

NOTAS TÉCNICAS Nº IDB-TN-03122

# IA e Educação: Construindo o futuro pela transformação digital

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

Banco Interamericano de Desenvolvimento  
Divisão de Educação

Abril 2025



# IA e Educação: Construindo o futuro pela transformação digital

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

Banco Interamericano de Desenvolvimento  
Divisão de Educação

Abril 2025



palavras-chave: Transformação digital na educação; Inteligência artificial; Integração de tecnologia na educação; Políticas educacionais.

Códigos JEL: I20; I22; I29

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desenvolvimento. Esta obra está licenciada sob uma licença Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Os termos e condições indicados no link URL devem ser atendidos e o respectivo reconhecimento deve ser concedido ao BID.

Além da seção 8 da licença acima, qualquer mediação relacionada a disputas decorrentes de tal licença deve ser conduzida de acordo com as Regras de Mediação da OMPI. Qualquer controvérsia relacionada ao uso das obras do BID que não possa ser resolvida amigavelmente deverá ser submetida à arbitragem de acordo com as regras da Comissão das Nações Unidas sobre Direito Comercial Internacional (UNCITRAL). O uso do nome do BID para qualquer finalidade que não seja atribuição e o uso do logotipo do BID estarão sujeitos a um contrato de licença por escrito separado entre o BID e o usuário e não está autorizado como parte desta licença.

Observe que o link da URL inclui termos e condições que são parte integrante desta licença.

As opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a posição do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de sua Diretoria Executiva, ou dos países que eles representam.



# IA e Educação

Construindo o futuro  
pela transformação digital



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



Tradução ao português: Dermeval de Sena Aires Júnior  
Revisão ao português: Maria Carolina Paseto  
Design and layout: MOKA.Diseño

---

Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Esta obra está coberta pela licença Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Seus termos e condições indicados no endereço de URL devem ser cumpridos e o devido reconhecimento deve ser feito ao BID.

A respeito da Seção 8 da licença acima, qualquer mediação relacionada a disputas que surjam sob essa licença deve ser conduzida de acordo com o Regulamento de Mediação da OMPI. Qualquer disputa ligada ao uso das obras do BID que não possa ser resolvida amistosamente deverá ser submetida a arbitragem, em conformidade com as regras da Comissão das Nações Unidas para o Direito Comercial Internacional (UNCITRAL). O uso do nome do BID para qualquer outro propósito além da atribuição de autoria, bem como o uso do logotipo do BID, requer um acordo de licença específico, por escrito, entre o BID e o usuário, e não será considerado como parte da presente licença.

O endereço de URL contém termos e condições que são parte integrante desta licença.  
As opiniões expressadas nesta obra pertencem a seus/suas autores/as e não refletem necessariamente as visões do Banco Interamericano de Desenvolvimento, do seu Conselho Diretor ou dos países que o BID representa.



# IA e Educação

Construindo o futuro  
pela transformação digital

## AUTORES

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

Divisão de Educação<sup>1</sup>

**Banco Interamericano de Desenvolvimento**



<sup>1</sup>Os autores expressam sua sincera gratidão pelos valiosos comentários e ideias compartilhados por Miguel Brechner, Lucia Dellagnelo e Ximena Dueñas. Suas atenciosas observações contribuíram muito para aumentar a profundidade e clareza da presente nota técnica..

# Resumo

Ao longo de décadas, a tecnologia tem sido promovida como uma solução para os desafios educacionais da América Latina e do Caribe. O entusiasmo inicial sugeria o potencial que as ferramentas digitais têm de revolucionar o acesso e a aprendizagem. Porém, a implementação dessas tecnologias no mundo real tem revelado resultados mistos, enquanto a falta de integração pedagógica e de infraestrutura adequada têm obstruído o seu impacto. À medida que a inteligência artificial (IA) emerge como a próxima fronteira na educação, a transformação digital do ensino e da aprendizagem apresenta tanto oportunidades como riscos. Essa tensão dá origem a uma questão urgente: a IA conseguirá se tornar a grande força transformadora que ela promete ser, ou terminará enfrentando os mesmos desafios que obstruíram inovações tecnológicas anteriores?

A resposta dependerá não apenas dos avanços tecnológicos, mas também da qualidade de pesquisas e avaliações críticas, bem como da cuidadosa implementação e monitoramento das políticas que acompanham a integração da IA à educação. Ao reunir as lições aprendidas a partir das experiências anteriores e ao abordar as incertezas emergentes que estão em volta do papel da IA na educação, o presente levantamento oferece aos formuladores de políticas algumas recomendações práticas baseadas em evidências. O estudo apresenta um arcabouço para orientar a efetiva integração da tecnologia à educação, com uma abordagem estruturada para a definição de objetivos, a articulação de uma teoria de mudança e a identificação dos componentes chave necessários para a exitosa implementação de programas.

O objetivo, em essência, é assegurar que a IA e outras tecnologias digitais não sejam integradas sem um sentido definido, e, sim, sejam implementadas de tal forma que produzam melhorias quantificáveis em termos de qualidade, equidade e eficiência educacional em toda a região.

# Conteúdo

<b>1. Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2. O uso da tecnologia para alcançar objetivos educacionais na América Latina e no Caribe</b>	<b>5</b>
2.1 Como a tecnologia pode ser útil? Uma revisão da literatura .....	9
2.2 Lições de políticas públicas sobre o uso da tecnologia na educação até o presente .....	27
<b>3. Disrupção? As novas oportunidades e desafios apresentados pela IA</b>	<b>30</b>
3.1 O papel da IA na educação: maximizando a aprendizagem, o acesso e a prestação do serviço educacional .....	33
3.2 Desafios emergentes apresentados pela IA .....	42
<b>4. O aproveitamento da tecnologia e da IA na educação</b>	<b>46</b>
4.1 Um marco conceitual para obter impacto em grande escala .....	48
4.2 Alinhando as condições viabilizadoras aos objetivos de desenvolvimento educacional.....	62
4.3 Caminhos para a transformação digital da educação.....	65
<b>5. Conclusão</b>	<b>68</b>
<b>Referências</b>	<b>71</b>
<b>Anexo</b>	<b>85</b>



# 1. Introdução

Há décadas, a tecnologia tem sido proclamada como a chave capaz de solucionar desafios educacionais, em particular, em regiões em desenvolvimento como a América Latina e o Caribe (ALC). Nos anos 90 e 2000, os principais meios de comunicação, a academia e grupos de reflexão influentes alimentaram uma visão quase utópica sobre a aprendizagem digital, na qual a tecnologia é vista como uma ferramenta capaz de produzir um salto para além das barreiras tradicionais e revolucionar o acesso à educação. Muitos estudiosos e formuladores de políticas públicas defenderam a ideia de que as tecnologias de informação e comunicação (TICs) poderiam democratizar o conhecimento, melhorar os níveis de alfabetização e empoderar os estudantes de toda a região.



**O objetivo, em essência, é assegurar que a inteligência artificial e outras tecnologias digitais não sejam integradas sem um sentido definido, e, sim, sejam implementadas de tal forma que produzam melhorias quantificáveis em termos de qualidade, equidade e eficiência educacional em toda a região.**



Porém, à medida que a implementação avançava, as evidências do mundo real começaram a desafiar o entusiasmo inicial. No final da década de 2000 e início dos anos 2010, as avaliações acadêmicas e as análises de políticas públicas começaram a apontar as limitações e as consequências imprevistas das iniciativas de tecnologia educacional em grande escala. Os estudos sobre o programa One Laptop per Child (OLPC, “Um laptop por criança”), por exemplo, mostraram níveis de melhora baixos ou nulos nos resultados da aprendizagem, com muitos dispositivos inutilizados pela falta de formação docente, deficiências de infraestrutura e acesso limitado à internet. As avaliações críticas demonstraram que, sem integração pedagógica, a tecnologia, por si só, é insuficiente para melhorar a qualidade educacional. As narrativas na mídia também começaram a mudar, e passaram a questionar se as soluções de tecnologia educacional tinham sido superestimadas e não cumpriram com as expectativas. Em seu conjunto, essas avaliações concluíram que, apesar de a tecnologia ser um recurso valioso, ela não constitui uma solução milagrosa para desigualdades educacionais profundamente arraigadas.

Na atualidade, o potencial emergente da inteligência artificial (IA) - em particular, as populares ferramentas de IA generativa que estão disponíveis desde 2022 - geram um paradoxo para educadores e formuladores de políticas públicas. Por um lado, a IA promete oferecer uma aprendizagem personalizada, avaliações automatizadas e melhorias educacionais baseadas em dados, em grande escala. Por outro lado, continua existindo uma grande preocupação com a equidade, as lacunas de aprendizagem e a adoção acrítica da IA na educação. Sem uma avaliação rigorosa e uma integração cuidadosa, a IA corre o risco de repetir o mesmo ciclo que caracterizou soluções de tecnologias educacionais anteriores. Essa tensão nos confronta com uma pergunta urgente: poderá a IA converter-se na força transformadora que ela promete ser, ou ela enfrentará os mesmos desafios que limitaram inovações tecnológicas anteriores? A resposta dependerá não só dos avanços tecnológicos, mas, também, da qualidade das pesquisas, da avaliação crítica, da implementação criteriosa de políticas públicas e do acompanhamento da IA na educação.

Com base nas lições aprendidas em iniciativas anteriores de tecnologia educacional, a presente nota técnica busca: 1) examinar de forma crítica as evidências empíricas sobre a eficácia da tecnologia na educação; e 2) elaborar um marco conceitual para assegurar que a transformação digital da educação (TDE) esteja movida por objetivos claros e voltados a resultados. Se, por um lado, a tecnologia produziu benefícios

notórios em certos contextos, por outro, o seu impacto depende, em grande medida, das condições de sua implementação, da integração pedagógica e do apoio sistêmico. Não basta apenas introduzir ferramentas digitais; a tecnologia deve ser usada de forma estratégica se queremos que ela contribua à resolução dos desafios mais urgentes enfrentados pelos sistemas educacionais na América Latina e no Caribe: melhorar os resultados da aprendizagem, melhorar as taxas de acesso e conclusão, e aumentar a eficiência geral do sistema. Porém, é preciso reconhecer que a TDE não deve concentrar-se apenas na tecnologia, e, mais do que isso, precisa transformar as práticas educacionais. A tecnologia deve ser integrada como uma ferramenta que permita realizar mudanças mais profundas no ensino e na aprendizagem, por exemplo, ao potencializar a aprendizagem baseada em projetos por meio de plataformas digitais, para produzir, assim, maiores impactos (OCDE, 2021). Para que a adoção das ferramentas digitais seja bem-sucedida, deve-se gerar uma mudança sistêmica nos modelos educacionais, de forma que a tecnologia apoie reformas pedagógicas e organizacionais mais amplas.

Este estudo propõe um marco para integrar a tecnologia à educação e oferece uma abordagem estruturada para a definição de objetivos, o estabelecimento de uma teoria de mudança e a identificação dos elementos necessários para uma implementação bem-sucedida de programas. Ao sintetizar as lições aprendidas a partir de experiências anteriores e ao abordar as incertezas emergentes quanto ao papel da IA na educação, o estudo oferece a formuladores de políticas públicas recomendações práticas baseadas em evidências. O seu objetivo, em essência, é assegurar que a inteligência artificial e outras tecnologias digitais não sejam integradas sem um sentido bem definido, e, sim, sejam implementadas de tal forma que produzam melhorias quantificáveis em termos de qualidade, equidade e eficiência educacional em toda a região.

Após esta introdução, a Seção 2 apresenta uma revisão minuciosa da literatura sobre como a tecnologia pode ajudar a alcançar objetivos educacionais na ALC. A seção está centrada em três objetivos chave de políticas públicas: 1) maximizar a aprendizagem na sala de aula; 2) ampliar o acesso e viabilizar trajetórias educacionais completas; e 3) aumentar a eficiência na prestação do serviço educacional. Em seguida, a Seção 3 aborda as oportunidades e desafios que surgem relacionados à adoção da IA. A seção analisa como as tecnologias de IA podem transformar os três objetivos chave das políticas públicas citadas acima e considera os riscos e as implicações éticas que podem se apresentar. A Seção 4, por sua vez, desenvolve um marco conceitual para a efetiva integração da tecnologia à educação. Essa seção destaca a importância de cinco condições viabilizadoras para uma transformação digital efetiva e sustentável: dispositivos digitais, conectividade significativa, recursos digitais, competências dos professores e governança. Ela também descreve as diferentes rotas que os sistemas educacionais podem seguir para avançar estrategicamente na sua transformação digital, com base nas lições aprendidas e em uma abordagem baseada em evidências. Finalmente, a Seção 5 conclui este relatório, consolidando as suas principais constatações e mensagens centrais.

## 2.

O uso da tecnologia  
para alcançar objetivos  
educacionais na  
América Latina  
e no Caribe



A tecnologia deve ser um meio para alcançar um fim, e, não, um fim em si mesmo. Para ser eficaz, ela deve ser implementada de forma estratégica, buscando resolver desafios educacionais específicos e alcançar objetivos bem definidos. O primeiro e mais importante passo na integração da tecnologia é identificar com precisão a necessidade de aprendizagem ou gestão educacional que requer atenção. Após definir o objetivo, o passo seguinte é determinar quais processos podem ser reforçados com as vantagens singulares que a tecnologia oferece.



**Para ser eficaz, a tecnologia deve ser implementada de forma estratégica, buscando resolver desafios educacionais específicos e alcançar objetivos bem definidos.**



Ainda que a tecnologia na educação cumpra um papel amplo ao dotar as pessoas das habilidades necessárias para o seu desenvolvimento em um mundo digital, a sua implementação deve ser guiada a partir de um propósito claro. À medida que as sociedades e as economias se tornam cada vez mais dependentes das tecnologias digitais e da IA, os sistemas educacionais devem preparar os indivíduos não apenas para usarem a tecnologia de forma efetiva, mas, também, para que possam avaliá-la de forma crítica, adaptá-la e criar com ela. Mas esse imperativo não substitui a necessidade de uma abordagem estratégica para integrar a tecnologia aos sistemas educacionais. O desafio não é apenas incorporar a tecnologia; é, também, fazê-lo de tal forma que ela se torne um apoio eficaz para o ensino, a aprendizagem e a gestão educacional. Sem um propósito claro, há o risco de que a tecnologia se torne um fim em si mesmo, e não uma ferramenta que busca promover uma transformação significativa. Isso implicaria desperdiçar a oportunidade de atender necessidades educacionais concretas e contribuir para ambientes de aprendizagem mais equitativos e efetivos.

Em nível global, a tecnologia tem sido usada para enfrentar desafios como reduzir o absenteísmo docente, personalizar o ensino e ampliar a distribuição dos recursos de aprendizagem. Ainda que a efetividade dessas intervenções varie - em particular, em contextos de baixa e média renda -, os estudos destacam que tipos de tecnologias e características programáticas têm uma probabilidade maior de gerar resultados positivos.

Esta seção analisa desafios educacionais chave na América Latina e no Caribe, e identifica três grandes objetivos de políticas públicas nos quais a tecnologia pode ter um impacto significativo: 1) maximizar a aprendizagem na sala de aula; 2) ampliar o acesso e viabilizar trajetórias educacionais completas; e 3) aumentar a eficiência na prestação do serviço educacional. Esses objetivos não constituem categorias rígidas, e, sim, uma estrutura que nos permite analisar exemplos do mundo real e extrair lições a partir das evidências empíricas sobre a função da tecnologia na educação.

## ***Desafio 1: Níveis de aprendizagem baixos e desiguais***

### **> Objetivo de política pública: Maximizar a aprendizagem na sala de aula**

Os resultados de aprendizagem na América Latina e no Caribe continuam apresentando níveis alarmantemente baixos. Segundo o exame PISA de 2022, três em cada quatro estudantes da região não alcançaram o nível de proficiência em matemática, e quase a metade não possuía as habilidades básicas de leitura (Arias Ortiz et al., 2023). A lacuna de aprendizagem entre a ALC e os países da OCDE equivale a cinco anos de escolarização, enquanto os sistemas com resultados mais altos, como o de Singapura, têm uma vantagem equivalente a quase uma década.

As disparidades socioeconômicas agravam ainda mais essa crise: os estudantes do quintil de renda mais baixo apresentaram uma lacuna de aprendizagem de quase quatro anos em comparação com seus pares mais favorecidos (Arias Ortiz et al., 2024). Para enfrentar esse desafio, é preciso contar com uma abordagem direcionada a melhorar as experiências de aprendizagem na sala de aula. Também é preciso assegurar que as práticas docentes e os materiais pedagógicos melhorem o desempenho dos estudantes e promovam as competências digitais e a capacidade de aprender em ambientes digitais de maneira eficaz.

## ***Desafio 2: Baixa taxa de cobertura e alto índice de evasão no ensino fundamental - anos finais e médio***

---

### **> Objetivo de política pública: Ampliar o acesso e viabilizar trajetórias educacionais completas**

Se, por um lado, a cobertura da da Pré-Escola e Ensino Fundamental é quase universal em toda a ALC, por outro, apenas 80% dos jovens se matriculam no ensino médio, com uma lacuna de 11 pontos percentuais entre os quintis de renda mais baixo e mais alto (Arias Ortiz et al., 2024a). As taxas de evasão escolar continuam sendo um problema crítico, já que 27% dos estudantes abandonam os estudos antes de terminarem o ensino fundamental - anos finais. Um fator chave que explica essa tendência é a falta de motivação: 20% dos alunos que deixaram de estudar mencionam, como razões principais, que o currículo é pouco atraente e que os métodos de ensino são pouco estimulantes (Arias Ortiz et al., 2024a). O acesso ao ensino superior é ainda mais restrito: apenas 30% dos jovens se matriculam. E as disparidades socioeconômicas restringem ainda mais as oportunidades: apenas 16% dos estudantes do quintil com menor renda acessam o ensino superior, em comparação com 45% no quintil mais alto. Ampliar o acesso e fortalecer o engajamento estudantil são tarefas fundamentais para promover trajetórias educacionais mais completas ao longo do ciclo e, assim, assegurar que essas trajetórias sejam mais equitativas (Arias Ortiz et al., 2024).

## ***Desafio 3: Baixa eficiência do investimento educacional em relação aos resultados de aprendizagem; ineficiência e inequidade na alocação de recursos***

---

### **> Objetivo de política pública: Aumentar a eficiência na prestação do serviço educacional**

A efetividade dos sistemas educacionais depende não apenas do investimento financeiro em si, mas, também, da maneira como os recursos são alocados e utilizados. Países como o Vietnã e a Turquia, onde o investimento em educação (em USD) é similar ao das nações da ALC, obtiveram resultados significativamente melhores em matemática, o que sugere que outros fatores além dos níveis de gastos estão contribuindo para a melhoria dos resultados educacionais (OCDE, 2023). Os países da ALC enfrentam diversas ineficiências, como a baixa qualidade dos dados sobre os resultados da aprendizagem, a distribuição desigual de professores e recursos, e deficiências de planejamento ligado à estrutura educacional. Em muitos sistemas educacionais da região, faltam dados confiáveis e tempestivos para orientar a tomada de decisões, o que limita a sua capacidade de monitorar os avanços e desenhar políticas eficazes. E a alocação desigual de professores e recursos aumenta

ainda mais as disparidades, já que as instituições de contextos vulneráveis frequentemente precisam lidar com a escassez de professores qualificados e materiais didáticos essenciais (Aguilera et al., 2023). Além disso, as deficiências de planejamento da infraestrutura educacional levam a classes superlotadas em algumas zonas e subutilizadas em outras, o que reduz a eficiência dos investimentos educacionais. É fundamental abordar essas ineficiências produzidas por formas de governança frágeis e investimentos mal orientados, para que seja possível melhorar tanto a efetividade como a equidade dos sistemas educacionais latino-americanos e caribenhos.

A tecnologia pode ser uma ferramenta poderosa para apoiar esses objetivos de políticas públicas, mas a sua implementação deve estar baseada em evidências e ter objetivos concretos. A próxima seção apresenta uma revisão abrangente das pesquisas mais recentes e rigorosas sobre como a tecnologia pode contribuir de forma eficaz para a resolução dos desafios enfrentados pelos países da região.

# 2.1

## Como a tecnologia pode ser útil? Uma revisão da literatura

### A. Maximizar a aprendizagem na sala de aula

As evidências empíricas mostram que quando a tecnologia é coerentemente integrada às práticas de ensino e aprendizagem, ela é capaz de fortalecer significativamente tanto o papel do professor como os resultados da aprendizagem. Essa integração coerente pode viabilizar esses resultados mediante um ensino mais efetivo e práticas de aprendizagem individualizada. As intervenções tecnológicas bem integradas podem ser especialmente eficazes nos casos de professores que precisam gerir classes numerosas, com estudantes que têm diferentes níveis de proficiência, uma vez que é mais difícil dedicar atenção personalizada nesses contextos (veja o Quadro 1). Essas intervenções costumam oferecer um apoio integral para que a equipe docente melhore tanto a diversidade do conteúdo como as habilidades pedagógicas das suas práticas de ensino (veja o Quadro 2).

Ainda que a tecnologia educacional possa ser eficaz quando adequadamente desenhada e implantada em um contexto específico (Rodríguez-Segura, 2022), o seu sucesso depende de uma integração coerente entre práticas pedagógicas e infraestrutura digital. O fornecimento de equipamentos e conectividade de forma isolada terminou sendo, em muitos casos, caro e ineficaz para melhorar os resultados da aprendizagem de forma direta (Banerjee et al., 2023). Mas ao contar com equipamentos adequados, conectividade significativa e estratégias educacionais bem desenhadas e fundamentadas em marcos pedagógicos claros, a tecnologia pode complementar eficazmente o papel dos professores para melhorar os resultados da aprendizagem.

#### ● Customização para abordar a diversidade de níveis de aprendizagem

Uma das aplicações mais promissoras das intervenções tecnológicas na educação está focada em permitir que os estudantes aprendam no seu próprio ritmo. As intervenções com essa característica podem melhorar, em especial, os resultados da aprendizagem em ambientes onde o ensino na sala de aula talvez não consiga satisfazer as necessidades individuais, seja porque há uma alta proporção de alunos por professor, ou em função da diminuição dos períodos letivos.

