kennisnet. (2015). *Four in balance monitor 2015: Use and benefits of ICT in education*. Retrieved from https://www.kennisnet.nl/app/uploads/kennisnet/corporate/algemeen/Four_in_balance_monitor_2015.pdf

Kotze, J., Fleisch, B., & Taylor, S. (2019). Alternative forms of early grade instructional coaching: Emerging evidence from field experiments in South Africa. *International Journal of Educational Development*, 66, 203–213. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2018.09.004>

Kozma, R.B., & Surya Vota, W. (2014). ICT in developing countries: policies, implementation, and impact. J.M. Spector et al. (eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer. DOI 10.1007/978-1-4614-3185-5_72

Kraft, Matthew A., Schueler, Beth E., & Falken, Grace. (2024). *What impacts should we expect from tutoring at scale? Exploring meta-analytic generalizability* (EdWorkingPaper: 24 -1031). Annenberg Institute at Brown University. <https://doi.org/10.26300/ZYGJ-M525>

Lai, F., Luo, R., Zhang, L., Huang, X., & Rozelle, S. (2015). Does computer-assisted learning improve learning outcomes? Evidence from a randomized experiment in migrant schools in Beijing. *Economics of Education Review*, 47, 34–48.
<https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2015.03.005>

Lai, F., Zhang, L., Bai, Y., Liu, C., Shi, Y., Chang, F., & Rozelle, S. (2016). More is not always better: Evidence from a randomised experiment of computer-assisted learning in rural minority schools in Qinghai. *Journal of Development Effectiveness*, 8(4), 449–472.
<https://doi.org/10.1080/19439342.2016.1220412>

Lai, F., Zhang, L., Hu, X., Qu, Q., Shi, Y., Qiao, Y., Boswell, M., & Rozelle, S. (2013). Computer assisted learning as extracurricular tutor? Evidence from a randomised experiment in rural boarding schools in Shaanxi. *Journal of Development Effectiveness*, 5(2), 208–231.
<https://doi.org/10.1080/19439342.2013.780089>

Lakdawala, L. K., Nakasone, E., & Kho, K. (2023). Dynamic impacts of school-based Internet access on student learning: Evidence from Peruvian public primary schools. *American Economic Journal: Economic Policy*, 15(4), 222–254. <https://doi.org/10.1257/pol.20200719>

Lavinas, L., & Veiga, A. (2013). Desafios do modelo brasileiro de inclusão digital pela escola [Challenges of the Brazilian model of digital inclusion in schools]. *Cadernos de Pesquisa*, 43(149), 542–569. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742013000200009>

Lehrer, K., Mawoyo, M., & Mbaye, S. (2019). *The Impacts of Interactive Smartboards on Learning Achievement in Senegalese Primary Schools (3ie Grantee Final Report)*. International Initiative for Impact Evaluation. <https://developmentevidence.3ieimpact.org/search-result-details/impact-evaluationrepository/the-impacts-of-interactive-smartboards-on-learning-achievement-in-senegalese-primary-schools/7721>

Lichand, G., Christen, J., & Egeraat, E. V. (2024). Neglecting students' socio-emotional skills magnified learning losses during the pandemic. *npj Science of Learning*, 9(1), 28.
<https://doi.org/10.1038/s41539-024-00235-9>

Linden, L. (2008). *Complement or substitute? The effect of technology on student achievement in India* (InfoDev Working Paper No. 17). World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/804371468034237060/Complement-or-substitute-The-effect-of-technology-on-student-achievement-in-India>

Lucifora, C., & Tonello, M. (2020). Monitoring and sanctioning cheating at school: What works? Evidence from a national evaluation program. *Journal of Human Capital*, 14(4), 584–616.
<https://doi.org/10.1086/711760>

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson.

Malamud, O., & Pop-Eleches, C. (2011). Home computer use and the development of human capital. *The Quarterly Journal of Economics*, 126, 987–1027.