## Quadro 1. O desafio da heterogeneidade na sala de aula

Muitos países do mundo alcançaram um notável aumento da cobertura escolar nas últimas décadas. Na América Latina e no Caribe, o índice de cobertura líquida no ensino fundamental passou de 83% em 1980 para 94% em 2018, o que indica um aumento de quase 20 milhões no número de estudantes matriculados na região (Banco Mundial, 2024ab). Esse avanço, junto com a diminuição do número de estudantes por professor nas escolas de Ensino Fundamental - que passou de 32 para quase 20 estudantes por professor no mesmo período - reflete o louvável compromisso político assumido para realizar o acesso universal à educação, e, em especial, nesta etapa.

Ao mesmo tempo, essa expansão incorporou ao sistema educacional muitos estudantes que, de outra forma, seriam possivelmente excluídos. Esses estudantes costumam proceder de lugares e contextos com níveis socioeconômicos mais baixos, e alguns deles são os primeiros de suas famílias a frequentar uma escola. A inclusão de estudantes nessas condições aumenta as disparidades dentro da sala de aula e da escola no tocante aos resultados da aprendizagem (Ganimian e Djaker, 2023). Uma maior heterogeneidade nas salas de aula, por sua vez, torna mais difícil para os professores atender a maioria dos estudantes mediante um ensino tradicional e uniformizado (Duflo et al., 2011). Isso se confirma, sobretudo, quando os professores são incentivados, seja de forma explícita ou mais sutil, a terem como foco os alunos de alto desempenho, em vez de focar na classe como um todo. Nesses casos, pode-se gerar um ambiente onde apenas os melhores estudantes se beneficiam do ensino na sala de aula, o que agravaria, ainda mais, as desigualdades. Ademais, ainda que a média de estudantes por professor na ALC tenha melhorado nas décadas recentes, nas escolas onde ainda existem classes mais numerosas, a heterogeneidade nas salas de aula pode dificultar ainda mais para os professores o esforço de adaptar seu planejamento e apoiar os estudantes em todo os níveis de proficiência.

Um elemento central dessa abordagem é o uso de tecnologias de aprendizagem adaptativa, que avaliam os níveis de proficiência e o ritmo de avanço dos estudantes, para, em seguida, ajustar o nível de dificuldade do conteúdo. Esse caráter adaptativo demonstrou ser um componente chave de diversas intervenções bem-sucedidas (Banerjee et al., 2007; Muralidharan et al., 2019; Ito et al., 2019; Carrillo et al., 2010). Em salas de aula com grandes diferenças de desempenho, a funcionalidade adaptativa permite que cada estudante trabalhe no seu próprio ritmo e dedique a sua atenção a conteúdos adaptados às suas capacidades, o que promove um progresso significativo para estudantes em todos os níveis de habilidades. Essas intervenções costumam incluir a instrução assistida por computador (IAC ou, na sigla em inglês, CAI), integrada aos planos de estudo das salas de aulas, e a aprendizagem assistida por computador (AAC ou, na sigla em inglês, CAL), que funciona independentemente do ensino conduzido pelo professor (Bai et al., 2016)<sup>2</sup>.

Ainda que algumas características, como o caráter adaptativo, pareçam ser benéficas, as evidências disponíveis ainda são limitadas quanto a outros aspectos chave do desenho dessas intervenções com tecnologia. Entre as

<sup>2</sup> A instrução assistida por computador se refere ao uso da tecnologia – frequentemente, os computadores - para compartilhar conteúdos educacionais específicos ou ajudar os estudantes por meio de lições ou exercícios. Ela está estreitamente ligada aos objetivos do ensino e utiliza a tecnologia como ferramenta didática para apoiar e melhorar o processo educacional. Alguns exemplos são os tutoriais desenhados para ensinar temas específicos de matemática ou idiomas, bem como as simulações que ilustram e explicam fenômenos científicos. Por sua vez, a aprendizagem assistida por computador abrange um conceito mais amplo, de uso dos computadores como ferramentas para facilitar o processo geral de aprendizagem. Ela pode implicar a exploração independente, a pesquisa ou atividades que transcendem a instrução estruturada. Alguns exemplos são os recursos multimídia, como vídeos ou simulações interativas para a aprendizagem autodirigida, as ferramentas de pesquisa como as bibliotecas online e os softwares educacionais usados para a aprendizagem baseada em projetos.

características sobre as quais há menos evidências, estão a “dose” (quantidade de tempo e a frequência de uso da tecnologia pelos estudantes na sala de aula), o grau ideal de customização e o tipo exato de uso durante o processo de aprendizagem.

Em termos de “dose”, por exemplo, o tempo esperado de uso pelos estudantes varia significativamente na literatura sobre o assunto. Estudos têm analisado durações diversas por sessão, que vão de 20 minutos (Beg et al., 2022) a 90 minutos (Araya et. al., 2025). A literatura também mostra diferenças na frequência de uso esperada: de duas vezes por semana (Lai et al., 2016) a seis vezes por semana (Muralidharan et al., 2019). De acordo com um estudo realizado na Rússia, duplicar a duração de uma intervenção não gerou melhorias visíveis na aprendizagem (Bettinger et al., 2023). Por outro lado, entre as intervenções revisadas para esta nota técnica, aquelas que envolveram o engajamento direto de estudantes em uma plataforma que levou a efeitos positivos normalmente requerem ao menos 25-30 minutos de interação diária. Segundo dados do teste PISA 2022, ainda que o uso de dispositivos digitais para atividades de aprendizagem nas escolas tenha certa relação com pontuações mais altas em matemática, o uso excessivo dessas tecnologias - especialmente, por mais de cinco horas diárias - está associado a um desempenho menor (OCDE, 2023). Portanto, ainda que o uso prolongado de uma plataforma tecnológica não gere resultados de aprendizagem necessariamente melhores, é preciso haver uma dose mínima de utilização para que se possa alcançar resultados positivos, e é pouco provável que o uso superficial de uma ferramenta por alguns poucos minutos possa produzir resultados significativos.

Para determinar a dose adequada de uma intervenção - isto é, quanto tempo os estudantes devem passar interagindo com essas ferramentas -, é fundamental considerar tanto o desenho dos materiais quanto o custo de oportunidade para os estudantes (por exemplo, se o tempo de uso interfere na instrução ministrada na sala de aula, ou se esse uso acontece fora do horário escolar). Um estudo realizado na Índia (Muralidharan et al., 2019) descobriu que um software que ajudava a melhorar os resultados da aprendizagem utilizado fora do horário escolar não produziu resultados de aprendizagem melhores quando utilizado na escola - entre outras diferenças -, ainda que tenha melhorado a pontuação de matemática dos estudantes com menor desempenho (de Barros e Ganimian, 2024). Isso sugere que os ganhos observados por Muralidharan et al. (2019) podem ter sido movidos, em parte, pelo tempo adicional dedicado à tarefa, e não, pela substituição do tempo dedicado em sala de aula. Em termos gerais, ainda que tenhamos poucos estudos sobre a “dose”, as evidências existentes sugerem que: 1) simplesmente aumentar a quantidade de tempo dedicado às plataformas de aprendizagem não melhora, necessariamente, os resultados da aprendizagem; 2) é provável que seja preciso um nível mínimo de uso intensivo, que costuma envolver sessões com duração de pelo menos 20-30 minutos, para alcançar efeitos positivos; e 3) é fundamental ter um entendimento sobre o que estariam fazendo os estudantes na ausência da intervenção, para que seja possível avaliar o seu verdadeiro impacto.

Outra característica a ser considerada é o grau de customização da plataforma. O desenvolvimento de softwares de avaliação sofisticados - sobretudo, os que possuem características adaptativas - requer um investimento considerável a fim de criar extensos bancos de itens, bases de dados e algoritmos capazes de adaptar os conteúdos com precisão aos níveis de desempenho de cada estudante. Porém, nem todas as funcionalidades agregadas aos produtos de tecnologia educacional para facilitar a prática terminam sendo benéficas. Por exemplo, um estudo realizado na Índia descobriu que o acréscimo de exercícios de prática independente ao final dos módulos não teve, na média, qualquer efeito após seis meses de implementação (de Barros et al., 2022). Nesses casos, o desenho da plataforma poderia funcionar eficazmente sem esses módulos de prática, e, até mesmo, otimizá-la à experiência do usuário. Portanto, é essencial identificar o nível ideal de adaptabilidade e praticidade para as intervenções autodirigidas, a fim de maximizar a efetividade das ferramentas tecnológicas, ao mesmo tempo em que se consideram os seus custos de desenvolvimento e a sua complexidade.

Por fim, as intervenções devem ser de fácil navegação para todos os estudantes, uma vez que eles precisam interagir com essas ferramentas de forma independente ou com o mínimo de ajuda. Se uma plataforma é muito complexa ou requer múltiplos passos para ser configurada, os estudantes com menor desempenho poderão ter dificuldade em acompanhar o ritmo das atividades, e isso poderia aumentar ainda mais a distância em relação aos seus pares de desempenho mais alto (Carrillo et al., 2010; He et al., 2008). Para garantir que todos os estudantes sejam favorecidos, deve-se encontrar o equilíbrio adequado entre adaptabilidade e quantidade, sobretudo, quando essas ferramentas são integradas ao ensino na sala de aula. Ainda que seja possível prover orientações sobre a “dose” otimizada, os professores desempenham um papel crucial no ajuste da duração e da frequência de uso das ferramentas, com base nas necessidades e no contexto dos seus estudantes. Ao otimizarem esses elementos, as intervenções baseadas na tecnologia podem apoiar muitos estudantes de forma mais eficaz e contribuir para a redução das diferenças de desempenho.

## Moldando o ensino na sala de aula

Além de se voltar diretamente aos alunos pela sua customização, a tecnologia permitiu que os professores transformem a forma de planejar, estruturar e ministrar suas aulas. Em alguns casos, isso complementou de forma exitosa – e não substituiu – o papel dos professores, gerando melhores resultados de aprendizagem. Por exemplo, diversos estudos mostram que quando o ensino assistido por computador é integrado de forma fluida no processo pedagógico, ele gera benefícios mais consistentes, comparado a outros métodos (Bai et al., 2016; Lai et al., 2013, 2015, 2016; Mo et al., 2014, 2015). Por outro lado, as iniciativas que buscam substituir completamente a instrução dos professores não geram necessariamente melhores resultados de aprendizagem, ainda que possam ter impactos em outros aspectos, como a atitude dos estudantes em relação à aprendizagem acadêmica (Ferman et al., 2019; Linden, 2008).

### **Quadro 2.** O desafio das limitações de conhecimentos sobre o conteúdo e de habilidades pedagógicas entre os professores

A aptidão, a capacidade de ensinar, o esforço e o conhecimento do conteúdo pelo professor são aspectos fundamentais para o sucesso dos estudantes (Chetty et al., 2014). Assim, uma instrução eficaz na sala de aula depende do domínio do conteúdo por parte do professor (isto é, do seu conhecimento da disciplina) e da sua capacidade de ensiná-lo adequadamente (suas habilidades pedagógicas). Quando há deficiências em algum desses elementos, os alunos podem receber informações imprecisas ou aulas mal ministradas, com o potencial de afetarem negativamente o seu processo de aprendizagem. Por outro lado, um sólido conhecimento dos conteúdos e práticas de ensino efetivas é fundamental para melhorar os resultados educacionais (Angrist et al., 2023b; Gess-Newsome et al., 2019).

Na América Latina, as evidências sugerem a existência de deficiências preocupantes nessas áreas. Por exemplo, um estudo realizado no Paraguai, na República Dominicana e em Nuevo León (no México) mostrou que nas salas de aula, continuam predominando práticas docentes menos efetivas, como a repetição mecânica e a memorização (Näslund-Hadley et al., 2014b). A mesma pesquisa indicou que a existência de abordagens pedagógicas que estimulam um envolvimento cognitivo mais profundo poderia levar a um melhor desempenho nas avaliações internacionais. Além disso, há evidências de que, na média, os professores da região apresentam habilidades cognitivas e numéricas mais baixas em comparação com pessoas de outras formações de educação terciária (Estrada e Lombardi, 2023). Por isso, as intervenções que abordam as lacunas no conhecimento dos conteúdos ou melhoram as práticas pedagógicas dos professores podem ser essenciais para melhorar os resultados da aprendizagem na região.

A complementação do ensino na sala de aula com conteúdo tecnológico que esteja bem-alinhado e fortaleça o conteúdo ensinado nas aulas pode ser eficaz. Estudos realizados no Paquistão, Paraguai e Índia (Beg et al., 2022; Näslund-Hadley et al., 2014a; Wennersten et al., 2015) examinaram o impacto de conteúdos previamente gravados, que foram desenhados para complementar o ensino na sala de aula. No Paquistão, foram oferecidos materiais de alta qualidade, adaptados ao contexto local, os quais complementaram o conteúdo ensinado durante o horário das aulas habituais, e dotaram os professores de ferramentas para análise do conteúdo do vídeo, por meio de avaliações de múltipla escolha, em particular, sobre temas que eles mesmos às vezes ainda não dominavam (veja o Quadro 2). Do mesmo modo, a intervenção no Paraguai incluiu aulas previamente gravadas que seguiam o currículo nacional de matemática para a educação pré-escolar e eram compartilhadas em formato bilingue em espanhol e guarani, a fim de adaptar o ensino às condições locais da população estudantil.



**Outras evidências sugerem que empoderar a equipe docente com materiais didáticos e planos de aula de alta qualidade, por meio de programas de pedagogia estruturada compartilhados de forma remota, pode melhorar os resultados da aprendizagem.**



Outras evidências sugerem que empoderar a equipe docente com materiais didáticos e planos de aula de alta qualidade, por meio de programas de pedagogia estruturada compartilhados de forma remota, pode melhorar os resultados da aprendizagem. Estudos realizados no Senegal, em Gâmbia e no Quênia (Blimpo et al., 2020; Lehrer et al., 2019; Gray-Lobe et al., 2022) descobriram que o fornecimento de ferramentas tecnológicas com características como guias de classe impulsionou as pontuações nos exames. Os programas abrangentes do Senegal e do Quênia melhoraram o acesso de professores e estudantes à tecnologia, ao mesmo tempo em que otimizaram os métodos de ensino e a participação estudantil. Ainda que os pesquisadores não tenham isolado os efeitos individuais de cada componente, incluindo a tecnologia, os estudos destacam como essa tecnologia pode potencializar uma reforma educacional mais ampla que inclua abordagens pedagógicas mais sólidas para os professores.

Entretanto, nem todos os casos de realocação de recursos em resposta às mudanças tecnológicas na educação produziram resultados positivos. Por exemplo, um estudo realizado em escolas de Ensino Fundamental - Anos Finais da Costa Rica com foco no aprimoramento do currículo de matemática do 7º ano avaliou uma nova abordagem pedagógica para promover a aprendizagem ativa em geometria (Berlinski e Busso, 2017). Esse estudo também avaliou o uso de diversas tecnologias, incluindo lousas interativas, laboratórios de informática e computadores individuais, em diferentes grupos experimentais. Os resultados revelaram que nenhum desses grupos alcançou melhorias na aprendizagem; na verdade, as intervenções que promoviam a aprendizagem ativa e a tecnologia integrada apresentaram efeitos negativos significativos. Apesar dos altos níveis de compromisso docente e de uma aplicação adequada, a introdução da tecnologia gerou obstáculos nas interações entre professores e estudantes. De forma semelhante, um estudo realizado na Índia que oferecia aos professores formação continuada, materiais e acompanhamento para a integração de vídeos de alta qualidade à sua prática pedagógica gerou efeitos negativos nas pontuações de matemática, efeitos nulos nas pontuações de ciências e efeitos adversos na qualidade do ensino, das práticas docentes e da atitude dos estudantes em relação a ambas as disciplinas. Tanto no estudo costarricense como no indiano, problemas como o tempo necessário para configurar e fazer a transição para as plataformas tecnológicas afetaram negativamente os resultados da aprendizagem, a disciplina na sala de aula e as práticas pedagógicas dos professores. Esses resultados servem-nos como um alerta contra mudanças abruptas no ensino e no currículo, em particular, quando tais mudanças implicam ajustes tecnológicos significativos na sala de aula.

Em suma, a tecnologia tem o potencial de transformar o ensino nas salas de aula e ajudar os professores a

compartilhar suas lições com maior eficiência e solidez pedagógica, enquanto permite que os alunos estudem com materiais e recursos adaptados ao seu nível de aprendizagem. As intervenções mais bem sucedidas nesse âmbito não pretendem substituir os professores, e, sim, melhorar as interações entre professores e estudantes, seja liberando mais tempo para os professores ou dando suporte às suas atividades de ensino. Porém, nem todos os casos de realocação de recursos foram bem-sucedidos. A chave para alcançar resultados positivos reside em assegurar que a intervenção permita efetivamente alcançar os resultados desejados. Por exemplo, se o objetivo de uma intervenção é ajudar a planejar as classes, o tempo de planejamento docente deveria diminuir. Além disso, é fundamental que a nova alocação de recursos melhore a experiência estudantil e os resultados da aprendizagem. Isso nos leva a uma pergunta central: os professores estão dedicando mais tempo às atividades centradas nos estudantes como resultado da introdução da tecnologia na sala de aula?

### ● O fornecimento de dispositivos, por si só, não conduz a melhores resultados de aprendizagem

Uma intervenção habitual na área da tecnologia na educação é a prática de fornecer dispositivos aos estudantes, em particular, àqueles que antes estavam excluídos do ambiente digital. Um exemplo de destaque é o programa *One Laptop per Child* (“Um laptop por criança”; na sigla em inglês, OLPC), cujo objetivo era fornecer a cada estudante um computador portátil. Governos, ONGs e doadores fizeram fortes investimentos no âmbito desta iniciativa, esforçando-se para alcançar o marco de um dispositivo por estudante, seja distribuindo os computadores diretamente ou fornecendo conjuntos de dispositivos para as aulas em quantidade suficiente para atender todos os estudantes. Inclusive nos países de renda mais baixa, aumentar o acesso à tecnologia nas escolas passou a ser uma prioridade ou horizonte de política pública relevante (Kozma e Surya Vota, 2014). Vale reconhecer que muitos desses programas foram desenhados, principalmente, para superar a lacuna digital e promover o acesso equitativo à tecnologia - um objetivo que foi cumprido em diferentes graus (Díaz et al., 2022). Porém, as evidências mostram que o objetivo de melhorar a aprendizagem não se materializou na mesma medida.

#### **Quadro 3.** O desafio da desigualdade no acesso à tecnologia

Um risco significativo da educação impulsionada pela tecnologia é que ela pode exacerbar disparidades educacionais, se o acesso à tecnologia não for universal. Quando estudantes com maior desempenho ou mais recursos econômicos possuem acesso a ferramentas tecnológicas que não estão ao alcance dos seus pares menos favorecidos, as lacunas de desempenho educacional podem aumentar. Esse risco é particularmente preocupante em regiões com graves desigualdades econômicas, como é o caso da América Latina e do Caribe. Por exemplo, quase 40% dos jovens de 15 anos provenientes de ambientes vulneráveis na região continuam sem ter acesso à internet em sua instituição de ensino, e 20% frequentam escolas sem acesso a computadores para uso estudantil. Por sua vez, o acesso a ambos os recursos é universal entre estudantes de contextos vulneráveis nos países da OCDE (Arias Ortiz et al., 2024). Além disso, 94% dos estudantes do quintil mais rico na América Latina têm acesso a um computador em casa para realizar as tarefas escolares - mais que o triplo dos estudantes do quintil mais pobre (Arias Ortiz et al., 2020a). Essas lacunas não apenas afetam a capacidade que os sistemas educacionais têm de executar intervenções para melhorar os resultados da aprendizagem, mas também a sua capacidade de dar resposta a crises como a da COVID-19, quando a educação precisou migrar a modalidades à distância - o que prejudicou, em particular, os estudantes que tinham acesso limitado às plataformas e dispositivos necessários.

Para abordar essas disparidades, são necessárias iniciativas que busquem superar a lacuna digital. Mas os formuladores de políticas públicas também devem considerar os elevados custos associados ao fornecimento e à manutenção de dispositivos, bem como à provisão de conectividade educacional significativa em grande escala (Drees-Gross e Zhang, 2021). Ainda que a ampliação do acesso à tecnologia e a conectividade significativa<sup>3</sup> sejam condições viabilizadoras para a execução de intervenções mais eficazes, baseadas na tecnologia e centradas nos estudantes, esses elementos, por si sós, não melhoram de forma direta os resultados da aprendizagem. Portanto, eles precisam estar acompanhados de investimentos em conteúdos e plataformas de qualidade. Além disso, é primordial investir na formação e no desenvolvimento das competências docentes, para que os professores possam utilizar esses materiais e ferramentas de forma eficaz (veja a Seção 3). Por fim, para que essas iniciativas sejam sustentáveis, é preciso haver pessoal formado capaz de gerir a infraestrutura de rede e manter os equipamentos, juntamente com um robusto sistema de assistência técnica para as redes escolares, que assegure que a tecnologia continuará funcionando e estará disponível para a aprendizagem.

Apesar dos esforços generalizados para aumentar o acesso estudantil a dispositivos, continua havendo pouca evidência de que esses dispositivos, por si sós, aprimoram os resultados da aprendizagem. Não está demonstrado que a simples entrega de equipamentos tecnológicos é capaz de melhorar diretamente o rendimento acadêmico. As avaliações dos programas OLPC em países como Colômbia, Peru, Uruguai e Costa Rica revelam, sistematicamente, um impacto limitado ou nulo no desempenho estudantil (Barrera-Osorio e Linden, 2009; Beuermann et al., 2015; Cristia et al., 2010, 2017; de Melo et al., 2014; Meza-Cordero, 2017). Nos casos em que foram estudados os efeitos dessas políticas no longo prazo, os resultados não apresentaram melhorias. Por exemplo, um estudo de acompanhamento de um programa OLPC aplicado no Uruguai não encontrou efeitos significativos em termos de sucessos educacionais (Yanguas, 2020). De forma similar, um acompanhamento de longo prazo do estudo de Cristia et al. de 2017 sobre a iniciativa OLPC no Peru não detectou mudanças no desempenho acadêmico. Além disso, o estudo informou efeitos negativos sobre a conclusão oportuna do ensino fundamental (Cueto et al., 2024). Por sua vez, iniciativas como a substituição de livros-texto por computadores portáteis em Honduras não levaram a melhorias nos resultados da aprendizagem - a despeito dos altos custos incorridos (Bando et al., 2017). Duas questões recorrentes em todas essas iniciativas têm sido a subutilização de dispositivos e a formação docente insuficiente sobre como integrar a tecnologia ao ensino diário (Lavinás e Veiga, 2013; Barrera-Osorio e Linden, 2009). Além disso, ainda que os estudantes tenham passado mais tempo utilizando os computadores, como se observou nas avaliações da OLPC (Meza-Cordero, 2017), isso aconteceu, com frequência, em detrimento de outras atividades, como fazer o dever de casa ou brincar ao ar livre. Em alguns casos, o fornecimento de tecnologia teve, inclusive, repercussões negativas nos resultados acadêmicos (Angrist e Lavy, 2002; Malamud e Pop-Eleches, 2011).

Em geral, as evidências que relacionam o fornecimento de tecnologia com melhores resultados de aprendizagem continuam limitadas. Muitas das intervenções eficazes e custo-efetivas citadas neste relatório dependem da efetiva disponibilidade de dispositivos e de uma conectividade significativa nas escolas. Ainda

<sup>3</sup> A conectividade significativa é definida a partir do cumprimento de duas condições principais: 1) um megabyte por segundo (mbps) por estudante no turno mais movimentado da escola; e 2) intensidade de sinal superior a -70 decibéis-miliwatts (dBm) em todos os ambientes educacionais da escola. Isso permite que a) todos os estudantes do turno possam simultaneamente fazer uso geral da internet, por exemplo, acessando o correio eletrônico e páginas de notícias, ou fazendo buscas na rede; b) a metade dos estudantes do turno possa acessar a internet ao mesmo tempo, e, entre eles, um a cada três possa realizar atividades de vídeo; e c) um quarto dos estudantes do turno possa participar simultaneamente de atividades de vídeo na internet. <https://blogs.iadb.org/educacion/es/mas-alla-del-acceso-como-garantizar-una-conectividad-significativa-para-todas-las-escuelas/>

que o acesso aos dispositivos e a conectividade constitua uma condição necessária, ela não é suficiente, por si só, para favorecer a aprendizagem. Os programas educacionais baseados na tecnologia devem estar fundamentados a partir de marcos pedagógicos claros (veja o Quadro 3). Ao mesmo tempo, a experiência de iniciativas como a Ceibal do Uruguai demonstra que, ainda que o mero fornecimento de dispositivos não garanta melhores resultados de aprendizagem de forma direta (de Melo et al., 2014; Yanguas, 2020), ainda assim, é possível reduzir a lacuna digital. Ao facilitar o acesso a computadores pessoais e viabilizar um maior uso dos serviços de internet, a iniciativa reduziu a lacuna de acesso digital entre diferentes grupos socioeconômicos (Díaz et al., 2022). Ademais, esses programas podem fortalecer o desenvolvimento de habilidades digitais entre os alunos (Rodríguez-Segura, 2022), o que pode ser traduzido em benefícios no mercado de trabalho no futuro.

Nesse sentido, a ampliação do acesso à tecnologia não deve ser vista como um meio de melhorar os resultados de aprendizagem de forma direta, mas é um fator essencial para desenvolver as capacidades de aprendizagem dos estudantes e prepará-los para um desenvolvimento bem-sucedido nos seus futuros ambientes de trabalho digitais. Além disso, o acesso à tecnologia pode ser benéfico para futuras intervenções de aprendizagem, em especial, entre estudantes de contextos vulneráveis que, de outra forma, poderiam não ter acesso ao apoio tecnológico que está ao alcance de seus colegas.

## **B. Ampliar o acesso e viabilizar trajetórias educacionais completas**

---

### **Ensino e formação à distância**

As iniciativas de transformação digital na educação ampliaram as oportunidades para que diferentes atores, como professores, gestores, estudantes, famílias e comunidade em geral tenham acesso a recursos educacionais e se envolvam mais profundamente no processo educacional. Isso pode melhorar o acesso daqueles que estão completamente fora do sistema educacional – aumentando, assim, a cobertura global dos sistemas educacionais – e fomentar uma maior participação e envolvimento por aqueles que estão incluídos no sistema de forma marginal e correm o risco de desvinculação. Esta seção destaca diversos exemplos de como a tecnologia foi capaz de apoiar eficazmente os sistemas educacionais em ambos os sentidos.

Em primeiro lugar, as intervenções de amplo alcance focadas em aprimorar a infraestrutura escolar podem aumentar consideravelmente o acesso à educação, sobretudo, em zonas remotas onde não existem outras soluções disponíveis. Essas zonas podem carecer de professores em certas disciplinas, ou ser lugares onde as abordagens tradicionais tornam-se financeiramente inviáveis, como no caso das escolas em localidades isoladas onde a alocação de pessoal específico e satisfatório é difícil (veja o Quadro 4). Por exemplo, estudos realizados no Peru sobre o provimento de internet a escolas (Lakdawala et al., 2023) e na Tanzânia sobre eletrificação e ferramentas didáticas (Seo, 2017) mostram que as iniciativas implantadas para melhorar a infraestrutura digital podem fortalecer regiões com menor desenvolvimento a superar as lacunas tecnológicas, ajudando os estudantes e reduzindo as desigualdades. Nessas zonas remotas, onde o estabelecimento de escolas formais pode se deparar com um desafio logístico, programas como as telesecundárias do México oferecem alternativas factíveis para viabilizar uma cobertura universal (Fábregas e Navarro-Sola, 2024; Borghesan e Vasey, 2024). Intervenções tecnológicas assíncronas desse tipo podem criar uma infraestrutura de base sobre a qual é possível desenvolver iniciativas com maior consonância pedagógica que sejam capazes de contribuir diretamente à melhoria dos resultados da aprendizagem.

#### Quadro 4. O desafio da "última milha" na educação

Como foi descrito acima, nos últimos anos, houve um notório aumento das taxas de cobertura em toda a América Latina e no Caribe. Por exemplo, a cobertura líquida do ensino fundamental - anos finais na ALC passou de 59% em 1986 a 78% em 2018 (Banco Mundial, 2024e). Ainda assim, o objetivo de alcançar a cobertura universal continua sendo um desafio, inclusive no ensino fundamental - anos iniciais, uma vez que persistem diferenças substanciais, tanto internamente como entre os países. Por exemplo, enquanto a média regional de crianças sem escolarização na idade de estarem frequentando o ensino fundamental diminuiu para 3,1% (Banco Mundial, 2024c), países como Honduras e El Salvador continuam registrando taxas em torno de 18 a 19%. Ademais, as disparidades geográficas e socioeconômicas dentro dos países aumentam o desafio de alcançar uma cobertura universal. Em Honduras, por exemplo, a lacuna na cobertura entre crianças de zonas rurais e urbanas de 6 a 11 anos de idade é de 6 pontos percentuais; essa taxa é quatro vezes maior entre jovens de 15 a 17 anos (CIMA, 2024). Em termos socioeconômicos, diferenças similares podem ser observadas: por exemplo, no Paraguai e no Uruguai, as taxas de frequência dos jovens de 15 a 17 anos apresentam uma lacuna de 27 a 37 pontos percentuais entre os quintis de renda mais alta e mais baixa (CIMA, 2024).

As decisões de matrícula desses grupos populacionais são influenciadas por múltiplos fatores. Porém, um obstáculo importante na região é a distribuição desigual dos recursos educacionais, em especial, nas zonas rurais. Essa questão é particularmente urgente, considerando que cerca de 1/5 da população da região vive em áreas rurais (Banco Mundial, 2024d). Por exemplo, aproximadamente 5% da população da Guatemala e 12% da população do Peru moram a mais de três quilômetros de uma escola primária pública (Rodríguez-Segura e Kim, 2021). A construção e alocação de pessoal em escolas nessas zonas menos densamente povoadas enfrentam desafios consideráveis, uma vez que essas escolas não apenas têm um custo mais alto por estudante, mas também contribuem pouco às taxas nacionais de cobertura educacional.

Em essência, o desafio da *milha final* - que implica matricular, reter e proporcionar educação de alta qualidade às crianças que atualmente não estão frequentando as aulas ou vivem em zonas remotas - garantindo este direito à todas as crianças - é um desafio particularmente crucial em comunidades marginalizadas. A transformação digital oferece uma oportunidade de prover educação de alta qualidade aos alunos mais difíceis de serem alcançados. A tecnologia pode ser usada para conectar populações geograficamente isoladas em grande escala, com custos marginais relativamente baixos, e, assim, ampliar a cobertura e diminuir o abandono escolar.

Mais além do investimento em conectividade significativa e dispositivos, a tecnologia educacional facilitou o ensinamento síncrono à distância em zonas anteriormente desatendidas. Por exemplo, o Centro de Mídias do Estado do Amazonas - CEMEAM, no Brasil, garante ensino médio síncrono em lugares remotos no Estado. O programa busca superar as barreiras geográficas ao prover o acesso essencial ao ensino médio em lugares onde, de outra forma, esse serviço poderia não estar disponível (Cossi Fernandes et al., 2024).

De forma semelhante, o programa uruguaio *Ceibal en Inglés*<sup>4</sup> (CEI) conecta os estudantes a professores de inglês estrangeiros por videoconferência. Desse modo, os estudantes podem ter acesso a aulas de inglês que

<sup>4</sup>O CEI é um programa de ensino síncrono de inglês desenhado para estudantes do 4º ao 6º ano do ensino fundamental, pelo qual professores de inglês (estrangeiros) ministram aulas semanais à distância a grupos de estudantes através de um link de videoconferência, igual aos links utilizados nos centros de trabalho para reuniões virtuais. Essas aulas são dadas conjuntamente com o professor presencial na sala de aula, que as prepara e as facilita. O CEI foi lançado em 2012 como uma forma de universalizar a cobertura do ensino do idioma inglês.

não estariam disponíveis de outra forma, quando se considera a escassez de docentes qualificados em este conteúdo. O programa ampliou consideravelmente o alcance do ensino de inglês no Uruguai. Em 2013, apenas 27% dos estudantes do ensino fundamental tinham acesso a aulas presenciais de inglês. Com a incorporação do CEI, quase todos os estudantes do Uruguai atualmente têm acesso a aulas de inglês, seja de forma presencial ou por videoconferência (Kaplan e Reyes, 2022). Além disso, as provas nacionais que avaliam a proficiência no idioma inglês não mostram diferenças consideráveis entre os resultados dos alunos que participam de aulas presenciais de inglês e os resultados dos alunos que aprendem com o programa Ceibal en Inglés (Marconi et al., 2023). Com a mesma estratégia de execução, desde 2017, o Ceibal implantou o ensino de pensamento computacional para estudantes do 4º ao 6º ano do ensino fundamental. Em 2023, o programa alcançou 83% das escolas urbanas, ministrando uma aula semanal por meio de uma sessão de videoconferência de 45 minutos, guiada por um instrutor à distância com o auxílio do professor presencial. Os dados dos resultados obtidos nas avaliações do pensamento computacional mostram uma redução da lacuna educacional entre diferentes níveis socioeconômicos. Ainda que os resultados continuem favorecendo os estudantes de ambientes socioculturais mais altos, registra-se uma redução da diferença, de 1,20 para 0,62 pontos (Urruticoechea et al., 2022).

De forma semelhante, um programa em grande escala implementado na China contribuiu para a melhora do desempenho acadêmico e dos resultados no mercado de trabalho, ao oferecer aos estudantes de escolas rurais conferências previamente gravadas por professores de destaque de áreas urbanas, através de internet via satélite (Bianchi et al., 2022). Por fim, a utilização de diversas adaptações da série “Vila Sésamo” (Sesame Street) em diferentes contextos evidenciou efeitos positivos no desenvolvimento de habilidades precoces de aritmética e alfabetização em crianças pequenas (Borzekowski e Henry, 2011; Borzekowski, 2018; Borzekowski et al., 2019a; Borzekowski et al., 2019b). Esses exemplos mostram o potencial da tecnologia para viabilizar o acesso a conteúdo educacional e materiais didáticos de alta qualidade em larga escala.

O ensino à distância não precisa ser o único apoio educacional disponível aos estudantes, podendo ser integrado aos ambientes educacionais tradicionais para que se possa enfrentar desafios como a escassez de professores altamente qualificados em zonas remotas. Por exemplo, o CEMEAM, o CEI e o programa de telesecundarias do México conjugam classes síncronas ou assíncronas com o apoio presencial, onde os professores locais têm acesso a textos de referência e guias didáticos que acompanham o conteúdo das aulas (Borghesan e Vasey, 2024). Essa abordagem integral serve para remediar as deficiências de pessoal e de conhecimento dos conteúdos. Elas buscam melhorar o acesso a uma educação de qualidade sem a necessidade urgente de aumentar consideravelmente o número de docentes altamente qualificados - o que poderia gerar dificuldades quanto a contratações e retenção.

Em contextos de insuficiência de professores qualificados para determinadas disciplinas, ou onde não é viável contar com todo o pessoal necessário, a transmissão ao vivo de aulas ou o ensino direto por meio de plataformas tecnológicas pode representar uma alternativa eficaz. Além dos exemplos do CEMEAM e do CEI, outros estudos de caso provenientes de Gana e da Índia demonstraram o potencial do ensino síncrono à distância para melhorar os resultados da aprendizagem. Ambos os estudos de caso registraram notáveis avanços em pelo menos uma disciplina, graças às aulas síncronas ministradas por professores de localidades centrais (Johnston e Ksoll, 2022; Naik et al., 2020). De forma semelhante, as tutorias ao vivo por meio de ligações telefônicas demonstraram ser um método promissor para o compartilhamento da educação à distância em situações de emergência ou de fechamento de escolas em cinco países da Ásia e da África Subsaariana (Angrist et al., 2023a).

A relação custo-efetividade do ensino à distância, seja na forma assíncrona ou síncrona, é particularmente promissora, uma vez que seus custos primários são fixos, o que permite contar com custos marginais baixos por cada estudante adicional. Por exemplo, na Índia, foi implementado um programa que alcançou quase

2000 escolas e melhorou perceptivelmente a aprendizagem a um custo por estudante inferior a USD 2 por ano (Naik et al., 2020). Portanto, quando se tem acesso a dispositivos adequados contando com uma conectividade significativa, a tecnologia permite oferecer conteúdo de alta qualidade em grande escala com custos marginais mínimos, uma vez que a maior parte do gasto é destinada à elaboração de materiais, e não à sua distribuição. Inclusive, quando é necessário prover a infraestrutura, como conectividade significativa, a tecnologia pode continuar sendo uma alternativa mais econômica e sustentável, em escolas de áreas com baixa densidade populacional, do que buscar a alocação completa de pessoal – opção esta que, apesar de ideal, poderia gerar outros desafios de médio prazo, como o desafio da retenção docente. Além de viabilizar o ensino síncrono ou assíncrono à distância, a tecnologia também pode ajudar diferentes atores, a exemplo dos professores, a ter acesso a conteúdo e ferramentas que, de outra forma, não estariam ao seu alcance. Por exemplo, estudos realizados na África do Sul (Kotze et al., 2019; Cilliers et al., 2022) e em Gana (Wolf et al., 2018) demonstraram o potencial da formação docente à distância, ministrada por capacitações e reuniões virtuais. Esses estudos sugerem que a formação virtual de professores pode gerar benefícios similares aos da formação presencial, além de ser mais custo-efetiva e escalável em termos logísticos. Entretanto, o acompanhamento de mais longo prazo do estudo sobre a África do Sul apontou uma diminuição nos retornos gerados pelas tutorias virtuais. Apesar de serem necessários mais estudos para que possamos compreender melhor a efetividade desse formato de desenvolvimento profissional, a tecnologia continua tendo um grande potencial no sentido de trazer ferramentas e formas de ensino para mais perto de estudantes em situação desvantajosa e professores sem acompanhamento.

## ● Maiores níveis de frequência escolar e participação da família

Além de permitir que estudantes em situações desvantajosas e professores sem acompanhamento tenham acesso ao sistema educacional e a oportunidades que são mais acessíveis aos seus pares, a tecnologia pode envolver outros atores educacionais, como os estudantes e as suas famílias, em uma participação mais ativa. Há cada vez mais evidências que respaldam a aplicação de iniciativas custo-efetivas para difundir informações em escala e fomentar, assim, mudanças de conduta positivas.

### Quadro 5. O desafio da assimetria de informação na tomada de decisões

A falta de precisão nas informações sobre o desempenho e o comportamento dos estudantes pode fazer com que pais, mães e formuladores de políticas públicas tomem decisões desacertadas sobre a alocação de tempo e recursos. Além disso, há sólidas evidências que demonstram que famílias e gestores responsáveis por políticas públicas costumam ter crenças errôneas sobre o real nível de desempenho dos estudantes. Por exemplo, um estudo realizado no Chile revelou que muitos pais e mães carecem de informações precisas sobre o desempenho acadêmico de seus filhos. 26% deles não foram capazes de dizer com certeza quais eram as suas qualificações, enquanto 48% não conseguiram estimar a sua frequência escolar nas duas semanas anteriores (Berlinski et al., 2022). Outro estudo realizado em Malawi revelou que as crenças dos responsáveis sobre o desempenho acadêmico dos seus filhos eram diferentes do desempenho real em mais de um desvio padrão, na média. Nesse estudo, apenas dois terços identificaram corretamente qual dos seus filhos tinha um melhor desempenho acadêmico (Dizon-Ross, 2019). Da mesma forma, na Colômbia, os responsáveis subestimaram as capacidades de leitura dos seus filhos por meio desvio padrão, na média, e superestimaram as suas capacidades matemáticas por quase um desvio padrão completo (Barrera-Osorio et al., 2020). Por fim,

um estudo realizado em uma comunidade de baixa renda de Los Angeles (nos EUA) revelou que familiares superestimaram o número de vezes que os seus filhos terminaram o dever de casa a tempo, mostrando um viés constante tendendo a uma percepção favorável do esforço escolar (Bergman, 2021). Por sua vez, alguns desses estudos sugerem que, quando se corrigem as crenças dos responsáveis, é possível gerar mudanças tanto no seu comportamento quanto no desempenho dos seus filhos. No estudo de Malawi, após receberem informações sobre o desempenho real, as famílias ajustaram o investimento educacional realizado em cada filho como consequência. Do mesmo modo, nos Estados Unidos, com o alinhamento das percepções parentais sobre o cumprimento do dever de casa com a realidade, foram registradas melhorias moderadas de desempenho acadêmico – especialmente, em matemática.

O problema das crenças errôneas sobre o desempenho acadêmico escolar inclui os formuladores de políticas públicas. Uma pesquisa realizada em 35 países revelou que, ainda que os formuladores de políticas públicas costumem ter uma percepção, em geral, precisa sobre os níveis de escolarização, os gastos com a educação e os benefícios econômicos, eles superestimam consideravelmente os níveis de alfabetização do seu sistema educacional. Em termos mais concretos, eles estimaram que, na média, aproximadamente a metade das crianças de 10 anos de idade do país sabiam ler, enquanto as avaliações reais mostraram um número mais próximo de um a cada cinco estudantes (Crawford et al., 2021).

As percepções inexatas sobre o desempenho estudantil podem levar a políticas públicas e decisões familiares bem-intencionadas, porém, pouco eficazes. Contar com informações precisas pode corrigir essas crenças e proporcionar aos atores em questão as ferramentas necessárias para que ajam com eficácia. Assim, o esforço de sanar algumas dessas lacunas de informação constitui uma estratégia promissora para melhorar os resultados educacionais.

As informações compartilhadas com pais, mães e estudantes por meio desses programas podem ter diversos formatos: dados atualizados sobre o desempenho acadêmico, conselhos sobre como apoiá-los melhor, ou informações sobre aspectos menos acessíveis para as famílias, como os retornos positivos da educação ou a qualidade das escolas (veja o Quadro 5). Por exemplo, um programa no Chile realizou campanhas nas quais eram encaminhadas mensagens de texto com frequência para informar aos responsáveis sobre o desempenho, a frequência e o comportamento dos seus filhos (Berlinski et al., 2022). Em apenas quatro meses, essa intervenção gerou melhorias consideráveis nos resultados dos exames e na frequência às salas de aula.

Os programas de apoio à distância também se mostraram promissores para o fomento de práticas mais sólidas nos lares. No Uruguai, foi realizada uma intervenção comportamental que enviou mensagens a familiares de estudantes da pré-escola durante 13 semanas, por meio de um aplicativo móvel. A estratégia contribuiu para melhorar os indicadores de desenvolvimento infantil, em particular, em zonas mais remotas. A intervenção também melhorou a frequência escolar de determinados grupos de estudantes (Mateo Díaz et al., 2020). De forma similar, uma intervenção aplicada em Goiás, no Brasil, enviou mensagens com dicas de comportamento aos estudantes ou seus responsáveis por mensagens de texto durante os 12 meses de duração do fechamento das escolas em decorrência da pandemia do COVID-19. As mensagens tinham como foco o desenvolvimento de habilidades socioemocionais no processo de aprendizagem à distância e ajudaram a evitar em 7,5% a perda da aprendizagem em matemática e em 24% a perda em português (Lichand et al., 2024).

Outro aspecto da assimetria de informações que pode influenciar o comportamento dos pais é a sua percepção sobre o valor da educação. Nesse sentido, a estratégia de prover informações sobre os retornos educacionais tem sido eficaz para influenciar o seu comportamento. Por exemplo, no Haiti, uma intervenção não baseada em

tecnologia que ofereceu informações sobre a qualidade das escolas gerou melhorias em escala no desempenho dos estudantes (Borger et al., 2024). Os estudos baseados em tecnologia que buscam corrigir ideias errôneas sobre os retornos educacionais por meio de vídeos e infográficos contextualizados também repercutiram positivamente no desempenho e nas aspirações dos estudantes (Neilson et al., 2014, 2018). O estudo sobre o Haiti demonstra que nesses tipos de intervenções, a tecnologia nem sempre é necessária; mas quando se conta com a devida capacidade, a tecnologia permite alcançar uma maior parcela da população por uma fração pequena do custo dos métodos tradicionais. Assim, a tecnologia pode melhorar a relação custo-efetividade desses programas.