Marconi, C., Brovetto, C., & Jianan, E. (2023). *Resultados de la Prueba Nacional Adaptativa de Inglés* [Results of the National Adaptive English Test]. CEIBAL.
https://ceibal.edu.uy/wp-content/uploads/2024/07/Informe-Global-2023_Final.pdf

Martinelli, C., Parker, S. W., Pérez-Gea, A. C., & Rodrigo, R. (2018). Cheating and incentives: learning from a policy experiment. *American Economic Journal: Economic Policy*, 10(1), 298–325.
<https://doi.org/10.1257/pol.20150066>

Mateo Díaz, M., Becerra Luna, L., Hernández-Agramonte, J. M., López, F., Pérez Alfaro, M., & Vasquez Echeverria, A. (2020). *Nudging parents to improve preschool attendance in Uruguay*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0002901>

Meza-Cordero, J. A. (2017). Learn to play and play to learn: Evaluation of the One Laptop per Child program in Costa Rica: Learn to Play and Play to Learn. *Journal of International Development*, 29(1), 3–31. <https://doi.org/10.1002/jid.3267>

Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: Guidance for policymakers*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>

Ministerio de Educación de Chile. (2011). *Competencias TIC en la profesión docente*. <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/2151/mono-964.pdf?sequence=1>

Mo, D., Zhang, L., Luo, R., Qu, Q., Huang, W., Wang, J., Qiao, Y., Boswell, M., & Rozelle, S. (2014). Integrating computer-assisted learning into a regular curriculum: Evidence from a randomised experiment in rural schools in Shaanxi. *Journal of Development Effectiveness*, 6(3), 300–323.
<https://doi.org/10.1080/19439342.2014.911770>

Mo, D., Zhang, L., Wang, J., Huang, W., Shi, Y., Boswell, M., & Rozelle, S. (2015). Persistence of learning gains from computer assisted learning: Experimental evidence from China. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(6), 562–581. <https://doi.org/10.1111/jcal.12106>

Molina, E., Cobo, C., Pineda, J., & Rovner, H. (2024). *AI revolution in education: What you need to know* (In Digital Innovations in Education). World Bank Group. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099734306182493324/pdf/IDU152823b13109c514ebd19c241a289470b6902.pdf>

Muralidharan, K., Singh, A., & Ganimian, A. J. (2019). Disrupting education? Experimental evidence on technology-aided instruction in India. *American Economic Review*, 109(4), 1426–1460.
<https://doi.org/10.1257/aer.20171112>

Muralidharan, K., Das, J., Holla, A., & Mohpal, A. (2017). The fiscal cost of weak governance: Evidence from teacher absence in India. *Journal of Public Economics*, 145, 116–135.
<https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.11.005>

Naik, G., Chitre, C., Bhalla, M., & Rajan, J. (2020). Impact of use of technology on student learning outcomes: Evidence from a large-scale experiment in India. *World Development*, 127.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104736>

Näslund-Hadley, E., Parker, S., & Hernandez-Agramonte, J. M. (2014a). Fostering early math comprehension: Experimental evidence from Paraguay. *Global Education Review*, 1(4), 135-54.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1055163>

Näslund-Hadley, E., Varela, A., & Hepworth, K. (2014b). What goes on inside Latin American Math and science classrooms: A video study of teaching practices. *Global Education Review*, 1, 110-128.

Neilson, C., Berry, J., Coffman, L., & Morales, D. (2014). *Learning the value of education in the Dominican Republic* (Policy report: Milestone 13). The Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab, Latin America & the Caribbean. <https://www.povertyactionlab.org/evaluation/learning-value-education-dominican-republic>

Neilson, C., Gallegos, F., & Molina, O. (2018). *Decidiendo para un futuro mejor: Informando sobre los retornos monetarios y sociales de la educación* (Policy report: Evidencias MineduLAB No. 06). Ministry of Education of Peru. <https://www.gob.pe/es/i/4304496>

Prothero, A., (2024, April 25). New data reveal how many students are using AI to cheat. *Education Week*. <https://www.edweek.org/technology/new-data-reveal-how-many-students-are-using-ai-to-cheat/2024/04>

O'Donnell, C. L. (2008). Defining, conceptualizing, and measuring fidelity of implementation and its relationship to outcomes in K–12 curriculum intervention research. *Review of Educational Research*, 78(1), 33-84.

OECD (2005). *Teachers matter: Attracting, developing and retaining effective teachers, education and training policy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264018044-en>

OECD (2020). *Making the most of technology for learning and training in Latin America* (OECD Skills Studies). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ce2b1a62-en>

OECD (2021), *OECD Digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>.

OECD (2023). *PISA 2022 results (volume II): Learning during-and from-disruption*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>

- Rodriguez-Segura, D., & Kim, B. H. (2021). The last mile in school access: Mapping education deserts in developing countries. *Development Engineering*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.deveng.2021.100064>
- Rodriguez-Segura, D. (2022). EdTech in developing countries: A review of the evidence. *The World Bank Research Observer*, 37(2), 171–203. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkab011>
- Sánchez Ávalos, Pombo, Denis, Hermosilla, Aracena, González Alarcón (2021). Responsible use of AI for public policy: Project formulation manual.
- Salas-Pilco, S. Z., & Yang, Y. (2022). Artificial intelligence applications in Latin American higher education: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00326-w>
- Seo, H. K. (2017). *Do school electrification and provision of digital media deliver educational benefits? First-year evidence from 164 Tanzanian secondary schools* (Working Paper E-40308-TZA-2). International Growth Centre. https://www.theigc.org/wp-content/uploads/2017/10/IGC_Final-report_cover2.pdf
- Schipper, Y., & Rodriguez-Segura, D. (2022). *Teacher incentives and attendance: Evidence from Tanzania* (working paper). Research on Improving Systems of Education (RISE). https://doi.org/10.35489/BSG-RISEWP_2022/121
- Shamim, S., (2024, March 9). Why Google's AI tool was slammed for showing images of people of colour. Al Jazeera. <https://www.aljazeera.com/news/2024/3/9/why-google-gemini-wont-show-you-white-people>
- Singh, A. (2024). Improving administrative data at scale: Experimental evidence on digital testing in Indian schools. *The Economic Journal*, 134(661), 2207–2223. <https://doi.org/10.1093/ej/ueae017>
- Trucano, M. 2016. *Technologies in education across the Americas: The promise and the peril – and some potential ways forward* (World Bank Education, Technology & Innovation: SABER-ICT Technical Paper Series (12)). The World Bank. <http://saber.worldbank.org>
- UNESCO. (2023, March 21). *UNESCO survey: Less than 10% of schools and universities have formal guidance on AI*. <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-survey-less-10-schools-and-universities-have-formal-guidance-ai>
- UNESCO. 2023. *Global education monitoring report 2023: Technology in education – A tool on whose terms?* UNESCO.
- UNESCO Institute for Statistics (2024). Our World in Data. <https://ourworldindata.org/grapher/staff-compensation-as-share-of-total-expenditure-in-public-education-all-levels?country=~DMA>
- UNESCO (2024). *Six pillars for the digital transformation of education: A common framework*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391299>

UNICEF (2022). *Pulse Check on Digital Learning*. <https://www.unicef.org/reports/pulse-check-digital-learning>

United Nations. (2022, September 19). Gateways to public digital learning: A multi-partner initiative to create and strengthen inclusive digital learning platforms and content. United Nations Transforming Education Summit TES Leaders Day: Spotlight Sessions. <https://www.un.org/en/transforming-education-summit/gateways-public-digital-learning>

Urruticoechea, A., Oliveri, A., Koleszar, V., & Pereiro, E. (2022) Estudio del efecto del programa Pensamiento Computacional en la brecha educativa/digital a partir de Bebras 2021 de Uruguay [Study of the effect of the Computational Thinking program on the educational/digital divide from Bebras 2021 in Uruguay]. *Pensamiento Computacional en Iberoamérica*, 85.

Vakis, R., & Farfan, G. (2018). *Envío de mensajes de texto para incrementar la motivación y satisfacción docente* (Policy report: Evidencias MineduLAB No. 04). Ministry of Education of Peru. <https://www.gob.pe/es/i/4304944>

Vazquez, E. J., Haimovich, F., & Adelman, M. (2021). *Scalable early warning systems for school dropout prevention: Evidence from a 4,000-school randomized controlled trial*. Asociación Argentina de Economía Política (AAEP). https://bd.aaep.org.ar/anales/works/works2021/vazquez_2021.pdf

Wennersten, M., Quraishy, Z. B., & Velamuri, M. (2015). Improving student learning via mobile phone video content: Evidence from the BridgeIT India project. *International Review of Education*, 61(4), 503–528. <https://doi.org/10.1007/s11159-015-9504-y>

West, D., & Allen, J. (2018). *How artificial intelligence is transforming the world*. Brookings. <https://www.brookings.edu/articles/how-artificial-intelligence-is-transforming-the-world/>

Wolf, S., Aber, J. L., Behrman, J. R., & Tsinigo, E. (2018). Experimental impacts of the "Quality Preschool for Ghana" interventions on teacher professional well-being, classroom quality, and children's school readiness. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 121(1). 10-37. <https://doi.org/10.1080/19345747.2018.1517199>

World Economic Forum. (2023). *The future of jobs report 2023*. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>

World Economic Forum. (2025). *The future of jobs report 2025*. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>