A tecnologia também tem sido usada na América Latina e no Caribe para distribuir informações que facilitem a escolha de onde estudar. No Equador e no Peru, um estudo utilizou o correio eletrônico e o WhatsApp para enviar às famílias informações personalizadas sobre as alternativas escolares e os riscos de matricular-se em diferentes locais. O estudo mostrou que no Peru, essas informações influenciaram as preferências dos responsáveis no momento de selecionarem uma escola (Arteaga et al., 2022). No Equador, por sua vez, a intervenção não produziu mudanças consideráveis de comportamento. Os autores apontam diversas razões que poderiam explicar esses resultados, entre elas, as diferenças nos canais de distribuição das informações e uma menor densidade de escolas no Equador - o que permite supor que os familiares equatorianos já tinham conhecimento suficiente das opções educacionais disponíveis em nível local.

De forma similar, as intervenções comportamentais baseadas na tecnologia podem ser adaptadas às equipes docentes, viabilizando que os formuladores de políticas públicas implementem esse tipo de programa em grande escala. Por exemplo, um estudo sobre os efeitos da oferta de informações para ajudar os professores a tomarem melhores decisões no sistema centralizado de alocação de vagas do Equador (Elacqua et al., 2022) encontrou que estes tiveram uma probabilidade maior de mudar as suas preferências e acrescentar novas escolas às suas postulações. Isso, ao final, levou a uma nova distribuição estável do pessoal docente, uma vez concluído o processo de alocação de vagas. Da mesma forma, no Peru, foram realizadas intervenções que envolveram professores e a direção das escolas por meio de lembretes de SMS sobre prazos. Essas intervenções incorporaram elementos da economia do comportamento, como a personalização das mensagens com os nomes dos destinatários (Dustan et al., 2023; Vakis e Farfan, 2018).

Ainda que essas campanhas informativas costumem produzir efeitos moderados, elas se tornam atraentes em função do seu baixo custo e sua escalabilidade. Uma vez implementado um sistema de automatização de envio de mensagens por plataformas como o WhatsApp ou SMS, o custo marginal de acrescentar novos usuários ou enviar mensagens adicionais é relativamente mínimo. Assim, os baixos custos podem justificar que os efeitos sejam mais modestos em resultados mais importantes, como os resultados de aprendizagem.

Apesar dos possíveis benefícios da tecnologia no momento de escalar as intervenções comportamentais de forma custo-efetiva, podem existir limitações ligadas à efetividade do seu alcance entre familiares e professores. Por exemplo, um estudo no Chile abordou a escassez de professores qualificados, estimulando os estudantes do ano final do ensino médio a cursar carreiras pedagógicas (Ajzenman et al., 2023). O estudo forneceu informações pelo WhatsApp sobre o processo de candidatura ao ensino superior, acompanhadas de reflexões que destacavam diferentes motivos para escolher a carreira docente. Foram comparados dois métodos de entrega de mensagens: através de agentes humanos e por meio de um chatbot. Ainda que ambas as intervenções tenham sido desenhadas para oferecer conteúdo semelhante, a abordagem humana foi extremamente bem-sucedida. O estudo conclui que, caso seja escalada, essa estratégia poderia reduzir o déficit de pessoal docente, estimado no Chile entre 0,8% e 2% para 2025. Por sua vez, a intervenção do chatbot teve efeitos muito menores - entre 2/3 e a metade - e, em geral, não foram estatisticamente significativos. O estudo apresenta uma advertência importante: ainda

que a tecnologia possa ser eficaz como plataforma de distribuição para esse tipo de intervenções, os conteúdos gerados por pessoas parecem ser mais eficientes que os gerados pela tecnologia.

Em termos gerais, as soluções tecnológicas bem desenhadas e corretamente implementadas podem melhorar significativamente a participação dos atores educacionais, tanto em termos de cobertura como de engajamento. Ao facilitar o acesso ao ensino em lugares onde não estava disponível antes, e ao influenciar o comportamento dos atores educacionais de forma escalável e custo-efetiva, a tecnologia pode ser fundamental para ampliar o alcance e o impacto dos sistemas educacionais. Porém, para assegurar que essas intervenções promovam uma maior participação e efetividade, é essencial adaptá-las às especificidades de cada contexto e contar com uma abordagem clara para o tratamento de limitações de cada sistema.

## C. Eficiência na prestação do serviço educacional

---

Na educação, como em outros setores, a tecnologia pode ajudar organizações e governos a serem não apenas mais eficazes, mas, também, mais eficientes na prestação de serviços. A tecnologia pode fazê-lo, ao 1) melhorar a qualidade e o alcance da prestação do serviço educacional, e do seu monitoramento; 2) reduzir custos; e 3) ampliar os resultados (por exemplo, as horas de contato com os estudantes) sem incrementar os gastos de forma considerável. Essas intervenções frequentemente se justapõem com outros objetivos, como a melhoria dos resultados da aprendizagem, e podem aumentar o retorno do investimento público na educação pelo uso mais eficiente dos recursos. Assim, esta seção explora algumas das formas pelas quais a tecnologia tem facilitado esse tipo de reforma.

### Melhor qualidade dos dados de aprendizagem

As avaliações da aprendizagem são um componente fundamental dos sistemas educacionais. Elas cobrem do acompanhamento em grande escala e avaliações de alto nível às avaliações formativas docentes para efetuar ajustes no ensino em sala de aula. Frequentemente, os dados gerados a partir dessas avaliações podem orientar a tomada de decisões para uma melhor compreensão e maior efetividade de determinadas políticas ou da trajetória ampla dos sistemas educacionais (veja o Quadro 6). Porém, a geração de dados de alta qualidade em grande escala costuma envolver um difícil equilíbrio entre custo e qualidade. Por exemplo, quanto mais descentralizado for o processo de coleta de dados (como as avaliações aplicadas por professores), menor será o seu custo, mas é mais provável que a integridade dos dados seja afetada. Por outro lado, os sistemas centralizados de coleta de dados têm uma gestão mais cara, mas costumam produzir resultados mais confiáveis e consolidar uma governança melhor.

#### **Quadro 6.** O desafio de gerar dados de aprendizagem precisos e em grande escala

Contar com dados de qualidade sobre os resultados da aprendizagem é essencial para a elaboração de políticas educacionais eficazes e baseadas em evidências. Ao compreenderem como os resultados da aprendizagem mudam com o tempo, os formuladores de políticas públicas podem avaliar as trajetórias do sistema educacional no longo prazo e garantir que os resultados da aprendizagem continuem tendo um lugar central na elaboração e na aplicação das políticas existentes.

Na América Latina, o acesso a dados robustos sobre o desempenho estudantil continua sendo limitado, apesar de algumas tendências positivas recentes. Por exemplo, desde 1995, 14 países da região já participaram de pelo menos uma das 19 rodadas de avaliação realizadas pela Associação Internacional para a Avaliação do Desempenho Educacional (na sigla em inglês, IEA) em quatro avaliações diferentes (Arias Ortiz et al., 2024). Entretanto, a participação dos países da ALC nessas quatro avaliações tem sido sempre baixa e diminuiu ainda mais nas rodadas recentes. Em média, os países só participaram três vezes, e a participação mais recente foi, em média, em 2015. De forma similar, apesar da participação em avaliações internacionais e regionais como o ERCE e o PISA ter aumentado, essas avaliações não são realizadas em escala censitária e existem grandes intervalos entre uma edição e outra. Por exemplo, o ERCE é ministrado a cada 6-7 anos desde 2006, o que limita a sua utilidade para agilizar a tomada de decisões. E até mesmo em nível nacional, as avaliações continuam sendo escassas: desde 2021, sete dos 18 países da região não contavam com dados recentes em nível nacional sobre os resultados da aprendizagem no ensino fundamental (Arias Ortiz et al., 2024).

Ainda que a compilação de dados em grande escala possa levar a problemas posteriores - como o risco de que as práticas pedagógicas se distorçam, na ânsia de preparar para o exame ou ao avaliar excessivamente as crianças -, o elemento fundamental em termos de gestão reside na exatidão e na integridade dos dados. Quando as avaliações são ministradas em grande escala, e repetidamente, por parte de atores que possam ter um interesse pessoal em um desempenho mais alto (como os próprios professores), surge o risco de que os dados sejam manipulados. Problemas com a qualidade dos dados são comuns e foram documentados em diversos países, a exemplo do México (Martinelli et al., 2018; Cáceres et al., 2021), Indonésia (Berkhout et al., 2024), Índia (Singh, 2024) e Itália (Lucifora e Tonello, 2020). Sem haver confiança na exatidão e na integridade dos dados, o seu uso para a tomada de decisões e elaboração de políticas públicas torna-se questionável. Portanto, à medida que avançam os trabalhos para ampliar a compilação de dados sobre os resultados da aprendizagem em escala nacional, regional e mundial, é igualmente importante assegurar a confiabilidade e a precisão desses mesmos dados.

A tecnologia tem sido usada para melhorar a qualidade dos dados sobre os resultados da aprendizagem. Na Índia, um estudo encontrou que as pontuações de avaliações escritas aplicadas por professores foram entre 16 e 20 pontos percentuais mais altas do que as notas obtidas pelos mesmos estudantes ao serem examinados novamente por monitores independentes (Singh, 2024). Essa distorção foi consideravelmente reduzida com o uso de tablets para aplicar as avaliações, e apenas 2% a 5% das salas de aula tiveram indícios de fraude acadêmica. A tecnologia torna mais difícil trapacear em certos tipos de avaliações, uma vez que as suas características de desenho - por exemplo, mostrando apenas uma pergunta por vez - limitam as oportunidades que os estudantes têm de copiar respostas ou receber ajuda dos professores. Em outro estudo realizado na Indonésia com uma avaliação de grande escala que fez uma transição entre provas escritas no papel e provas pelo computador, as pontuações diminuíram quase meio desvio padrão (Berkhout et al., 2024). Os autores interpretam essa diminuição como um indício de que as provas pelo computador reduziram as oportunidades de fraude acadêmica, uma vez que o software gerou milhares de versões dos exames, evitando, assim, que os alunos de uma mesma sala de aula recebessem perguntas idênticas. Vale destacar que esse estudo também observou um aumento na variação das pontuações dos exames dentro da escolas, o que sugere que o uso da tecnologia para melhorar a qualidade dos dados também aumentou a capacidade de distinguir entre estudantes de alto e baixo desempenho, refletindo, assim, de forma mais precisa os níveis reais de proficiência.

## ● Reduzir os custos dos programas centrados na aprendizagem

Outra maneira como a tecnologia pode aumentar a eficiência e reduzir custos é através de tutorias após o horário escolar, como as descritas na seção anterior deste levantamento, com uma necessidade menor de participação humana no processo. Um estudo realizado na África do Sul avaliou um programa extraescolar assistido por computador com foco nas fragilidades específicas de cada estudante em matemática, permitindo-lhe escolher os temas que desejasse trabalhar mais (Böhmer et al., 2014). O programa possibilitou uma melhora efetiva nas habilidades básicas de matemática, ao concentrar-se nas lacunas de conteúdo que talvez tenham passado despercebidas no ensino regular, já que, frequentemente, eram conhecimentos tomados como certos para o nível do curso. Um programa similar de aprendizagem personalizada fora do horário escolar regular implementado na Índia também gerou notáveis melhorias nos resultados da aprendizagem.

É importante comparar a relação custo-efetividade dos programas extraescolares impulsionados pela tecnologia com a dos programas dirigidos por tutores humanos. No estudo sul-africano, a tecnologia foi usada para complementar o ensino na sala de aula, a oferecer apoio fora do horário escolar por uma fração do custo de um programa ministrado por pessoas. Até mesmo os programas de tutoria remota dirigidos por pessoas, em especial, em situações de emergência ou de fechamento de escolas, demonstraram ter uma eficácia significativa em alguns casos (mas não em todos), sem o custo adicional de transportar os tutores. Nesse sentido, a tecnologia permite um uso mais eficiente dos recursos existentes, como os equipamentos de informática instalados nas escolas, enquanto reduz os custos dos programas de tutoria - tudo isso, com uma melhora nos resultados da aprendizagem.

## ● Monitoramento robusto e em grande escala

A tecnologia tem sido usada para monitorar o absenteísmo docente mais efetivamente em países de renda baixa e média. Essa é uma constatação importante, uma vez que o absenteísmo docente diminui o tempo total de ensino, aumenta o custo por hora do salário docente e pode prejudicar os resultados da aprendizagem (veja o Quadro 7). Além disso, uma aplicação mais equitativa e padronizada das políticas de reconhecimento da presença docente oferece um ambiente mais justo para aqueles que estão cumprindo as suas responsabilidades. Por outro lado, é muito difícil monitorar a frequência docente ou o tempo dedicado a tarefas presenciais com métodos analógicos. Isso costuma ser proibitivamente caro, pois requer uma grande quantidade de recursos humanos. Mesmo quando são viáveis, esses métodos se tornam vulneráveis a alguns problemas, como a conivência entre supervisores e equipes escolares, ou o “efeito observador”, pelo qual o comportamento dos professores se transforma nos dias de visitas. Em tais contextos, a verificação baseada na tecnologia é uma alternativa escalável que não requer um aumento no pessoal de supervisão e é mais fácil de ser operada do que as inspeções humanas esporádicas.

Um recurso tecnológico que serve para padronizar e homogeneizar a verificação da frequência docente em grande escala é a verificação biométrica. Por exemplo, países como a Indonésia, a Índia e o Haiti lidaram com o problema do absenteísmo docente (Gaduh et al., 2022; Duflo et al., 2012; Banco Mundial, 2015) com o uso de câmeras com registro de data e hora, que fotografam os professores com os seus estudantes como uma comprovação da sua frequência. Essas intervenções associaram parte do salário docente à frequência verificada, levando a notáveis melhoras nos resultados obtidos nos exames estudantis na Indonésia e na Índia. Porém, o sucesso dessa estratégia depende de sua efetiva implementação e adoção. Isso ficou evidenciado no Haiti, onde baixos índices de participação e problemas logísticos terminaram minando a

iniciativa. Depreende-se, assim, a importância de desenhar e executar essas intervenções com cuidado, para assegurar que elas alcancem o impacto desejado.

## **Quadro 7.** O desafio dos usos ineficientes do tempo dos professores

Os professores são fundamentais para o bom funcionamento dos sistemas educacionais, e, por isso, uma parte substancial do orçamento educacional em nível mundial é destinada à sua remuneração. Por exemplo, os países da ALC que possuem dados a esse respeito investem cerca de três quartos do seu gasto público total com educação na remuneração de pessoal (Instituto de Estatísticas da UNESCO, 2024). Como os professores desempenham um papel crucial nos resultados da aprendizagem dos estudantes (Chetty et al., 2014), a capacidade de aumentar a eficiência desse investimento é um fator chave para a otimização do gasto público com educação.

As evidências sugerem que na ALC, há uma margem para aumentar a eficiência na alocação do tempo docente. Em primeiro lugar, o absenteísmo entre os professores continua sendo um problema com impactos diretos sobre o tempo de ensino. Por exemplo, um estudo regional mostra que em alguns sistemas educacionais, os professores passam de 6% a 11% do total do tempo de ensino fora das salas de aula. O estudo também descobriu que, mesmo quando os professores estão na sala de aula, 9% das horas letivas se perdem em atividades não relacionadas às suas tarefas (Bruns e Luque, 2015). Colocando em perspectiva, a perda de 10% do tempo de ensino equivale a 20 dias letivos em um programa acadêmico de 200 dias (Bruns e Luque, 2015). Além dos efeitos prejudiciais sobre os resultados da aprendizagem, o absenteísmo docente gera graves implicações fiscais, com custos que chegam à cifra de USD 1.5 bilhões anuais na Índia (Muralidharan et al., 2017) e correspondem a até 11% do orçamento do ensino primário na Tanzânia (Schipper e Rodríguez-Segura, 2022).

Mesmo quando os professores estão presentes, persistem algumas ineficiências na distribuição do seu tempo e responsabilidades. O mesmo levantamento de Bruns e Luque (2015) encontrou que na ALC, os professores podem perder, em média, até um dia de tempo de ensino por semana como resultado de uma preparação inadequada ou de tarefas administrativas, como fazer a chamada ou distribuir materiais. Assim, mesmo quando eles estão disponíveis, as suas responsabilidades frequentemente os levam a realizar tarefas que não contribuem para uma melhora direta nos resultados da aprendizagem.

As intervenções tecnológicas podem permitir que os professores tenham mais tempo para atividades focadas nos estudantes e voltadas ao aprendizado, ao reduzirem o tempo que os professores precisam dedicar a tarefas administrativas, e ao maximizarem o tempo de trabalho presencial focado na instrução. Ao resolver essas ineficiências, a tecnologia pode auxiliar a aumentar o tempo de ensino, levando a melhores resultados de aprendizagem e gerando um retorno mais efetivo para o investimento público na educação.

A lição mais ampla dessas iniciativas para reduzir o absenteísmo docente não está necessariamente na tecnologia específica das câmeras - o que poderia suscitar dúvidas quanto à ética do seu uso na sala de aula. Em vez disso, a lição é que a tecnologia pode permitir um monitoramento em larga escala que, antes, teria sido impossível ou extremamente custoso. É importante reconhecer que, ao combinarem o monitoramento viabilizado pela tecnologia com incentivos bem desenhados, os formuladores dos programas da Índia e da Indonésia alcançaram o objetivo de mudar o comportamento docente em grande escala. Também é importante destacar que, em ambos os contextos, a tecnologia não atuou de forma isolada. Apenas o monitoramento, sem os incentivos adequados para estimular uma mudança de comportamento, poderia

não ter sido tão eficaz. Isso ressalta a importância de incorporar as intervenções tecnológicas aos sistemas educacionais de forma integral para a obtenção de melhorias reais de eficiência.

## ● A realocação de recursos para obter usos mais eficazes

Em sua essência, a educação é uma atividade humana que requer o ensino ativo e eficaz, bem como a atenção e personalização por parte dos professores, de modo que eles possam engajar cada estudante. Idealmente, a maior parte da jornada de trabalho docente deveria dedicar-se a atividades centradas nos alunos, que requeiram a participação presencial. Mas os professores frequentemente encontram-se sobrecarregados com tarefas operacionais e administrativas que consomem muito do tempo disponível para as interações com os estudantes.



.....  
**Em sua essência, a educação é uma atividade humana que requer o ensino ativo e eficaz, bem como a atenção e personalização por parte dos professores, de modo que eles possam cativar o envolvimento de cada estudante.**



As intervenções pedagógicas estruturadas, a exemplo das aplicadas de forma digital no Senegal e no Quênia, podem ajudar a reduzir parte dessa carga. Ao diminuírem o tempo que os professores dedicam a tarefas como o planejamento de aulas, essas intervenções possibilitam que eles usem esse tempo para lecionar mais e dedicar atenção personalizada. Além disso, os professores podem adaptar recursos como os planos de aula aos seus próprios contextos. Ainda que essas intervenções não precisem ser necessariamente realizadas em formato digital, o uso da tecnologia - quando os equipamentos de informática adequados e a conectividade significativa estão disponíveis - pode tornar a distribuição das aulas em escala mais fluida e equitativa, e permitir revisões mais frequentes do conteúdo dos cursos. Portanto, mesmo não sendo imprescindível, a tecnologia pode potencializar a eficácia e a escalabilidade dessas intervenções.

Os formuladores de políticas públicas devem estar conscientes de que, mesmo quando as intervenções estruturadas conseguem reduzir a carga de trabalho docente, é crucial que o tempo liberado seja realmente utilizado em benefício dos estudantes. Para que isso seja possível, a realocação do tempo deve ser comunicada, incentivada e monitorada com clareza. Sem uma adequada supervisão, há o risco de que o tempo livre seja utilizado em atividades que não ajudem a melhorar o ensino. Em termos mais gerais, esse caso de pedagogia estruturada contando com o apoio digital demonstra como as intervenções tecnológicas podem redirecionar a alocação de recursos e o tempo dos professores a atividades mais efetivas. Quando conjugada com outros elementos em nível sistêmico - por exemplo, o monitoramento e os incentivos -, essas intervenções podem produzir um retorno mais alto para os recursos existentes, como o tempo e os salários dos professores.

## 2.2

### Lições de políticas públicas sobre o uso da tecnologia na educação até o presente

Nas décadas recentes, um amplo acervo de evidências vem sendo reunido sobre os efeitos da tecnologia na educação, ensejando discussões mais abrangentes sobre como uma série de tecnologias - seja a IA ou outras opções - podem ser integradas aos sistemas educacionais para melhorarem a sua eficácia e eficiência. Apresentaremos, a seguir, seis lições chave de políticas públicas, aprendidas a partir das evidências ligadas à tecnologia na educação (veja o resumo na Tabela 1), que podem ser úteis para orientar futuras reformas.

#### ● A tecnologia nem sempre é o método mais eficaz

Como qualquer outra ferramenta, a tecnologia apresenta vantagens e desvantagens comparativas. Por um lado, ela pode empoderar os professores ao ajudá-los a melhorar as suas práticas de ensino e ao permitir que eles alcancem estudantes em múltiplas localidades de forma simultânea, por meio de videoconferências e outros métodos. Por outro lado, existem algumas tarefas, sobretudo, aquelas que requerem experiência e interação humana, que não costumam ser adequadas para intervenções tecnológicas. Mesmo quando as soluções tecnológicas oferecem resultados de aprendizagem similares aos de atividades não baseadas na tecnologia, às vezes, elas o fazem a um custo mais alto, diminuindo, assim, a relação custo-efetividade geral dos investimentos educacionais (Bando et al., 2017). Por isso, antes de aplicar uma intervenção baseada na tecnologia, os formuladores de políticas públicas precisam analisar com cuidado se a tecnologia em questão é particularmente vantajosa em termos de efetividade ou custos.

#### ● Desenhar para fazer frente ao desafio educacional

Até mesmo quando uma tecnologia parece abordar um desafio específico, é necessário que os formuladores de políticas públicas elaborem uma teoria clara e baseada em evidências que explique como essa tecnologia abordará o problema no seu sistema educacional específico. Sem esse trabalho prévio, é possível que eles descubram, mais adiante, que o desafio que pretendiam resolver não era uma limitação urgente, ou que os incentivos das partes interessadas não estão alinhados ao uso efetivo de uma intervenção. A experiência mostra que algumas intervenções bem-intencionadas e de alto custo produziram resultados negativos, por carecerem de uma teoria de mudança clara, e porque as condições de viabilidade necessárias estavam ausentes ou eram insuficientes (veja em 4.2).