World Bank, (2024a). World development indicators: School enrollment, primary (% net) - Latin America & Caribbean [Data file]. <https://data.worldbank.org/indicator/SE.PRM.NENR?locations=ZJ>

World Bank, (2024b). World development indicators: Pupil-teacher ratio, primary - Latin America & Caribbean [Data file]. <https://data.worldbank.org/indicator/SE.PRM.ENRL.TC.ZS?locations=ZJ>

World Bank, (2024c). World development indicators: Primary school age children out-of-school (%) - Latin America & Caribbean [Data file]. https://data.worldbank.org/indicator/SE.LPV.PRIM.SD?locations=ZJ&most_recent_value_desc=true

World Bank, (2024d). World development indicators: Rural population (% of total population) - Latin America & Caribbean. [Data file]. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?locations=ZJ>

World Bank, (2024e). World development indicators: School enrollment, secondary (% net) - Latin America & Caribbean. [Data file]. <https://data.worldbank.org/indicator/SE.SEC.NENR?locations=ZJ>

World Bank (2015). *Haiti - Can smartphones make schools better? (English). From evidence to policy.* World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/908681468001491877>

Yanguas, M. L. (2020). Technology and educational choices: evidence from a one-laptop-per-child program. *Economics of Education Review*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.101984>

Anexo

Tabla A1. Caminos hacia la transformación digital de la educación e indicadores clave

INDICADORES INICIALES: ACCESO

CONDICIÓN HABILITANTE	INDICADORES	RUTAS DE PROGRESO
 Dispositivos Digitales	- N.º de dispositivos digitales por estudiante/docente en los centros educativos	Características de la etapa inicial: Acceso limitado a los dispositivos en los centros educativos; dispositivos de baja calidad; dispositivos en mal estado o con software desactualizado.
	- N.º o % de escuelas con laboratorios informáticos actualizados y funcionales	Próximos pasos: Proporcionar dispositivos esenciales a los centros educativos al dotar a los laboratorios informáticos de computadoras fijas o móviles y facilitar computadoras personales a docentes y directores.
 Conectividad educativa significativa	- N.º o % de estudiantes y docentes con acceso a conexión a internet en los centros educativos	Características de la etapa inicial: Pocos centros con acceso a internet; la conectividad es de mala calidad (baja velocidad o alta intermitencia); la conectividad solo está disponible en determinadas zonas del centro educativo (por ejemplo, la dirección).
	- N.º o % de centros educativos con internet en al menos un aula	Próximos pasos: Garantizar que todos los centros educativos en zonas con cobertura de red dispongan de un servicio de internet tanto para estudiantes como para docentes.
 Competencias digitales y pedagógicas de los docentes	- N.º de cursos o formación ofrecidos a los docentes sobre prácticas pedagógicas que incorporan la tecnología y las herramientas digitales con eficacia	Características de la etapa inicial: No existe un marco o estándares para las competencias docentes en el uso de la tecnología en el aula; los docentes se encuentran, en su mayoría, en un nivel inicial de competencia tecnológica con una exposición temprana y familiarización con las tres áreas clave de la transformación digital de la educación: pedagogía, ciudadanía digital y desarrollo profesional, tal y como se esboza en la Guía Edutec del BID (ver descriptores en: https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual).
	- N.º de cursos o formación ofrecidos a directores de centros y líderes educativos sobre la gestión de la transformación digital de la educación	Próximos pasos: Desarrollar un marco de competencias docentes en el uso de la tecnología en el aula; incluir programas y cursos de formación en áreas relacionadas con la transformación digital de la educación en la oferta de desarrollo profesional para docentes en actividad, convirtiéndolos en un requisito o un factor que habilite el ascenso y desarrollo profesional de los docentes.
 Recursos, plataformas y contenidos digitales	- N.º o % de estudiantes y docentes con acceso a plataformas de gestión educativa y de aprendizaje	Características de la etapa inicial: Acceso escaso o inexistente a plataformas educativas; solo algunos centros educativos utilizan plataformas básicas fáciles de usar, que requieren poca o ninguna configuración, carecen de opciones de personalización y pueden utilizarse total o parcialmente fuera de línea
	- N.º de centros educativos con plataformas de contenidos digitales	Próximos pasos: Establecer un repositorio de plataformas educativas y contenidos pedagógicos sencillos y de alta calidad que sean pertinentes para el plan de estudios y el contexto del sistema educativo; garantizar el libre acceso de los centros educativos y las comunidades educativas.
 Gobernanza	- Sistema educativo con sistemas de información que utilizan identificadores únicos para los estudiantes	Características de la etapa inicial: No existe un plan estratégico para implantar los procesos en materia de transformación digital de la educación; no existe una unidad o equipo específico para supervisar los procesos en esta materia; los sistemas de información son inexistentes o se encuentran en sus primeras fases; no hay un protocolo establecido para recopilar datos, el flujo de información o la validación de la calidad de la información; el sistema no dispone de identificadores únicos para los estudiantes y/o los centros educativos
	- Sistema educativo con una unidad o agencia estratégica para gestionar la transformación digital de la educación	Próximos pasos: Establecer una unidad o equipo especializado para diseñar y aplicar estrategias en materia de transformación digital de la educación; crear o reforzar los sistemas de información en términos de pertinencia, calidad y eficiencia; elaborar un plan a corto, mediano y largo plazo para la aplicación de la transformación digital de la educación.

INDICADORES INTERMEDIOS: USO

CONDICIÓN HABILITANTE	INDICADORES	RUTAS DE PROGRESO
 Dispositivos Digitales	- N.º o % de estudiantes y docentes que han utilizado el laboratorio informático del centro educativo	Características de la etapa inicial: Acceso limitado a los dispositivos en los centros educativos; dispositivos de baja calidad; dispositivos en mal estado o con software desactualizado.
	- N.º o % de estudiantes y docentes que realizan actividades educativas con dispositivos digitales.	Próximos pasos: Proporcionar dispositivos esenciales a los centros educativos al dotar a los laboratorios informáticos de computadoras fijas o móviles y facilitar computadoras personales a docentes y directores.
 Conectividad educativa significativa	- N.º o % de estudiantes, docentes y directores que pueden acceder a internet al menos x veces por semana en los centros educativos	Características de la etapa inicial: Pocos centros con acceso a internet; la conectividad es de mala calidad (baja velocidad o alta intermitencia); la conectividad solo está disponible en determinadas zonas del centro educativo (por ejemplo, la dirección).
	- N.º o % de centros con acceso a internet en todas las aulas	Próximos pasos: Garantizar que todos los centros educativos en zonas con cobertura de red dispongan de un servicio de internet tanto para estudiantes como para docentes.
 Competencias digitales y pedagógicas de los docentes	- N.º o % de docentes que han finalizado cursos o formación sobre prácticas pedagógicas que incorporan la tecnología y la ciudadanía digital	Características de la etapa inicial: No existe un marco o estándares para las competencias docentes en el uso de la tecnología en el aula; los docentes se encuentran, en su mayoría, en un nivel inicial de competencia tecnológica con una exposición temprana y familiarización con las tres áreas clave de la transformación digital de la educación: pedagogía, ciudadanía digital y desarrollo profesional, tal y como se esboza en la Guía Edutec del BID (ver descriptores en: https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual)
	- N.º o % de directores y líderes educativos que han finalizado cursos o formación sobre la gestión de la transformación digital de la educación	Próximos pasos: Desarrollar un marco de competencias docentes en el uso de la tecnología en el aula; incluir programas y cursos de formación en áreas relacionadas con la transformación digital de la educación en la oferta de desarrollo profesional para docentes en actividad, convirtiéndolos en un requisito o un factor que habilite el ascenso y desarrollo profesional de los docentes.
 Recursos, plataformas y contenidos digitales	- N.º o % de estudiantes y docentes que utilizan plataformas de gestión educativa y de aprendizaje	Características de la etapa inicial: Acceso escaso o inexistente a plataformas educativas; solo algunos centros educativos utilizan plataformas básicas fáciles de usar, que requieren poca o ninguna configuración, carecen de opciones de personalización y pueden utilizarse total o parcialmente fuera de línea
	- N.º o % de estudiantes o docentes que consultan plataformas de contenidos digitales	Próximos pasos: Establecer un repositorio de plataformas educativas y contenidos pedagógicos sencillos y de alta calidad que sean pertinentes para el plan de estudios y el contexto del sistema educativo; garantizar el libre acceso de los centros educativos y las comunidades educativas.
 Gobernanza	- Sistema educativo con al menos un proceso de gestión digitalizado (por ejemplo, cobertura, asignación presupuestaria, asignación de docentes, gestión de licencias y suplencias, procesamiento de nóminas).	Características de la etapa inicial: No existe un plan estratégico para implantar los procesos en materia de transformación digital de la educación; no existe una unidad o equipo específico para supervisar los procesos en esta materia; los sistemas de información son inexistentes o se encuentran en sus primeras fases; no hay un protocolo establecido para recopilar datos, el flujo de información o la validación de la calidad de la información; el sistema no dispone de identificadores únicos para los estudiantes y/o los centros educativos
	- Funcionarios de la secretaría y de las redes educativas utilizan paneles de control estratégicos para la gestión escolar	Próximos pasos: Establecer una unidad o equipo especializado para diseñar y aplicar estrategias en materia de transformación digital de la educación; crear o reforzar los sistemas de información en términos de pertinencia, calidad y eficiencia; elaborar un plan a corto, mediano y largo plazo para la aplicación de la transformación digital de la educación.