## ● A tecnologia na educação se destaca pela customização, gestão educacional e participação remota

O que caracteriza as intervenções tecnológicas mais promissoras é precisamente a vantagem comparativa que elas oferecem em situações específicas. Por exemplo, as evidências mostram que a tecnologia pode elaborar uma grande quantidade de materiais sob medida ou adaptáveis, como problemas de matemática; facilitar o alcance em massa, como podemos ver nos programas de tutoria remota; e permitir que a governança seja mais sólida ao melhorarem a alocação de docentes em grande escala. Essas três capacidades representam áreas nas quais a tecnologia está se expandindo. Além disso, é provável que essas capacidades sejam potencializadas pela aplicação de soluções de IA, como descreverá a próxima seção. É provável que isso aumente a vantagem da tecnologia sobre as intervenções não tecnológicas nessas áreas da educação, melhorando ainda mais os resultados.

## ● Uso integral da tecnologia

Ainda que as tecnologias operadas com um envolvimento direto dos estudantes costumem produzir um entusiasmo maior, existem aplicações menos visíveis que também podem gerar benefícios significativos. Por exemplo, os lembretes podem ajudar pais e mães a manterem-se informados sobre as atividades educacionais dos seus filhos; e os planos de aula adaptáveis, distribuídos de forma digital, podem reduzir a carga docente e liberar tempo para a interação direta com os estudantes. As intervenções ligadas a condutas desses tipos podem lidar efetivamente com alguns problemas, como as lacunas de informação, a prestação de contas e o cumprimento de deveres, além de serem soluções escaláveis e custo-efetivas. Mesmo quando o acesso à tecnologia não influencia os resultados da aprendizagem de forma imediata, ele é uma base necessária para a implantação de outras soluções educacionais, em especial, em zonas remotas ou menos desenvolvidas. Uma abordagem equilibrada, que contemple diversos tipos de intervenções, é um elemento chave para tratar diferentes deficiências educacionais.

## ● A fidelidade da implementação e o compromisso dos atores chave impulsionam o sucesso da transformação digital

O sucesso de uma intervenção depende tanto da qualidade da sua implementação como da participação ativa dos atores essenciais envolvidos. As intervenções que aumentam a eficiência dos atores chave ou os empoderam para alcançar melhores resultados têm uma probabilidade maior de serem adotadas e usadas em um grau suficientemente alto para produzir melhorias nos resultados educacionais. Do mesmo modo, a qualidade da implementação tem uma influência considerável, tanto sobre o nível de aceitação como sobre a efetividade geral. Por outro lado, vale a pena lembrar que até mesmo projetos bem desenhados estão sujeitos a fracassar se não forem corretamente executados.

## ● A tecnologia pode ampliar as desigualdades

A depender dos recursos necessários para implementar um programa, as intervenções tecnológicas podem aumentar as disparidades entre as populações em situação desvantajosa. Por exemplo, no Paraguai, 85% dos estudantes do quintil socioeconômico mais alto têm acesso a computadores na escola, comparados com menos de 56% do quintil mais baixo. Do mesmo modo, na Guatemala, 91% dos estudantes do quintil socioeconômico mais alto têm acesso a computadores nas escolas, comparados com menos de 65% do quintil mais baixo (Arias Ortiz et al., 2024a). Essas dinâmicas mostram a importância de lidar com a desigualdade por meio das decisões de políticas públicas. Os países não devem considerar apenas os lugares onde a implementação de programas é necessária, mas, também, a urgência com que as desigualdades precisam ser enfrentadas, para assegurar que as intervenções tecnológicas em grande escala não aprofundarão, ainda mais, a exclusão de comunidades já marginalizadas.

**Tabela 1.** Resumo das evidências existentes e dos usos documentados da tecnologia na educação para avançar com objetivos de políticas públicas relacionados à aprendizagem, ao acesso e à eficiência.

OBJETIVO DA POLÍTICA PÚBLICA	DESAFIOS QUE A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL PODE MITIGAR	EXEMPLOS DE USOS BASEADOS EM EVIDÊNCIAS	DISPONIBILIDADE DE EVIDÊNCIAS E LACUNAS	POSSÍVEIS DIFICULDADES E DESAFIOS
 <p><b>MAXIMIZAR A APRENDIZAGEM NA SALA DE AULA</b></p>	<p>Grande heterogeneidade de níveis de proficiência dentro de uma mesma classe.</p> <p>Lacunas de conhecimento dos conteúdos e de competências pedagógicas docentes.</p> <p>Tempo limitado durante a jornada escolar para a prática dos estudantes</p>	<p>Prática e reforço estudantil independente, sobretudo fora do horário escolar, com conteúdo customizado e adaptado sob medida às necessidades de cada estudante.</p> <p>Complementar o ensino na sala de aula com conteúdo multimídia de alta qualidade, de forma síncrona ou assíncrona.</p> <p>Compartilhamento de planos de aula para professores, bem como de outros materiais didáticos em escala, facilitado pela tecnologia.</p>	<p>Existem provas confiáveis de que o ensino e a prática baseados na tecnologia podem aprimorar a aprendizagem de forma moderada a considerável.</p> <p>É necessário haver uma maior compreensão sobre os níveis ideais de quantidade (dose), customização e experiência de usuário.</p> <p>As evidências disponíveis sobre o uso da tecnologia para complementar a instrução dos professores e apoiar as práticas pedagógicas mostram avanços promissores na aprendizagem, que vão de moderados a consideráveis. Entretanto, é preciso pesquisar mais sobre como a disponibilidade da tecnologia e o conhecimento docente a seu respeito podem moderar esses efeitos.</p>	<p>As desigualdades de acesso à infraestrutura tecnológica, como os dispositivos e a conectividade significativa, podem ampliar as lacunas existentes.</p> <p>As plataformas devem ser aperfeiçoadas e adaptadas ao contexto e ao sistema educacional local.</p> <p>O pessoal docente deve se sentir familiarizado com a tecnologia e receber a formação adequada para garantir a sua perfeita integração na sala de aula.</p>
 <p><b>AMPLIAR O ACESSO E VIABILIZAR TRAJETÓRIAS EDUCACIONAIS COMPLETAS</b></p>	<p>Acesso insuficiente a um ensino de alta qualidade em zonas remotas ou escassamente povoadas.</p> <p>Desvinculação e abandono / evasão escolar.</p> <p>Assimetrias de informação entre formuladores de políticas públicas, docentes, pais, mães e estudantes.</p>	<p>Ensino à distância, seja de forma síncrona ou assíncrona.</p> <p>Fornecimento escalável e praticamente automático de informações a pais, mães e professores sobre práticas eficazes e progresso estudantil.</p>	<p>As evidências atuais sugerem com clareza que o ensino remoto corretamente desenhado e integrado pode ampliar o acesso à educação entre populações remotas.</p> <p>Em contextos de limitada capacidade docente, ainda faltam evidências suficientes que indiquem até que ponto uma sólida educação à distância pode ou deve substituir o ensino lecionado por professores.</p> <p>A bibliografia indica que o monitoramento da frequência docente através da tecnologia pode ter efeitos positivos sobre o tempo de ensino e a aprendizagem. Mas é preciso haver mais estudos para abordar os riscos políticos associados à aplicação desse tipo de intervenção nos sistemas públicos.</p>	<p>Custos fixos iniciais elevados para programas de educação à distância com componentes tecnológicos, quando existem deficiências de infraestrutura.</p> <p>É possível que a informação, por si só, não seja a principal limitação que está inibindo uma conduta mais eficaz.</p>
 <p><b>EFICIÊNCIA NA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO EDUCACIONAL</b></p>	<p>Baixa qualidade dos dados sobre os resultados da aprendizagem em maior escala.</p> <p>Distribuição desigual de professores e recursos em nível de sistema.</p> <p>Monitoramento inconsistente do cumprimento do tempo dedicado às atividades de ensino.</p>	<p>Provas facilitadas pela tecnologia para a compilação de dados com maior integridade e menor risco de fraude acadêmica.</p> <p>Redução dos custos de tutoria por meio de programas de informática personalizados, ou tutoria à distância pelo telefone.</p> <p>Controle tecnológico e à distância da frequência da equipe docente.</p> <p>Reduzir o tempo que o pessoal docente dedica a tarefas não centradas nos estudantes, ao fornecer-lhes planos de aula ou ao automatizar atividades rotineiras.</p>	<p>Ainda que as evidências sobre a compilação de dados em maior escala abranjam contextos diversos, é necessário contarmos com mais estudos de caso para explorar como os países da região podem usar a tecnologia para compilar dados de maior qualidade, e com mais frequência, em particular, em zonas de conectividade limitada.</p> <p>Alguns elementos dos sistemas educacionais que poderiam aumentar a eficiência, como a criação ou aprimoramento de um sistema de gestão de informações educacionais, podem ser de difícil avaliação com rigor no momento de determinar o seu impacto causal no sistema.</p>	<p>Possível dependência excessiva da tomada de decisões baseada na tecnologia sem o aumento correspondente da capacidade do governo ou do número de professores.</p> <p>Riscos na gestão de dados relacionados à proteção da privacidade de estudantes e professores, sobretudo no que diz respeito a informações confidenciais.</p>

# 3.

Disrupção?  
As novas  
oportunidades e  
desafios apresentados  
pela IA



Os rápidos avanços da inteligência artificial e a disponibilidade cada vez maior de ferramentas baseadas nessa tecnologia têm levado alguns observadores a afirmar que o momento atual caracteriza uma nova era de disrupção na educação. Ainda que a tecnologia já tenha transformado significativamente os ambientes educacionais, é possível que o alcance e o ritmo da mudança impulsionada pela IA mereçam uma análise mais detalhada (veja o Quadro 8).



**Dotada de capacidades como a produção em massa de conteúdo personalizado, a automatização da análise de dados e traduções multilíngues mais acessíveis, a IA está preparada para introduzir mudanças transformadoras na educação.**



Esta seção explora o potencial da IA para abordar os três objetivos chave da política educacional apresentados na Seção 2, o que nos permite examinar as oportunidades e desafios que a IA apresenta, para que seja possível aprimorar a aprendizagem, o acesso e a eficiência. É fundamental analisar em detalhe as implicações da IA para o panorama educacional atual, e, assim, elaborar políticas que sigam vigentes enquanto a tecnologia continua a evoluir. Como mostra este capítulo, a IA não apenas aprimora os processos existentes, mas também gera novas possibilidades. Dotada de capacidades como a produção em massa de conteúdo personalizado, a automatização da análise de dados e traduções multilíngues mais acessíveis, a IA está preparada para introduzir mudanças transformadoras na educação.

Ao explorarmos essas oportunidades e desafios, é essencial analisarmos como os governos poderiam utilizar a IA de forma estratégica para melhorarem os sistemas educacionais em todos os níveis. Como destacou o capítulo anterior, a integração da IA deve basear-se nas lições aprendidas com experiências anteriores de tecnologia educacional, para, assim, evitar os contratempos que outras iniciativas precoces precisaram enfrentar. Vale destacar que a nossa análise está centrada no ensino e na aprendizagem com a IA, e não, no ensino e aprendizagem sobre a IA. Ensinar e aprender com IA requer a integração de ferramentas de IA para melhorar os processos educacionais, como o uso de plataformas impulsionadas por IA para viabilizar a aprendizagem personalizada ou realizar tarefas administrativas. Por sua vez, o ensino e a aprendizagem sobre a IA concentram-se no compartilhamento de conhecimentos sobre as tecnologias de IA, bem como no seu desenvolvimento, aplicações e considerações éticas. O ensino sobre a IA é de suma importância e, de fato, há um consenso cada vez mais generalizado de que os sistemas educacionais precisam incluir essa aprendizagem nos seus planos de estudo (World Economic Forum, 2023). Muito ainda precisa ser feito, uma vez que menos de 10% das escolas e universidades possuem políticas institucionais ou diretrizes formais relativas à IA generativa (UNESCO, 2023). Nosso foco, nesse sentido, é entender se o emprego da IA na educação pode melhorar as capacidades humanas e promover uma colaboração eficaz entre pessoas e máquinas nos ambientes de aprendizagem – e de que forma isso pode ser feito.

## **Quadro 8.** O que é a inteligência artificial?

O auge da inteligência artificial no uso e no debate público, em especial, após o lançamento de ferramentas como o ChatGPT em 2022, levou a diversas perspectivas sobre como a IA deve ser definida e em que medida ela se diferencia de tecnologias anteriores. Enquanto alguns restringem a sua definição à IA generativa, outros adotam uma visão mais abrangente, que inclui ferramentas amplamente utilizadas há anos, como a análise automatizada de dados e a análise preditiva. Neste relatório, estamos adotando uma definição abrangente, para cobrirmos uma ampla gama de possíveis

aplicações educacionais que podem diferir consideravelmente quanto aos seus usos, funcionalidades e riscos associados. Seguindo a formulação de Salas-Pilco e Yang (2022), definimos as seguintes aplicações de IA:

- a aprendizagem automática, na forma de algoritmos que analisam dados para identificar padrões e fazer previsões que permitam a criação de resumos de dados;
- a aprendizagem profunda, como uma forma mais avançada de análise de dados, que utiliza redes neurais para processar dados em maior volume e, frequentemente, não estruturados, como áudio e imagens;
- o processamento da linguagem natural, que analisa o texto humano a partir de estruturas gramaticais e equivalência semântica para entender e gerar textos.

Essas tecnologias podem apoiar tanto funções generativas, como a criação de novos conteúdos a partir de dados de treinamento, como a realização de tarefas mais rotineiras, a exemplo da análise de dados para descobrir ideias ou automatizar processos. Neste relatório, ao adotarmos essa perspectiva mais ampla, pretendemos explorar todo o espectro de usos da IA na educação, da geração personalizada de materiais até a tomada de decisões baseadas em dados.

# 3.1

O papel da IA na educação: maximizando a aprendizagem, o acesso e a prestação do serviço educacional

## A. Maximizar a aprendizagem na sala de aula

### ● Identificar os estudantes que precisam de apoio adicional

Quando os recursos são limitados, não apenas a customização do ensino é mais difícil, mas também a tarefa mais fundamental - identificar as necessidades dos estudantes - torna-se mais complicada. Por exemplo, a IA pode ser de grande utilidade em escolas com classes numerosas ou para professores que não dispõem dos conhecimentos necessários para identificar quais estudantes precisam ter um acompanhamento personalizado. Nesses casos, a IA poderia ajudar a determinar quais estudantes necessitam de apoio em áreas específicas e recomendar intervenções concretas para aqueles que estão ficando para trás.

Por exemplo, aplicações de IA foram implementadas em Gana (Henkel et al., 2024) para medir a fluência oral da leitura, métrica valiosa para a avaliação da proficiência e do desenvolvimento da leitura, mas é desafiador capacitar professores em grande escala para coletar informações a seu respeito de forma confiável. Além disso, o trabalho de avaliar classes inteiras com fidedignidade requer muito tempo. No estudo de Gana, as ferramentas de IA obtiveram resultados muito próximos das pontuações atribuídas por avaliadores humanos especializados. Isso mostra o potencial que essas ferramentas têm para avaliar a fluência da leitura oral. Se futuras iterações incorporarem recomendações fidedignas derivadas desses resultados, os professores poderão tomar decisões com base nelas. Em suma, o estudo de Gana demonstra que a IA pode ajudar os professores em algumas atividades que implicam muito mais do que a mera automatização de tarefas administrativas, como o acompanhamento da frequência escolar ou a gestão das comunicações com pais e mães. Nesse sentido, ela poderia poupar-lhes tempo, e esse tempo poderia ser direcionado a atividades de ensino.

### ● Melhorar a customização via *chatbots* e tutores de IA

Em segundo lugar, os chatbots de IA podem oferecer práticas customizadas e lições rápidas adaptadas ao nível específico de cada estudante, valendo-se de plataformas comuns, como o WhatsApp, para difundir essas lições dentro e fora da sala de aula. Por exemplo, em Gana, foi utilizado um tutor conversacional

de matemática impulsionado por IA, integrado ao WhatsApp, que viabilizou notáveis melhorias na aprendizagem ao ser usado em sessões semanais de 30 minutos durante oito meses (Henkel et al., 2024). Essa ferramenta também pode ser usada em casa. Há outras ferramentas que utilizam o WhatsApp para chegar aos estudantes. A plataforma sul-africana SiyaTutor também oferece esse tipo de participação impulsionada por IA via WhatsApp, permitindo que muitos estudantes tenham acesso às suas aulas a partir de casa por meio de uma tecnologia relativamente comum. Ainda que a oferta personalizada de conteúdos educacionais não seja algo novo, o fator inovador é que esses conteúdos possam ser difundidos amplamente por plataformas comuns como o WhatsApp, aumentando, assim, o alcance dessas intervenções.

### Quadro 9. Um *chatbot* tutor de matemática em Gana

Já está demonstrado que a tutoria personalizada e conduzida por humanos tem um grande potencial de superar as lacunas de aprendizagem (Kraft et al., 2024). Porém, a viabilidade dessas intervenções pode ser dificultada quando o orçamento educacional é limitado e há poucos tutores qualificados. As ferramentas de IA, com sua capacidade de entender as indicações dos estudantes, adaptar conteúdos e gerar uma grande quantidade de materiais de prática, oferecem uma solução promissora para o compartilhamento de tutorias personalizadas em grande escala nos sistemas educacionais para os quais as abordagens tradicionais são muito caras ou de difícil aplicação.

Em Gana, o assistente Rori é um tutor de matemática de IA pelo WhatsApp, que disponibiliza aos estudantes um plano de estudos com mais de 500 microlições. Cada lição inclui uma breve explicação e uma série de perguntas de prática, ligadas a um objetivo de aprendizagem específico. Uma das principais características do Rori é o uso que ele faz do processamento da linguagem natural, permitindo que os estudantes conversem com o chatbot em vez de terem que interagir com uma interface de botões. Assim, o Rori é capaz de interpretar as respostas e perguntas dos estudantes com maior eficácia, ao mesmo tempo em que promove um diálogo mais aberto.

Um estudo controlado randomizado avaliou o trabalho do tutor Rori com estudantes do 3º ao 8º ano (Henkel et al., 2024) que participaram de duas sessões semanais de 30 minutos nos seus momentos de sala de aula. Os professores se faziam presentes para resolver problemas técnicos, e os estudantes trabalhavam de forma independente com o chatbot. E, por sua vez, o grupo de controle seguiu o plano de estudos padrão sem ter acesso ao *Rori*. Descobriu-se que o Rori gerou um aumento de aprendizagem de 0,36 desvios padrão – um grande efeito em termos absolutos, e mais que o dobro do aumento médio observado no grupo de controle durante um período de seis meses. Esse estudo de caso mostra como algumas ferramentas impulsionadas por IA, a exemplo do Rori, podem melhorar o acesso a recursos cruciais, como o ensino personalizado, em contextos de recursos limitados, valendo-se de plataformas já existentes, como o WhatsApp e, em última instância, aprimorar os resultados da aprendizagem.

Além disso, os tutores ou chatbots impulsionados por IA são promissores pela flexibilidade e adaptabilidade que essa tecnologia tem ao oferecer respostas customizadas em tempo real a partir de interações com os estudantes. Os chatbots podem trabalhar a partir das contribuições dos estudantes, para, rapidamente, proporcionar informações que os professores podem usar para melhorarem o ensino. Os diferentes chatbots impulsionados por IA têm características diversas, mas os produtos existentes já permitem aos estudantes praticarem em casa de forma independente e trabalharem individualmente na sala de aula com a orientação do professor, de forma integrada com o ensino tradicional. Por exemplo, a empresa norte-americana de IA Flint

permite que os professores definam parâmetros para que os chatbots enfoquem objetivos de aprendizagem específicos e os atribuam aos estudantes. Esses parâmetros incluem disciplinas e temas com o objetivo de assegurar a harmonização curricular, bem como outras características, a exemplo do grau de participação e apoio do tutor de IA. A mesma ferramenta permite que os professores monitorem as respostas e coletem reflexões para utilizá-las, em seguida, com toda a classe.

Além disso, chatbots de IA como o Flexbook oferecem dados agregados de desempenho. Esse tipo de chatbot apresenta duas possíveis vantagens: facilitar a prática independente, com comentários e apoio personalizados, e melhorar a eficácia docente, ao oferecer informações analíticas exaustivas. Essas informações propõem-se a identificar as áreas de dificuldade para a classe em geral e poderiam ajudar os professores a identificar quais habilidades devem ser abordadas de forma mais pormenorizada em aulas posteriores.

Ainda que os chatbots impulsionados por IA possam auxiliar os estudantes de forma direta - em especial, quando não é possível contar com tutorias personalizadas, em função da falta de recursos, classes numerosas ou capacidade docente restrita -, essa tecnologia está limitada pela necessidade de contar com os dispositivos e o nível de conectividade adequados. De forma similar, o potencial dos chatbots com IA para ajudar os professores com a análise do desempenho de classe depende da disponibilidade de dispositivos e do acesso à internet. Sem iniciativas adicionais para equalizar as condições de uso, é provável que os possíveis benefícios dos chatbots com IA favoreçam os grupos mais privilegiados. As evidências existentes também mostram que até mesmo produtos bem desenhados devem ser cuidadosamente integrados aos planos de estudo e à prática pedagógica dos professores para serem eficazes. Por isso, o uso desses chatbots deve ensinar uma sólida formação docente, para que os professores possam efetivamente aprender a usar essas ferramentas de forma complementar ao ensino.

## ● Revolucionando o desenho do ensino

Um terceiro uso possível da IA - talvez, mais disruptivo - é a forma como ela poderia modificar o desenho do ensino, tanto nas salas de aula como no nível dos cursos. A IA generativa tem o potencial de criar e modificar planos de aula que se ajustem às boas práticas, aos padrões curriculares e às diretrizes de política educacional de cada contexto. A adaptabilidade da IA generativa a diferentes solicitações permite que ela tenha uma flexibilidade maior do que as tecnologias anteriores. Ela não apenas é capaz de gerar um conjunto coerente de aulas - contanto que tenha sido treinada com base no corpus de dados adequado -, mas, também, pode ser adaptada às recomendações curriculares e circunstâncias específicas de cada professor. Por exemplo, se fosse preciso fechar uma escola por uma semana em decorrência de uma emergência local, um professor poderia utilizar a IA para sintetizar as suas lições, assegurando-se, assim, de que os temas curriculares chave seriam cobertos, apesar da redução do tempo, ou de que as unidades letivas omitida sejam as menos essenciais para o plano de estudos.

Esse tipo de apoio ao desenho pedagógico impulsionado pela IA já é uma realidade em diversos contextos. No Brasil, o Plu - um assistente inteligente desenvolvido pela SOMOS Educação e Amazon Web Services - elabora planos de aula detalhados, incluindo ilustrações, atividades sugeridas para os estudantes e perguntas customizadas. Com essa ferramenta, busca-se reduzir o tempo que os educadores dedicam a preparar as aulas, permitindo que eles se concentrem mais na interação personalizada com os alunos. No Chile, está em desenvolvimento o UmmlA: um planejador de aulas de IA que permite aos professores desenharem experiências de aprendizagem ativas e centradas no estudante, como a aprendizagem baseada em projetos e desafios. E em Serra Leoa, foi implantado de forma piloto o chatbot TheTeacher.AI, impulsionado por IA, para ajudar os professores a planejar as suas aulas, gerir a classe e obter apoio de conteúdos (Choi et al., 2023).

Ainda que a oportunidade de otimizar o desenho dos planos de estudos e o planejamento, do nível da classe ao nível de sistema, seja promissora, ela também apresenta desafios no sentido de assegurar que os modelos de IA produzam conteúdos coerentes e de alta qualidade. Se os modelos forem treinados com material fragmentado ou de baixa qualidade - seja em termos de conteúdo ou de atividades e práticas sugeridas para a sala de aula -, eles estão sujeitos a replicar material obsoleto ou de baixa qualidade, gerando produtos que não alcançariam o nível das criações humanas, apesar de serem elaborados com maior rapidez. Por isso, antes de adotarem a IA para o desenho educacional de forma generalizada, os formuladores de política pública e educadores devem assegurar que os modelos sejam treinados com materiais de alta qualidade, que estejam alinhados ao plano de estudos, e que especialistas pedagógicos analisem os resultados para verificar se eles estão cumprindo as normas educacionais.

## **B. Ampliar o acesso e viabilizar trajetórias educacionais completas**

### **O aprimoramento dos sistemas de alerta precoce**

A IA também pode ampliar a participação dos diferentes atores interessados nos sistemas educacionais. Por exemplo, as ferramentas de aprendizagem automática e análise automatizada de dados poderiam viabilizar a criação de sistemas de alerta precoce que utilizem dados sobre o bem-estar e o desempenho dos alunos para identificar aqueles que estão em risco de abandonar os estudos ou precisam de apoio adicional. Não se trata, no entanto, de uma ferramenta nova introduzida pela IA: os governos da ALC já testaram esse tipo de sistemas usando dados administrativos e implementaram intervenções baseadas nas recomendações de sistemas de alerta precoce (Adelman et al., 2018; Vazquez et al., 2021; veja o Quadro 10). Ainda que esses sistemas de alerta precoce já venham sendo explorados e aplicados na região, as ferramentas de IA que simplificam a análise e a interpretação dos dados podem ajudar os governos e equipes técnicas a adotarem essas intervenções. Porém, essa aparente simplificação poderia dificultar a compreensão do público não técnico sobre a caixa preta algorítmica que está por trás das ferramentas, com uma possível diminuição da sua aceitação. Além disso, a aplicação de técnicas analíticas de acesso mais fácil, porém, menos transparentes, pode levar à incorporação de vieses algorítmicos à tecnologia e às suas recomendações, dificultando, assim, a sua identificação e correção. Ainda assim, relatórios elaborados por algumas organizações internacionais, a exemplo do Banco Mundial, apontam que a IA poderia ser utilizada para configurar e implementar esse tipo de intervenções (Molina et al., 2024). Seja por meio de intervenções baseadas na IA, ou contando com o apoio dela, essas iniciativas poderiam ajudar os governos a identificar estudantes em risco de abandonar os estudos, uma realidade que continua sendo um grande desafio na região. Do mesmo modo, a IA poderia ajudar a maximizar a equidade e o uso eficaz dos recursos em outras áreas de decisão centralizada, como a distribuição de livros-texto e a alocação de professores. Ainda que esse tipo de trabalho seja anterior ao surgimento da IA, ela tem o potencial de reduzir as barreiras técnicas que impedem o acesso a apoio administrativo baseado na tecnologia.

#### **Quadro 10. Sistemas de alerta temprana**

A evasão escolar continua sendo um desafio considerável, que ameaça a capacidade dos estudantes trilharem trajetórias educacionais contínuas, completas e bem-sucedidas. Ainda que as leis de ensino obrigatório ajudem, a sua aplicação insuficiente costuma limitar o seu impacto. Na América Latina e no Caribe, 33% dos jovens não concluem o ensino médio (Arias Ortiz et al., 2024a). Para abordar esse problema,

é preciso contar com apoio específico, mas nem sempre é simples identificar os estudantes em situação de risco.

Os sistemas de proteção de trajetórias educacionais buscam reduzir a exclusão ao criarem as condições necessárias para que os estudantes permaneçam no ensino. Esses sistemas também procuram reduzir as lacunas de aprendizagem e a evasão escolar, e promover a equidade no acesso à aprendizagem. Os sistemas de proteção costumam estruturar-se ao redor de dois componentes chave: a detecção do risco, que tem nos sistemas de alerta precoce a sua ferramenta central, e as intervenções oportunas para prevenir o abandono e a evasão escolar (Arias Ortiz et al., 2021a). Os sistemas de alerta precoce incluem desde modelos simples, que geram alertas baseados em indicadores selecionados, até abordagens mais sofisticadas que utilizam metodologias de aprendizagem automática (Arias Ortiz et al., 2021a). Os recentes avanços em matéria de disponibilidade de dados e a criação de metodologias preditivas de IA fortaleceram ainda mais esses sistemas, ao substituírem modelos baseados em especialistas por algoritmos de aprendizagem automática. Ainda que esses sistemas sejam mais habituais nos países de alta renda, a sua aplicação na ALC apresenta resultados encorajadores.

Por exemplo, na Guatemala e em Honduras, pesquisadores avaliaram um sistema de alerta precoce utilizando dados administrativos para prever a evasão no ensino fundamental e médio (Adelman et al., 2018). Valendo-se de dados demográficos básicos, junto com dados de desempenho e de níveis de matrícula, esses modelos previram com exatidão aproximadamente 80% dos casos de abandono escolar do sexto ano para o ano seguinte, igualando o desempenho dos modelos utilizados em países de alta renda. Outras análises demonstraram que focalizar os estudantes em risco identificados por esses modelos, em vez de basear-se numa orientação geográfica ou demográfica mais ampla, poderia reduzir a alocação incorreta de recursos em 30% a 80%, se presumirmos que a intervenção posterior será eficaz. Segundo outro estudo realizado na Guatemala, a combinação desses modelos preditivos com um programa de prevenção do abandono escolar no local de ensino reduziu em 4% as taxas de abandono na transição do ensino fundamental anos iniciais para os finais nas escolas cobertas pelo programa, e em 9% nas escolas que o utilizaram em conformidade com as instruções transmitidas, a um custo estimado de menos de USD 3,00 por estudante (Vazquez et al., 2021). Um fato interessante é que o programa foi particularmente exitoso porque transmitia informações práticas sobre como evitar o abandono escolar, em vez de limitar-se a identificar os estudantes em risco. Esse achado está em linha com a abordagem de proteção à trajetória educacional, a qual enfatiza a complementaridade de ambos os componentes: a detecção e a intervenção oportuna, já que é pouco provável que a identificação seja, por si só, suficiente.

Ainda que a IA ofereça vantagens como automatizar a análise e minimizar a necessidade de ajustes manuais, a sua aplicação também apresenta desafios. Questões como os dados incompletos, a falta de representatividade e os vieses na criação de modelos podem resultar em decisões injustas ou discriminatórias (Sánchez Ávalos et al., 2021). Por isso, é crucial não apenas avaliar as métricas de erro em nível geral, mas, também, por subgrupos, a fim de assegurar a justiça e a equidade na sua aplicação. Além disso, a capacidade que a IA generativa tem de produzir conteúdo em linguagem natural poderia facilitar a comunicação dos resultados às partes interessadas e oferecer informações adaptadas a estudantes ou subgrupos populacionais específicos. Contudo, o sucesso desses sistemas depende, em última instância, da qualidade dos dados subjacentes, bem como da existência de marcos políticos e de governança robustos e capazes de aplicar suas recomendações. Nesse sentido, os sistemas de alerta precoces são mais um exemplo da importância de integrar ferramentas de IA a sistemas mais amplos que empoderem as partes interessadas, em vez de substituírem os seus conhecimentos.

## ● Fornecer informações oportunas e baseadas em dados aos atores educacionais chave

A IA também poderia aumentar a participação e criar oportunidades de crescimento dentro do sistema educacional oferecendo informações e indicações resumidas a uma série de atores educacionais, mediante a automatização do processamento de dados e a elaboração de relatórios em linguagem natural. Por exemplo, a singular capacidade que a IA tem de customizar conteúdos em grande escala poderia melhorar as campanhas de mensagens atuais direcionadas a pais e mães, ao adaptar as mensagens enviadas. Assim, as mensagens aprimoradas pela IA não precisariam se limitar a informar resultados específicos a familiares, mas, em vez disso, poderiam personalizar as informações em função dos dados disponíveis, para destacar o que for mais útil para cada estudante. Do mesmo modo, os programas de IA poderiam oferecer comentários construtivos e assessoramento aos estudantes em grande escala, uma tarefa que consumiria muito tempo para ser realizada manualmente e que, frequentemente, não chega a ser realizada.

Além disso, podem-se utilizar ferramentas de IA para analisar e processar áudio. Essas ferramentas podem escutar as aulas e gerar resumos de formação com sugestões de formas como os professores poderiam melhorar as suas práticas e intensificar o seu desenvolvimento profissional. Em contextos nos quais a capacitação em profundidade é insuficiente e não existem formadores de alta qualidade em grande escala, as ferramentas de IA podem ampliar o acesso dos professores a valiosos recursos de desenvolvimento profissional que os ajudem a aprimorar o seu ensino.

Intervenções desse tipo já estão sendo criadas. Por exemplo, a ferramenta M-Power faz o processamento da linguagem natural para analisar interações verbais na sala de aula e oferece feedbacks formativos a educadores, destacando áreas que podem ser aprimoradas na sua prática docente. Pelo lado dos estudantes, o TeachFX é uma aplicação que utiliza IA de voz para avaliar automaticamente a participação dos estudantes e oferecer feedbacks específicos aos professores.

De forma ainda mais relevante, essas intervenções implicam um nível de acesso - seja a informações pessoais confidenciais ou a gravações de sala de aula - que as intervenções atuais não costumam ter. Esse fato ressalta a necessidade de estabelecer protocolos robustos de governança de dados como condição prévia para qualquer intervenção desse tipo, a fim de proteger a privacidade e assegurar a confidencialidade dos dados - em particular, para proteger as crianças que estão frequentando o sistema de ensino.

## ● Alcançar populações historicamente desatendidas

Por fim, a tecnologia de IA pode gerar novas oportunidades para que os sistemas educacionais atendam populações tradicionalmente desatendidas ou desfavorecidas. As ferramentas de IA podem traduzir materiais a diferentes idiomas com rapidez e em grande escala, incluindo transcrições de áudio e vídeo. Esse tipo de tradução possibilitaria que os sistemas educacionais que atendem populações multilíngues cheguem a mais estudantes em suas línguas maternas. Isso é importante porque a diversidade linguística é uma realidade tanto dentro das salas de aula como entre as regiões. Do mesmo modo, as funções de conversão de texto a voz podem produzir materiais multimídia que aumentem a acessibilidade, permitindo que estudantes com deficiência visual tenham acesso às anotações das aulas e aos materiais escritos compartilhados pelos professores. Além disso, as ferramentas de transcrição de IA que geram transcrições e resumos podem ajudar os alunos ausentes - seja de forma esporádica ou por períodos prolongados, por motivo de enfermidades

ou de outros desafios - a se beneficiarem das discussões de sala de aula sem que precisem depender de soluções analógicas e, possivelmente, incompletas, como as anotações dos colegas.

Em seu conjunto, as soluções de IA poderiam melhorar a acessibilidade para aqueles que talvez fariam parte do sistema educacional, mas não foram plenamente atendidos por ele. Entretanto, como ocorre com outras intervenções de IA, esses aprimoramentos nas experiências educacionais dos estudantes dependem, em grande medida, do treinamento e do desenvolvimento das ferramentas de IA. Em muitos casos, para viabilizar essas oportunidades, será necessário um trabalho concertado envolvendo governos e a indústria. Por exemplo, em teoria, as ferramentas de IA podem gerar traduções automáticas; mas se o treinamento no idioma local não for de qualidade, as traduções podem não estar disponíveis ou ser de má qualidade. Isso é particularmente preocupante no caso das línguas faladas por um número relativamente pequeno de pessoas, como ocorre em algumas regiões da ALC. Do mesmo modo, os especialistas temem cada vez mais que a falta de integração das línguas indígenas nas plataformas digitais (76,9% dos idiomas online correspondem aos dez idiomas mais falados do mundo) contribua a um aumento no número de idiomas em risco de extinção. Segundo as previsões mais recentes, até o ano 2100, a metade dos idiomas falados no mundo terá desaparecido ou estará em vias de extinção (UNESCO, 2023). Por isso, ainda que as ferramentas de IA possam aumentar o alcance da educação, os formuladores de políticas públicas devem promover a institucionalização de forma cautelosa, assegurando investimentos substanciais para proteger a diversidade linguística e garantindo a adaptação local das ferramentas, para que elas realmente beneficiem os estudantes.

## **C. Eficiência na prestação do serviço educacional**

### **● Geração de conteúdo em lotes e execução de processamentos em lote**

Uma das maiores vantagens comparativas da IA, inclusive, em relação às tecnologias existentes, é a sua capacidade de gerar conteúdo e executar processos por lotes de forma reproduzível. Essa característica faz com que ela seja ideal para ser integrada à gestão centralizada da educação. Com as singulares capacidades da IA, os governos poderiam treinar modelos a fim de replicarem as boas práticas existentes para a criação de lições. Após introduzirem o conteúdo adequado nos modelos, eles poderiam gerar um lote de lições para determinado curso, em conformidade com as diretrizes atuais. Aplicações como o Twee ou o Eduaide.AI já são capazes de gerar conteúdos educacionais em lotes. Os educadores fornecem temas, links ou palavras-chave, e a aplicação instantaneamente produz textos, diálogos, exercícios e perguntas ligadas à matéria em estudo.

Essa metodologia poderia reorientar o trabalho dos desenvolvedores de lições, no sentido de direcionarem-nos a assegurar o cumprimento de altos padrões de controle de qualidade. O seu trabalho deixaria de ter o foco de garantir o formato adequado e o cumprimento de procedimentos, passando a concentrar-se na verificação da exatidão dos conteúdos e na solidez pedagógica. Assim, a reprodução de conteúdo com ferramentas assistidas por IA poderia aumentar a produtividade a um custo mais baixo, mas continuaria requerendo a participação de especialistas para calibrar o modelo corretamente e assegurar a qualidade dos resultados gerados.

### **● Qualificar e oferecer feedback com mais rapidez**

Outro possível uso da capacidade singular da IA para executar processos por lotes está nas avaliações em grande escala, incluindo o trabalho de oferecer devolutivas ou feedbacks detalhados, que costumam

demandar muito tempo (veja o Quadro 11). Através das funções de reconhecimento ótico de caracteres (na sigla em inglês, OCR), as ferramentas de IA podem reconhecer padrões nas avaliações escritas e de múltipla escolha, o que possibilita que elas avaliem provas e trabalhos com mais rapidez. Essas ferramentas também possibilitariam centralizar os dados resultantes e identificar tendências nas avaliações individuais para, em seguida, oferecer informações úteis aos estudantes, bem como padrões agregados aos professores e formuladores de políticas públicas. Do mesmo modo, valendo-se de funções de transcrição de áudio impulsionadas por IA, as futuras ferramentas de avaliação poderiam quantificar com precisão alguns parâmetros, como a fluidez da leitura em voz alta. Isso seria possível a partir da capacidade que elas têm de coletar dados de forma automática, sem dependerem de uma coleta humana, que poderia ser cara e estaria sujeita a erros de medição entre um estudante e outro, ou entre uma classe e outra. Essas ferramentas talvez não melhorem os resultados da aprendizagem, mas elas podem poupar muito tempo para os professores. Por sua vez, como apontou a seção anterior sobre a tecnologia na educação, o uso de incentivos adequados permitiria aos professores aproveitar esse tempo e dedicar mais atenção aos estudantes que necessitem de interação humana.

### **Quadro 11.** O uso da IA para oferecer devolutivas de redação no Brasil

A oportunidade de contar com devolutivas/ feedbacks significativos e voltados ao aprimoramento do trabalho dos estudantes é um elemento chave para o seu desenvolvimento. Porém, essa é uma atividade que consome grande parte do tempo dos professores, em acréscimo às suas diversas responsabilidades, e poderia liberar tempo para outras tarefas essenciais, como conversar com os alunos de forma individual. Em função da sua capacidade de reconhecer padrões, classificar informações e gerar respostas sob medida, a IA pode se tornar uma alternativa promissora para assumir de forma parcial ou total as tarefas de correção, inclusive, de textos escritos. Isso permitiria aos professores concentrar-se em atividades mais participativas e de maior impacto.

Um estudo no Brasil avaliou o uso de sistemas de correção baseados em IA para oferecer comentários sobre tarefas complexas de redação para estudantes do ensino médio que se preparavam para avaliações padronizadas em grande escala (Ferman et al., 2021). O ensaio controlado randomizado durou um ano acadêmico e incluiu estudantes do último ano do ensino médio, que fizeram cinco práticas de redação do ENEM sobre temas diversos. Os estudantes do grupo de tratamento utilizaram uma plataforma online que lhes ofereceu observações instantâneas sobre aspectos como número de palavras e erros ortográficos. O estudo avaliou duas abordagens: 1) Qualificação automática “aprimorada”, usando a aprendizagem automática para atribuir pontuações às redações e oferecer comentários sobre elementos sintáticos como a ortografia e teor, enquanto qualificadores humanos atribuíram as pontuações finais e fizeram comentários detalhados sobre habilidades como qualidade e coerência das argumentações; e 2) Qualificação automática “pura”, que automatizou o trabalho de qualificação totalmente por IA para atribuir pontuações previstas e fazer comentários pré-selecionados com base em classificações de habilidades de redação.

O estudo encontrou que as duas formas de qualificação - a qualificação automática “aprimorada” e a “pura” - tiveram efeitos moderadores nas pontuações das avaliações padronizadas em relação à maioria das habilidades avaliadas, inclusive as competências sintáticas, analíticas e de propostas de políticas. Ambas as abordagens geraram uma melhoria de aproximadamente 0,1 desvios padrão. Curiosamente, a inclusão de qualificadores humanos à opção de correção “aprimorada” não gerou mais benefícios do que o sistema exclusivo de IA. Isso sugere que a ferramenta de IA, por si só, era suficientemente avançada para melhorar os resultados de uma ampla gama de habilidades de escrita.

O alto grau de observância dos participantes contribuiu para o sucesso da intervenção. Mais de 95% dos professores e cerca de 70% dos estudantes utilizaram as novas ferramentas para cada atividade de redação de forma sistemática, com uma adesão similar em todos os grupos de tratamento. Essa grande aceitação traduziu-se em um aumento de 30% no número de redações escritas em preparação para o ENEM. Além disso, ambas as abordagens aumentaram o número de devolutivas recebidas pelos estudantes, incluindo comentários oferecidos pelos professores através da plataforma. Vale ressaltar que ambas as intervenções também aumentaram em cerca de 1/3 o número de redações discutidas de forma individual com o professor, aplacando, assim, o receio de que a IA pudesse substituir as interações entre professores e estudantes.

Em vez de afetarem negativamente a função dos professores, ambas as abordagens permitiram que eles se concentrassem em tarefas que promovem práticas pedagógicas personalizadas, como o diálogo individualizado sobre a qualidade das redações. Essa mudança destaca o potencial que a IA tem para complementar o trabalho dos educadores humanos de forma construtiva ao automatizar tarefas rotineiras e permitir que eles se dediquem a atividades docentes mais complexas e personalizadas. Além disso, a falta de efetividade adicional por parte dos qualificadores humanos na opção de qualificação “aprimorada”, comparada à opção totalmente automatizada, sugere que, nesse caso, o sistema de IA era suficientemente avançado para substituir a necessidade de qualificação humana, melhorando a relação custo-efetividade da intervenção.

## ● Planejamento e tomada de decisões

Por fim, ao aplicarem ferramentas de IA, dirigentes escolares e outros integrantes de escalões intermediários de instituições educacionais poderiam desempenhar as suas funções de forma mais efetiva. Isso seria alcançado pela aplicação de ferramentas de IA que poupam tempo e sintetizam a informação necessária para a tomada de decisões de planejamento. Por exemplo, algumas ferramentas de IA que resumem e otimizam informações poderiam ajudar dirigentes escolares a elaborar cronogramas adaptados aos contextos e limitações específicas das suas escolas, a redigir documentos administrativos e comunicações de forma clara e concisa, e a elaborar relatórios de alta qualidade sobre as atividades escolares para envio às Secretarias. Uma plataforma chilena impulsionada por IA, a uPlanner, oferece análises preditivas que são utilizadas para apoiar as instituições educacionais no cumprimento de diversas funções administrativas. Entre elas, estão a gestão e o alinhamento dos calendários acadêmicos, e a otimização do uso de infraestrutura e recursos para facilitar a tomada de decisões informada e melhorar tanto a eficiência operacional como a qualidade educacional.