INDICADORES AVANZADOS: INTEGRACIÓN

CONDICIÓN HABILITANTE	INDICADORES	RUTAS DE PROGRESO
 Dispositivos Digitales	- N.º o % de estudiantes o docentes que realizan actividades en laboratorios informáticos al menos x veces por semana	Características de la etapa avanzada: Los centros educativos disponen de una amplia dotación de dispositivos para directores, docentes y estudiantes, así como de espacios adecuados para su uso en las aulas. Los dispositivos se adaptan a las estrategias pedagógicas basadas en evidencia.
	- N.º o % de estudiantes o docentes que tienen acceso a soporte técnico para la reparación y disposición final ecológica de los dispositivos	Próximos pasos: garantizar mecanismos de actualización periódica del software, asistencia técnica continua para los dispositivos y procesos de recolección y disposición final ambientalmente responsables.
 Conectividad educativa significativa	- N.º o % de escuelas que tienen una conectividad educativa significativa en al menos el x% de las aulas durante al menos el x% de los días lectivos	Características de la etapa avanzada: Todos o la mayoría de los centros educativos tienen internet en todas las aulas; algunos tienen conectividad significativa para usos educativos.
		Próximos pasos: Garantizar que todos los centros tengan una conectividad significativa para uso educativo en todas las aulas.
 Competencias digitales y pedagógicas de los docentes	- N.º o % de docentes que integran herramientas tecnológicas y de ciudadanía digital en sus prácticas pedagógicas	Características de la etapa avanzada: Una gran proporción de docentes ha alcanzado los niveles de adaptación e integración en las áreas clave de la transformación digital de la educación señaladas en la Guía Edutec: pedagogía, ciudadanía digital y desarrollo profesional (ver los descriptores en: https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual)
	- N.º o % de docentes que utilizan herramientas digitales para recopilar y analizar información sobre el desempeño de los estudiantes	Próximos pasos: Garantizar que todos los docentes tengan las competencias necesarias para integrar las herramientas tecnológicas en las experiencias de aprendizaje de sus estudiantes, promoviendo y enseñando su uso ético y responsable; los docentes deben utilizar la tecnología para evaluar y analizar el desempeño estudiantil
 Recursos, plataformas y contenidos digitales	- N.º o % de estudiantes o docentes que utilizan plataformas educativas y de gestión del aprendizaje al menos x veces al mes	Características de la etapa avanzada: Algunos centros educativos utilizan los contenidos y plataformas integrados en el sistema de gestión del aprendizaje proporcionado; las plataformas y los contenidos han sido validados, contextualizados y adaptados a la población del centro educativo.
	- N.º o % de estudiantes o docentes que consultan contenidos digitales al menos x veces al mes	Próximos pasos: Garantizar que la gran mayoría de los centros utilicen el sistema de gestión del aprendizaje proporcionado; el sistema debe admitir contenidos y plataformas de complejidad media a alta (incorporando herramientas de evaluación, IA y experiencias inmersivas)
 Gobernanza	- Sistema educativo con al menos x procesos de gestión digitalizados interoperables (por ejemplo, cobertura, asignación presupuestaria, asignación de docentes, gestión de licencias y suplencias, procesamiento de nóminas).	Características de la etapa avanzada: Los sistemas de información cumplen altos niveles de calidad, pertinencia y eficiencia; la mayoría de los procesos clave para la gestión educativa están digitalizados; el plan de estudios incluye destrezas y competencias digitales.
	- El sistema educativo ha puesto en marcha una reforma curricular en materia de transformación digital de la educación.	Próximos pasos: Lograr la interoperabilidad de los sistemas de información para los procesos de gestión educativa, posibilitar las transacciones administrativas educativas digitales (como la matriculación de estudiantes, las solicitudes de baja por enfermedad y los permisos) y establecer un panel digital para supervisar y analizar los indicadores clave del sistema educativo.