Além das capacidades auxiliares da IA, a sua capacidade de automatizar o processamento de dados, incluindo a análise e elaboração de relatórios, poderia ajudar dirigentes e outros funcionários a compreender dados em grande escala para o seu planejamento local. Isso seria de especial importância em situações nas quais os dirigentes e outros atores terminam excluídos desses processos pela falta de conhecimento em gestão de dados, apesar do potencial altamente valioso das contribuições desses atores. Nesse sentido, as ferramentas de IA poderiam ser mais úteis que outras tecnologias para determinados aspectos da gestão escolar, incluindo a realocação de recursos para usos mais eficientes e eficazes, bem como o aprimoramento da capacidade dos atores educacionais, para que eles desempenhem um papel de liderança no processo de planejamento do ensino.

## 3.2

### Desafios emergentes apresentados pela IA

Se, por um lado, o surgimento da IA na educação ofereça novas possibilidades tanto para potencializar os benefícios das tecnologias existentes como para viabilizar novas oportunidades, por outro, ele também gera desafios. Os formuladores de políticas públicas devem considerar esses desafios cuidadosamente antes de aplicarem intervenções de IA, para que possam minimizar e mitigar os seus riscos associados. Analisaremos, a seguir, alguns possíveis riscos que, apesar de não serem exclusivos à IA, merecem uma especial atenção.

#### ● Equidade no acesso a ferramentas eficazes

Se a IA não for aplicada de forma criteriosa, ela poderá aumentar as desigualdades, sobretudo em ambientes de recursos limitados. É provável que as grandes diferenças de acesso às tecnologias necessárias, tanto em nível domiciliar como escolar, produzam desigualdades ligadas a quem poderá se beneficiar das oportunidades oferecidas pela IA. Os formuladores de políticas públicas devem considerar que o acesso à IA pode variar em função do perfil socioeconômico dos estudantes e das escolas, e que essas diferenças de acesso estão sujeitas a ampliar ainda mais as desigualdades de oportunidades. É fundamental abordar a lacuna digital para que haja um acesso equitativo aos benefícios oferecidos pela IA.

#### ● Plágio

As ferramentas de IA com capacidades generativas, a exemplo das ferramentas desenhadas para ajudar educadores e funcionários escolares a realizarem o seu trabalho com mais eficiência e eficácia, também estão ao alcance dos estudantes. Isso aumenta a possibilidade da ocorrência de plágios, sobretudo, em ambientes não controlados, como os lares. Por exemplo, nos Estados Unidos, uma análise recente revelou que, até mesmo nas fases relativamente iniciais dessas ferramentas, foi detectado o uso de IA em aproximadamente 10% das tarefas, enquanto 3% delas foram quase completamente geradas com IA (Prothero, 2024). Ainda que existam ferramentas capazes de detectar o uso de IA, à medida que as tecnologias generativas avançam, aumenta também o risco de que os detectores não consigam identificar esses casos. Formuladores de políticas públicas e professores devem adotar decisões planejadas sobre essa questão, em termos de quando e como lidar com os casos de plágio. Por outro lado, também devem refletir sobre a conveniência de adotarem algumas tarefas e trabalhos de classe que incorporem a IA como um elemento produtivo do processo de aprendizagem.

## ● Vieses nos resultados gerados por IA

Os modelos de IA são treinados a partir de uma massa pré-existente de dados. Se esses dados estiverem enviesados ou não forem corretos – por exemplo, se eles apenas refletirem opiniões majoritárias, ou incluírem informações falsas ou

nganosas –, eles podem produzir resultados ou decisões automatizadas enviesadas. E, logicamente, esses dados e decisões podem afetar comunidades sub-representadas de forma desproporcional e ampliar ideias distorcidas ou imprecisas. Deve-se evitar que os algoritmos sejam treinados com vieses que reproduzam e ampliem desigualdades. Por exemplo, os algoritmos preditivos usados no sistema de justiça penal dos Estados Unidos para estabelecer a probabilidade de reincidência rotularam incorretamente os acusados negros, atribuindo-lhes uma propensão duas vezes maior de reincidir do que acusados brancos (Angwin et al., 2016). Esses algoritmos preditivos são conceitualmente semelhantes aos sistemas de alerta precoce utilizados na educação. Do mesmo modo, foram encontrados vieses perniciosos às mulheres em algoritmos utilizados pela indústria tecnológica para a contratação de pessoal (Dastin, 2018). É importante que as iniciativas que buscam corrigir ativamente esses vieses atuem de forma justa e ética. As intervenções lideradas por seres humanos devem ser conduzidas por uma equipe diversa de especialistas, a fim de evitar sobrecorreções ou a introdução de vieses adicionais - em especial, em um campo como o da educação (Shamim, 2024).



**Deve-se evitar que os algoritmos sejam treinados com vieses que reproduzam e ampliem desigualdades.**



Os algoritmos devem ser transparentes e auditáveis. É importante que as pessoas que interagem com os sistemas de IA entendam de que maneira esses sistemas as afetam. Também é essencial que as pessoas tenham recursos a seu dispor quando os sistemas não funcionarem bem, e que as empresas e agências que desenvolvem IA possam ser responsabilizadas pelos seus produtos. Para fazer frente a esse desafio, os algoritmos dos Sistemas de Decisão Automatizada (SDAs) devem ser auditados periodicamente. Essas auditorias deveriam melhorar a capacidade interna dos órgãos públicos para avaliarem os sistemas que desenvolvem ou adquirem, e para permitir que eles o façam com mais eficácia no futuro. Com a realização de auditorias de rotina, problemas gerados por situações indesejáveis, como a atribuição incorreta de benefícios ou violações do devido processo, poderão ser antecipados. Idealmente, as auditorias asseguram uma maior prestação de contas, com a formulação de um método útil e contínuo para que partes terceiras possam revisar e avaliar os SDAs, de forma que eventuais problemas sejam resolvidos ou mitigados. Por fim, o público deve ter uma oportunidade clara de dar respostas e, caso necessário, contestar o uso de um sistema ou as diretrizes utilizadas por um órgão público para o seu desenvolvimento (Aránguiz Villagrán, 2022).

## ● Treinamento adequado dos modelos de IA com fins educacionais

Os modelos de IA são treinados com dados e geram resultados baseados nesse treinamento. Se os modelos de IA com finalidades educacionais forem treinados com dados que refletem práticas pedagógicas obsoletas, eles poderão automatizar métodos de ensino ineficazes. Portanto, as ferramentas de IA devem ser ajustadas tanto aos planos de estudos nacionais como às necessidades pedagógicas dos professores. Também é crucial que esses modelos sejam treinados usando materiais coerentemente alinhados às boas práticas pedagógicas, para assegurar que os resultados se baseiam na experiência humana e em princípios pedagógicos eficazes.

## ● Regulação e privacidade

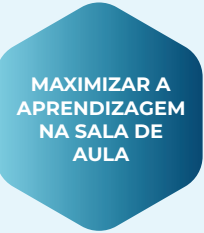
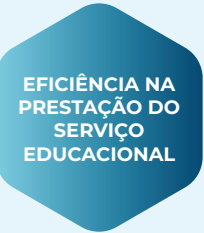
O rápido desenvolvimento da IA está indo além dos marcos normativos disponíveis. Tal realidade tem suscitado dúvidas ligadas à privacidade de dados, ao uso de conteúdos protegidos por direitos autorais ou de informações privativas para o treinamento da IA sem o devido consentimento, e à gestão da caixa preta dos algoritmos de IA. Os governos devem estabelecer políticas claras, a fim de regularem o papel da IA na educação e garantir o uso ético, a proteção dos dados e o fortalecimento de capacidades para que a aplicação da IA seja efetiva. Além disso, é essencial promover a cooperação transfronteiriça e intersetorial para a regulação do uso da IA na educação e a harmonização de políticas entre países. O setor privado também deve participar, para assegurar que as ferramentas de IA sejam aplicadas de forma ética. Em 2024, as autoridades italianas restringiram por um breve período o acesso ao ChatGPT, em função de preocupações sobre a sua conformidade com a legislação europeia em matéria de proteção de dados. As autoridades apontaram problemas na verificação da idade dos usuários, no uso de informações pessoais sem permissão para o treinamento do chatbot de IA, e na ausência de clareza em geral sobre a forma como o sistema gerencia os dados. Esse incidente mostra o desafio que está por trás da regulação das tecnologias de IA, que avançam com rapidez por entre os marcos jurídicos atuais.

## ● Fortalecimento de capacidades institucionais dentro dos sistemas

Mesmo quando as intervenções de IA tiverem resultados eficazes, os governos devem fortalecer a capacidade institucional e promover a alfabetização em IA, a fim de assegurar que os futuros usuários compreendam não apenas as suas funcionalidades, mas, também, a forma como os seus algoritmos agregam dados e podem reproduzir vieses e informações falsas. A falta de proficiência em relação ao funcionamento dessas ferramentas e à forma como os seus resultados são gerados pode levar usuários inexperientes a supor que os resultados são exatos e verídicos, ainda que não o sejam. Para evitar tais problemas, os governos devem implementar sistemas de apoio e monitoramento com o objetivo de supervisionar as ferramentas de IA desde o primeiro momento até as etapas de planejamento, desenho e execução. Algumas ferramentas já foram desenvolvidas para assegurar a coerência e a responsabilidade nesse processo (Sánchez Avalos et al., 2021).

Um exemplo concreto da necessidade de capacidade institucional e alfabetização em IA apresentou-se no Reino Unido. Em 2020, o governo do país utilizou um algoritmo para atribuir as qualificações dos estudantes nos exames finais do ensino médio. O algoritmo claramente favorecia estudantes das escolas de elite e reduzia, de forma desproporcional, as pontuações de estudantes de contextos desfavorecidos. Esse caso exemplifica os perigos da implementação de ferramentas de IA sem a capacidade institucional necessária e o domínio da matéria por parte dos tomadores de decisões. Os formuladores de políticas públicas e educadores confiaram nos resultados do algoritmo sem compreenderem plenamente os seus vieses. Isso, por sua vez, gerou resultados injustos e pouco fidedignos.

**Tabela 2.** Resumo dos possíveis usos da IA na educação para avançar no alcance dos objetivos de políticas públicas ligados à aprendizagem, ao acesso e à eficiência

OBJETIVO DE POLÍTICA PÚBLICA	AS VANTAGENS ESPECÍFICAS DA IA QUE PODEM FORTALECER A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL	POSSÍVEIS USOS DA IA	POSSÍVEIS RISCOS E DESAFIOS
 <p><b>MAXIMIZAR A APRENDIZAGEM NA SALA DE AULA</b></p>	<p>Produção em massa de conteúdo segundo padrões específicos.</p> <p>Geração de novos conteúdos sob medida, em formato escrito ou multimídia.</p> <p>Maior capacidade de processamento de dados, incluindo análises e relatórios.</p>	<p>Criação de problemas que apoiem práticas adicionais em uma ampla gama de níveis de proficiência.</p> <p>Geração de lições personalizadas em formatos escrito e multimídia para lidar com as necessidades específicas de cada estudante.</p> <p>Chatbots que promovem resultados acadêmicos e não acadêmicos, como o apoio à saúde mental.</p> <p>Assistentes virtuais para que os professores aprimorem o planejamento de suas aulas e as práticas de gestão na sala de aula.</p> <p>Criação custo-efetiva de complementos multimídia para a formação docente.</p>	<p>As plataformas que rastreiam os dados de avaliação dos estudantes devem contar com protocolos de privacidade e gestão de dados robustos, que assegurem a privacidade e a segurança dos estudantes.</p> <p>Direcionar o ensino e as práticas aos níveis específicos dos estudantes implica o risco de enviar a forma como são abordados determinados subgrupos, dependendo do tratamento dos algoritmos.</p> <p>Se as decisões de focalização pedagógica forem visíveis para além do professor ou do estudante, isso poderia gerar a estigmatização de estudantes com menor desempenho.</p> <p>O treinamento dos modelos de IA deve assegurar que os produtos multimídia criados para complementar as lições sejam de alta qualidade e adequados para cada idade.</p>
 <p><b>AMPLIAR O ACESSO E VIABILIZAR TRAJETÓRIAS EDUCACIONAIS COMPLETAS</b></p>	<p>Maior capacidade de processamento de dados, incluindo análises e relatórios.</p> <p>Tradução em massa de documentos.</p> <p>Geração de novos conteúdos sob medida no formato escrito ou multimídia.</p> <p>Análise e processamento de áudio.</p>	<p>Sistemas de alerta precoce mais sofisticados e completos para evitar a evasão escolar.</p> <p>Análises automatizadas para otimizar a distribuição equitativa de recursos, como livros-texto e alocações de docentes, reduzindo as barreiras técnicas e os vieses humanos.</p> <p>Mentor pedagógico gerado por IA para professores que antes careciam de apoio sustentado e de alta qualidade oferecido por mentores humanos.</p> <p>Tradução de materiais para estudantes multilíngues em sua língua materna, aumentando a inclusão de populações diversas.</p> <p>Criação de materiais acessíveis com ferramentas de conversão de texto a voz ou serviços de transcrição, a fim de apoiar grupos tradicionalmente excluídos, como os estudantes com deficiências ou aqueles com faltas frequentes.</p>	<p>O treinamento de sistemas de alerta precoce poderia produzir recomendações sistematicamente enviesadas em detrimento de alguns subgrupos de estudantes.</p> <p>O uso de gravações de áudio ou vídeo para melhorar as práticas dos professores deve estar respaldado por protocolos de gestão de dados robustos, que assegurem a privacidade e a segurança dos estudantes</p>
 <p><b>EFICIÊNCIA NA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO EDUCACIONAL</b></p>	<p>Reconhecimento óptico de caracteres que leem imagens e processam dados em grande escala.</p> <p>Análise e processamento de áudio.</p> <p>Maior capacidade de processamento de dados, incluindo análises e relatórios.</p>	<p>Geração de lições em lote para agilizar a criação de conteúdo voltado a intervenções pedagógicas estruturadas. Isso reduz a necessidade de grandes equipes para elaborar o conteúdo das lições, além de melhorar a qualidade e reduzir custos.</p> <p>Qualificação automatizada e devolutivas personalizadas nas avaliações escritas, incluindo perguntas de múltipla escolha e respostas curtas, bem como avaliações de leitura oral.</p> <p>Ferramentas administrativas que poupam tempo e ajudam os dirigentes escolares a planejar atividades, redigir documentos e elaborar relatórios adaptados às necessidades das suas escolas.</p> <p>Análises de dados e relatórios automatizados para apoiar dirigentes educacionais na tomada de decisões de planejamento com base em dados, em particular, quando os níveis de alfabetização em dados são baixos.</p>	<p>Do mesmo modo que a IA pode agilizar a qualificação e oferecer feedbacks aos professores, ela também pode permitir que os alunos empreguem formas mais sofisticadas de plágio, o que requer uma resposta ativa em matéria de políticas e um plano de ação por parte das escolas e dos sistemas educacionais.</p> <p>O tempo poupado pela automatização de tarefas de rotina pode não resultar, necessariamente, em mais tempo para atividades desejáveis como o ensino ou atenção personalizada. Isso tem um potencial de limitar os retornos dos investimentos em IA.</p> <p>Uma dependência excessiva da IA para gerar relatórios e analisar dados poderia levar a equipe escolar a diminuir a sua ligação pessoal com o que efetivamente acontece no local.</p>

# 4.


O aproveitamento  
da tecnologia e  
da IA na educação



Os diversos estudos existentes a respeito do assunto mostram que a fidelidade ao desenho e a qualidade da implementação são fundamentais para o sucesso dos programas educacionais baseados na tecnologia. E está demonstrado que os resultados previstos dos programas baseados na tecnologia podem ser comprometidos quando o desenho original não é suficientemente respeitado. Além disso, até mesmo pequenos desvios podem alterar alguns elementos cruciais para a aprendizagem (Durlak e DuPre, 2008). Da mesma forma, a qualidade da implementação – incluindo fatores como formação docente, infraestrutura e participação dos estudantes – afeta diretamente a eficácia dos programas (O’Donnell, 2008). Para fazerem frente a esses desafios, os formuladores de políticas públicas devem considerar o uso de um marco conceitual que ofereça aos sistemas educacionais abordagens estruturadas, baseadas em evidências e, ao mesmo tempo, simples, que viabilizem a criação e aplicação de programas baseados na tecnologia. Um marco desse tipo lhes permitiria identificar os componentes e mecanismos chave, assegurando, assim, o alinhamento entre a tecnologia utilizada e os objetivos educacionais esperados.

A partir das evidências analisadas nas seções anteriores, que examinaram como a tecnologia e a IA podem ajudar a lidar com desafios educacionais chave, esta seção se dedica a converter essas aprendizagens de políticas públicas em estratégias práticas que possam ser aplicadas para o desenho e a implementação de programas. Para os formuladores de políticas públicas que buscam melhorar a educação com ferramentas digitais, é fundamental avaliar os insumos necessários para a incidência de diferentes intervenções. Portanto, é preciso considerar tanto as capacidades tecnológicas disponíveis no sistema educacional como o nível de investimento necessário para o cumprimento das condições mínimas capazes de assegurar o sucesso das iniciativas.

Esta seção apresenta um marco de referência com o objetivo de orientar o desenho, a implementação e a sustentabilidade dos programas que integram a tecnologia à educação em grande escala. A seção integra as constatações da literatura analisada na seção anterior, a fim de descrever usos específicos da tecnologia e da IA que possam ajudar os países a alcançar um dos três objetivos de desenvolvimento traçados na introdução deste documento. Descreveremos, a seguir, as condições viabilizadoras necessárias para que se possa implementar os tipos mais comuns de intervenções e alcançar, de forma exitosa, os objetivos previstos. Esta seção também oferece uma abordagem sistemática para o monitoramento e a avaliação dos produtos gerados e dos resultados alcançados, permitindo a criação de experiências de aprendizagem mais escaláveis e efetivas, potencializadas pela tecnologia. Ao terem uma compreensão clara do estado atual das condições viabilizadoras nos seus sistemas, os formuladores de políticas públicas poderão determinar quais intervenções estão prontas para ser implementadas e quais necessitam de mais investimento para tornar-se viáveis. A relação custo-efetividade das iniciativas digitais está estreitamente ligada a essas condições viabilizadoras. Uma infraestrutura insuficiente pode requerer custos mais altos. Por sua vez, recursos já existentes, porém, subutilizados, podem ser aproveitados para reduzir gastos.



# 4.1

## Um marco conceitual para obter impacto em grande escala

Nosso marco conceitual está descrito na Figura 1. Esse marco classifica as intervenções impulsionadas pela tecnologia e pela IA em três objetivos de políticas públicas principais no âmbito educacional: 1) maximizar a aprendizagem; 2) ampliar o acesso e viabilizar trajetórias educacionais completas; e 3) melhorar a eficiência na prestação do serviço educacional. Para melhorar a aprendizagem, as intervenções estão focadas em prestar apoio personalizado aos estudantes, enriquecer o ensino nas salas de aula e contar com recursos didáticos escaláveis, a exemplo das tutorias baseadas em IA e das ferramentas de aprendizagem adaptativa e geração automatizada de conteúdo. Para ampliar o acesso aos estudos e os níveis de conclusão, pode-se aplicar estratégias como os sistemas de alerta precoce para prevenir a evasão escolar, ferramentas de tradução e acessibilidade de IA, e canais de comunicação escaláveis para o contato com familiares e educadores. Por fim, para melhorar a eficiência na prestação dos serviços, as intervenções utilizam ferramentas digitais para as avaliações, a redução de carga de trabalho dos professores e a tomada de decisões baseada em dados. Esses tipos de intervenções incluem o monitoramento remoto, o planejamento de classes gerado por IA e ferramentas de apoio administrativo. Ao alinharem essas intervenções aos recursos disponíveis, os formuladores de políticas públicas podem integrar a tecnologia de forma eficaz para gerarem melhorias educacionais que sejam equitativas, escaláveis e custo-efetivas.

Os programas que incorporam a tecnologia requerem cinco condições viabilizadoras: dispositivos digitais, conectividade significativa, recursos e plataformas digitais, competências digitais e pedagógicas docentes, e governança.<sup>5</sup> É necessária uma governança sólida no nível do sistema, que abranja a capacidade institucional, uma gestão eficaz, sistemas de informação e financiamento sustentável. Sem esses elementos, os sistemas educacionais não são capazes de apoiar e ampliar iniciativas de tecnologia educacional. Em conjunto, essas cinco condições viabilizadoras chave estão estreitamente interligadas e podem assegurar não apenas o acesso à tecnologia, mas, também, a sua efetiva integração, criando as condições necessárias para que os sistemas atinjam os objetivos esperados de políticas públicas.

<sup>5</sup> Outros marcos conceituais já foram elaborados para auxiliar formuladores de políticas públicas a integrar a tecnologia aos seus sistemas educacionais. Todos esses marcos compartilham uma característica: a importância de abordar não apenas a infraestrutura tecnológica, mas, também, os professores, os conteúdos e a capacidade institucional. Por exemplo, a Cúpula de Transformação da Educação de 2022 identificou a conectividade significativa, a capacidade e o conteúdo como pilares fundamentais da aprendizagem digital. Do mesmo modo, o Marco de Ação de 2024 para a Transformação do Sistema, elaborado pela UNESCO com o UNICEF, a UIT e a GPE, incorpora esses pilares às suas seis áreas centrais para avançar rumo à transformação digital na educação (UNESCO, 2024). Por sua vez, o marco proposto neste documento se distingue por vincular os insumos a mecanismos e objetivos de desenvolvimento específicos.

**Figura 1.** Marco conceitual para integrar a tecnologia e a IA à educação em grande escala

## COMO A TECNOLOGIA E A IA PODEM SER ÚTEIS?

### MAXIMIZAR A APRENDIZAGEM NA SALA DE AULA

#### ● **Aprendizagem estudantil personalizada e atividades de reforço**

- Prática e reforço de forma autônoma pelo estudante.
- Criação de exercícios de prática para diferentes níveis de proficiência.
- Geração de lições personalizadas em formatos escritos e multimídia.
- Chatbot para apoiar resultados acadêmicos e não acadêmicos.

#### ● **Aprimoramento das instruções em sala de aula e apoio ao ensino**

- Entrega de conteúdo multimídia de alta qualidade (síncrono e assíncrono).
- Criação eficaz de complementos multimídia para professores.
- Assistentes virtuais no planejamento de classes e gestão da sala de aula.
- Oferecimento de planos de aulas em grande escala.
- Ferramentas de IA para a geração de conteúdo educacional.

### AMPLIAR O ACESSO E VIABILIZAR TRAJETÓRIAS EDUCACIONAIS COMPLETAS

#### ● **Intervenções precoces e retenção de estudantes**

- Sistemas de alerta precoce para prevenir a evasão escolar (com ou sem IA).
- Acompanhamento gerado por IA para professores que antes não contavam com apoio humano.

#### ● **Distribuição equitativa de recursos e inclusão**

- Análise automatizada para otimizar a distribuição equitativa de recursos (p.ex., livros-texto, alocação de professores).
- Tradução de materiais para estudantes multilíngues.
- Criação de materiais acessíveis por meio de ferramentas de texto-a-voz e transcrição.

#### ● **Aprendizagem e comunicação viabilizadas pela tecnologia**

- Ensino à distância para ampliar o acesso.
- Entrega escalável de atualizações sobre o progresso estudantil e boas práticas para familiares e professores.

### AUMENTAR A EFICIÊNCIA NA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO EDUCACIONAL

#### ● **Otimização da avaliação e do monitoramento**

- Testagem viabilizada pela tecnologia para melhorar a integridade dos dados e reduzir fraudes.
- Monitoramento remoto e tecnológico da frequência docente.
- Pontuação automatizada e devolutiva personalizada para avaliações orais e escritas.

#### ● **Dinamização do ensino e da carga de trabalho docente**

- Redução de custos de tutoria mediante software individualizado ou tutoria remota.
- Liberação de tempo docente pela automatização de tarefas não centradas no estudante.
- Geração em massa de lições para melhorar a qualidade e eficiência de pedagogias estruturadas.

#### ● **Melhoria da gestão administrativa e da tomada de decisões a partir de dados**

- Ferramentas administrativas que poupam tempo no planejamento, elaboração de relatórios e redação de documentos.
- Análises e geração de relatórios automatizados para apoiar o planejamento, em especial, em contextos com baixos níveis de alfabetização em dados.

## CONDIÇÕES VIABILIZADORAS

DISPOSITIVOS DIGITAIS

CONECTIVIDADE SIGNIFICATIVA

RECURSOS, CONTEÚDOS E PLATAFORMAS DIGITAIS

COMPETÊNCIAS DIGITAIS E PEDAGÓGICAS DOCENTES

GOVERNANÇA



## Dispositivos digitais

A oportunidade de acessar dispositivos digitais adequados com frequência é um requisito fundamental para que estudantes e professores possam participar efetivamente de ambientes de aprendizagem digital. Sem essa base essencial, seria inviável alcançar uma maior transformação digital da educação. Porém, o acesso, por si só, não é suficiente: a interação entre disponibilidade, qualidade e integração pedagógica determina o impacto real das ferramentas digitais no ensino e na aprendizagem. De acordo com o Marco das Tecnologias da Informação e Comunicação do PISA 2022, a forma como a tecnologia é utilizada nas salas de aula é extremamente influenciada pela sua disponibilidade, acessibilidade e qualidade. Portanto, as decisões ligadas aos dispositivos e outras ferramentas tecnológicas devem se basear em objetivos pedagógicos, em vez de permitirem que a própria tecnologia estabeleça as estratégias educacionais. Por exemplo, é necessário examinar as necessidades específicas de aprendizagem em disciplinas como matemática, ciência e redação, para que se possa estabelecer o tipo de dispositivos a serem introduzidos nas salas de aulas e as suas especificações, assegurando, assim, que eles contribuirão efetivamente aos resultados dos estudantes.

Dois fatores cruciais devem ser considerados no momento de integrar dispositivos digitais a ambientes educacionais: a quantidade e as especificações. A relação dispositivo-usuário influencia o uso da tecnologia. Ao longo do tempo, os sistemas educacionais transitaram de laboratórios de informática a modelos de um dispositivo por estudante e, mais recentemente, a soluções móveis compartilhadas, como os gabinetes móveis para múltiplos dispositivos,<sup>6</sup> que reduzem custos enquanto asseguram a disponibilidade. O modelo específico a ser escolhido dependerá dos objetivos pedagógicos de cada caso, mas é fundamental reconhecer que a disponibilidade de dispositivos afeta de forma direta o tipo de experiência de aprendizagem digital que poderá acontecer na prática. Além disso, as especificações dos dispositivos determinam o alcance e a pertinência das atividades educacionais. Por exemplo, para desenvolver as primeiras habilidades de escrita, podem ser necessários dispositivos com telas sensíveis ao toque. Por outro lado, dispositivos antigos com pouca manutenção podem gerar problemas de compatibilidade que limitam a sua utilidade. Os alunos dos primeiros anos de ensino costumam receber tablets, enquanto estudantes maiores e professores recebem computadores pessoais. No Uruguai, por exemplo, o plano Ceibal segue esse modelo, fornecendo tablets aos estudantes do 1º e 2º ano, e computadores portáteis a estudantes do 3º ano até o ensino médio. (Ceibal, 2024).

Ao integrar soluções de IA à educação, é essencial considerar as características técnicas dos dispositivos usados pelos estudantes. Os requisitos podem variar se a ferramenta de IA for executada em nuvem ou diretamente no dispositivo. Para soluções baseadas em nuvem, costuma ser preciso contar com uma conexão de internet estável e um navegador compatível. Isso faz com que elas sejam mais acessíveis do que soluções baseadas nos próprios dispositivos para escolas com uma quantidade limitada de equipamentos de informática. Por sua vez, as aplicações de IA executadas localmente requerem uma capacidade maior de processamento, memória e armazenamento, o que pode ser desafiador nos casos de escolas com dispositivos mais antigos ou de menor desempenho.

Além dos dispositivos pessoais, existem outras ferramentas tecnológicas que desempenham um papel crucial, especialmente, em ambientes de aprendizagem experimental que incentivam a resolução de problemas de forma prática e criativa. Nesses programas, os dispositivos digitais operam dentro de um ecossistema educacional mais amplo, complementado por placas de desenvolvimento, kits eletrônicos, sensores físico-

<sup>6</sup> Os gabinetes móveis, ou carrinhos para dispositivos, são unidades de armazenamento móveis desenhadas para guardar, carregar e transportar dispositivos eletrônicos como computadores portáteis, tablets e Chromebooks de forma segura em ambientes educacionais ou profissionais. Esses carrinhos costumam ter múltiplos escaninhos ou prateleiras para organizar os dispositivos, estações de carregamento integradas (para que eles permaneçam carregados), e mecanismos de bloqueio para maior segurança.

químicos, kits de robótica, impressoras 3D e drones. Essas ferramentas apoiam a aprendizagem baseada em projetos e permitem que os estudantes explorem, criem e compartilhem conhecimentos pela experimentação prática. As metodologias de design thinking e os princípios do movimento maker promovem ambientes de aprendizagem colaborativos, onde os estudantes se dedicam a resolver problemas, pensar de forma crítica e inovar. Para integrar essas ferramentas eficazmente, o plano de estudos deve estar harmonizado e assegurar que as experiências práticas reafirmem a compreensão conceitual, em vez de se tornarem atividades isoladas.

Por fim, para que a integração de dispositivos e outras ferramentas seja bem-sucedida, é preciso haver uma estratégia de longo prazo em matéria de implantação, manutenção e sustentabilidade. É pouco provável que a mera distribuição de dispositivos gere resultados positivos sem um plano estruturado de assistência contínua, atualização de software e ciclos de substituição. Deve haver um sólido sistema de manutenção que inclua protocolos de assistência técnica, políticas de proteção de dispositivos e auxílio permanente aos usuários. Sem esses componentes, as iniciativas de aprendizagem digital correm o risco de se tornarem obsoletas ou subutilizadas com o tempo (Arias Ortiz et al., 2020b). É essencial assegurar que as ferramentas e dispositivos não apenas estejam disponíveis, mas também sejam funcionais e pertinentes, e estejam integrados às práticas pedagógicas, para que possam maximizar o seu impacto educacional.



## Conectividade significativa

Não basta ter acesso aos dispositivos, apenas. A existência de uma conectividade significativa também é uma condição viabilizadora chave para a transformação digital da educação (TDE). Não é suficiente ter acesso à internet nas salas de aula; também é preciso que essa conexão seja confiável e de alta qualidade, e esteja ajustada às necessidades pedagógicas. Os requisitos técnicos para a conectividade educacional variam em função das aplicações previstas. Por exemplo, para o planejamento de aulas, talvez não seja preciso ter uma conexão de internet, ou pode-se ter uma conexão de banda larga e estabilidade diferentes daquelas necessárias para interações por vídeo em tempo real entre estudantes e instrutores remotos.

Ainda que as necessidades de conectividade sejam diferentes em função do uso, é essencial estabelecer normas mínimas de qualidade para assegurar a efetividade dos esforços de transformação digital. Esses critérios de referência ajudam as autoridades educacionais a desenhar políticas e programas que priorizem não apenas o acesso - isto é, a existência de uma conexão de internet nas escolas -, mas, também, a idoneidade e qualidade da conexão para o ensino e a aprendizagem. Nesse sentido, o conceito de conectividade significativa nos ajuda a estabelecer pontos de referência claros para os serviços de conectividade escolar e níveis mínimos que assegurem que a tecnologia apoiará a aprendizagem de forma eficaz. Esse conceito inclui duas dimensões fundamentais: a velocidade de internet e a cobertura dentro dos ambientes de aprendizagem - ambas, como fatores críticos para a aplicação de iniciativas educacionais baseadas na tecnologia.

Com relação à velocidade, o Grupo Interinstitucional para a Conectividade na Educação (GICE) do Brasil define, em consonância com as normas internacionais, uma velocidade mínima de megabytes por segundo (Mbps) por estudante durante o turno escolar mais movimentado, para que o ensino e a aprendizagem sejam significativos. Para ilustrar o que esse tipo de conexão permite fazer, podemos considerar três situações: 1) todos os estudantes da escola poderiam utilizar a internet simultaneamente para navegação em geral, por exemplo, para pesquisar informações e ler notícias; 2) a metade dos estudantes poderia estar conectada ao mesmo tempo, sendo que um a cada três estaria participando de atividades de vídeo; ou 3) um quarto dos estudantes do turno poderia dedicar-se simultaneamente a atividades de vídeo (GICE, 2022).

O uso da IA em ambientes educacionais requer uma conectividade de maior qualidade. Por isso, os formuladores de políticas públicas precisam considerar as velocidades específicas de internet e a latência (isto é, o tempo que um pacote de dados leva para ir de um ponto a outro) em função do tipo de atividades realizadas. Por exemplo, quando há o uso de chatbots, recomenda-se uma velocidade mínima de 5 megabits por segundo (Mbps) e uma latência não superior a 100 milissegundos (ms). E em atividades mais avançadas, como videoconferências com IA ou assistentes de voz, os valores devem ser de pelo menos 10 Mbps com uma latência máxima de 50 ms.

Além de cumprir os parâmetros mínimos de velocidade, a abordagem ideal para assegurar que a rede cobrirá as necessidades dos estudantes de forma custo-efetiva passa pelo conhecimento dos seus padrões de uso. A implementação de ferramentas de monitoramento da rede permite avaliar o desempenho de forma contínua, para assegurar que os recursos utilizados não estão sendo excessivos – e não geram custos desnecessários –, nem insuficientes – o que poderia prejudicar as atividades educacionais. Pela lógica do plano Ceibal uruguaio, na qual o acesso à internet é gerido de forma centralizada, a largura de banda contratada corresponde à demanda específica de cada escola, permitindo que se ofereçam recursos adaptados aos dados reais de uso. Essa estratégia de alocação dinâmica é fundamental para otimizar os investimentos em infraestrutura e assegurar um acesso confiável aos recursos educacionais.

A velocidade de acesso também é determinada pelo tipo de infraestrutura disponível em cada região. Em zonas com cobertura de fibra óptica, é relativamente simples manter uma conectividade de alta velocidade. Porém, nas escolas de zonas rurais e remotas, onde seria inviável instalar uma conexão de fibra ou cabo, é preciso considerar soluções alternativas como os satélites, as redes por micro-ondas ou as redes móveis. Além disso, as associações com provedores de telecomunicação públicos e privados são fundamentais para assegurar que a conectividade seja escalável e tenha alta qualidade em todas as escolas.

Um aspecto da conectividade que, apesar de frequentemente ignorado, é essencial, está ligado à cobertura dentro dos espaços educacionais. Assegurar uma intensidade de sinal forte e constante é tão importante quanto cumprir os requisitos em matéria de velocidade. Sem uma cobertura plena em todo o local, o acesso à internet não será útil para melhorar a aprendizagem de forma eficaz. A conectividade deve se estender a todas as áreas de aprendizagem, para que os estudantes possam acessar recursos educacionais de forma segura de qualquer ponto da escola, e para assegurar que a largura da banda disponível seja utilizada ao máximo. Segundo a MegaEdu, uma organização sem fins lucrativos brasileira que provê acesso à internet de alta velocidade para todas as escolas públicas do Brasil, a intensidade do sinal deve superar os 70 decibéis-miliwatts (dBm) em todos os serviços educacionais, o que, normalmente, pode ser alcançado disponibilizando um ponto de acesso para cada duas salas de aula (MegaEdu, 2024).

Para manter a infraestrutura de conectividade, devem-se realizar tarefas de supervisão e gestão contínuas, uma vez que essas tarefas não são um trabalho pontual. É fundamental estabelecer e monitorar os Acordos de Nível de Serviço (na sigla em inglês, SLA) para garantir que a qualidade do serviço seja constante (Arias Ortiz et al., 2020b). O monitoramento periódico do desempenho permite supervisionar a intensidade de uso da internet nas salas de aula, identificar possíveis problemas e gerar alertas para a realização de tarefas de manutenção em tempo oportuno. Essas medidas proativas ajudam a fazer com que a rede seja estável e de desempenho, assegurando que estudantes e professores podem confiar na conectividade como parte integral do processo de aprendizagem.



## Recursos, conteúdos e plataformas digitais

Para que a TDE seja viável, é fundamental contar com recursos, plataformas e conteúdos digitais, uma vez que esses elementos ampliam a oportunidade da aprendizagem personalizada, o desenvolvimento de habilidades e a participação estudantil, enquanto oferecem ferramentas para que os professores monitorem o progresso. Em alguns casos, esses ativos digitais desempenham um papel semelhante ao dos livros-texto no ensino tradicional. Por isso, o seu desenvolvimento e conteúdo devem ser rigorosamente examinados para assegurar a qualidade. Ademais, a integração deve ser cuidadosamente planejada. Em função da grande diversidade de plataformas, programas e conteúdos disponíveis - cada um, com suas diferentes funções -, é essencial alinhar essas ferramentas estrategicamente aos objetivos pedagógicos e garantir que elas atendam as necessidades de alunos e professores, enquanto se adaptam aos contextos educacionais específicos.

Uma das principais categorias de recursos digitais é a das plataformas de aprendizagem, que oferecem conteúdos educacionais, exercícios personalizados, acompanhamento do progresso do estudante e apoio em disciplinas ou competências específicas. Um tipo de plataforma de aprendizagem é o dos sistemas de gestão de aprendizagem (na sigla em inglês, LMS). Esses sistemas distribuem conteúdo, tarefas e notas, além de oferecerem ferramentas de comunicação para facilitar interações à distância, plataformas de avaliação do desempenho de estudantes e repositórios de conteúdos com materiais de aprendizagem complementar. Esses recursos podem ter diversos formatos, a exemplo dos recursos educacionais abertos (REAs), jogos educativos, livros eletrônicos e portais online – cada um deles, com sua contribuição específica ao sucesso do objetivo maior de melhorar o ensino e a aprendizagem. A consideração sobre recursos e conteúdos precisa considerar dois elementos principais: 1) eles devem ser de alta qualidade e pertinentes, e precisam estar em consonância com o plano de estudos; e 2) eles devem basear-se em dados e características claramente definidas, para que possam ser adaptados a diferentes necessidades de aprendizagem.

Em primeiro lugar, é primordial contar com conteúdo de alta qualidade. Os recursos de alta qualidade devem ser precisos e precisam estar atualizados. Devem favorecer a aprendizagem em profundidade, o pensamento crítico e a participação, em vez de apenas ofertarem informações superficiais ou fragmentadas. Uma plataforma bem desenhada assegura que os estudantes receberão materiais confiáveis e pedagogicamente consistentes que melhorem a sua experiência de aprendizagem.

Em um mercado tão amplo e diverso como o das plataformas educacionais digitais, não é fácil avaliar a qualidade de uma plataforma minuciosamente – e isso acontece, sobretudo, com os avanços mais recentes, impulsionados pela IA nas plataformas educacionais. Como existem inúmeras opções, é essencial avaliar as plataformas a fundo antes de selecionar uma delas. Algumas plataformas podem carecer de consistência pedagógica ou oferecer uma experiência de usuário insuficiente, ou até mesmo ser um vaporware (isto é, um software que é comercializado, mas nunca chega a se desenvolver ou funcionar completamente). Antes de adotá-las, é conveniente realizar pilotos para facilitar a tarefa de definir quais delas realmente respondem às necessidades educacionais. Nos Estados Unidos, existem organizações como a Common Sense Media,<sup>7</sup> que cumprem um papel chave na avaliação da qualidade das plataformas educacionais e oferecem notas e resenhas baseadas em fatores como efetividade, nível de participação dos usuários e normas de privacidade.

<sup>7</sup> Outras organizações norte-americanas orientam educadores e instituições para que possam tomar decisões informadas sobre a integração da tecnologia. Duas dessas organizações são a EdSurge (que oferece resenhas, pesquisas e opiniões sobre produtos de tecnologia educacional) e o Selo de Alinhamento da Sociedade Internacional para a Tecnologia na Educação (ISTE). Esse selo certifica as ferramentas e recursos de tecnologia educacional que cumprem as normas da ISTE com o objetivo de assegurar uma aprendizagem digital eficaz. Por fim, a Certificação de Produtos de Design Baseados na Pesquisa da empresa Digital Promise reconhece os produtos de tecnologia educacional baseados na aprendizagem científica que demonstram sua eficácia.

A certificação que os governos outorgam às plataformas ajuda a assegurar a sua qualidade e confiabilidade. Por exemplo, na Europa, existem iniciativas que definem normas de qualidade, como a norma alemã DIN ISO 21001 para organizações educacionais. Seria imensamente benéfico implementar iniciativas semelhantes de certificação na América Latina e no Caribe, uma vez que as instituições educacionais dos países dessa região poderiam acessar ferramentas digitais validadas e de alta qualidade que possam efetivamente apoiar o ensino e a aprendizagem. Nesse contexto, iniciativas como o [Marco EdTech for Good](#) do UNICEF oferecem valiosas orientações que permitem identificar e avaliar soluções de alta qualidade em tecnologia educacional. O marco estabelece critérios chave - como a segurança, o impacto na aprendizagem, a acessibilidade e a escalabilidade - e oferece uma abordagem estruturada para avaliar as plataformas digitais de aprendizagem. O seu Gabinete de Aprendizagem serve como um repositório de soluções de tecnologia educacional rigorosamente avaliadas, assegurando que as plataformas digitais contribuam solidamente ao sucesso dos resultados de aprendizagem, enquanto mantêm os padrões de equidade, segurança e efetividade. Quanto à segurança dos dados, vale apontar que a iniciativa destaca como as plataformas devem notificar os usuários a respeito da forma de coleta dos seus dados pessoais e finalidades de uso. Essa notificação assegura o cumprimento da normativa de privacidade e promove a transparência. Além disso, o marco avalia os protocolos de proteção de dados, em particular, para plataformas impulsionadas por IA, a fim de assegurar a privacidade do usuário e a segurança dos dados. Ele também aplica controles de referência do setor para proteger a confidencialidade, a integridade e a disponibilidade das informações (veja a Seção 4.1 para mais detalhes sobre segurança de dados). À medida que as plataformas educacionais impulsionadas por IA evoluem, a integração de princípios de iniciativas como o marco EdTech para o Bem pode ajudar os formuladores de políticas públicas a percorrer a complexidade do ecossistema de aprendizagem digital e fomentar a inovação responsável na educação.

Os recursos devem ser de alta qualidade, mas também precisam se ajustar às normas curriculares e à realidade da cultura e do contexto dos estudantes. Esse alinhamento é crucial, pois assegura que os conteúdos sejam e mantenham-se pertinentes e motivadores, e que os alunos possam cultivar uma ligação mais profunda com os materiais. Isso adquire especial importância no caso das plataformas de aprendizagem e dos conteúdos digitais, onde o desafio está na adaptação das soluções existentes às necessidades e características locais. O uso bem-sucedido desses recursos depende, em grande medida, de como os professores os incorporaram às suas práticas pedagógicas. Se os professores conseguem incorporar materiais de alta qualidade corretamente alinhados, o processo de ensino pode ser mais dinâmico e adaptável. É essencial que as plataformas sejam intuitivas e fáceis de navegar, tanto para estudantes como para professores. As interfaces simples, instruções claras e assistência técnica de fácil acesso podem aumentar consideravelmente o uso e a eficácia das ferramentas. Quanto mais simples for a integração dessas ferramentas nas atividades cotidianas de ensino e aprendizagem, mais provável será que elas alcancem um impacto duradouro.

O segundo aspecto implica que os recursos digitais sejam inclusivos e adaptáveis às diferentes necessidades dos estudantes. Funções como leitores de tela, texto alternativo, reconhecimento de voz e suporte multilíngue ajudam a assegurar que todos os estudantes com alguma deficiência ou que enfrentam barreiras linguísticas, possam participar das experiências de aprendizagem digital de forma plena. Assim, os recursos digitais não são apenas ferramentas de aprendizagem, mas, também, instrumentos poderosos para uma maior inclusão na educação.

O uso de dados é outra característica chave dos ambientes de aprendizagem digital efetivos, em particular, para as plataformas de aprendizagem. Muitas plataformas utilizam tecnologias de aprendizagem adaptativa para personalizar os conteúdos em função do desempenho dos estudantes, de forma que estes recebam tarefas que os desafiem de acordo com as suas capacidades. Por exemplo, as plataformas de aprendizagem adaptativa

ajustam o grau de dificuldade das tarefas em tempo real, otimizando a experiência de aprendizagem.

Até mesmo plataformas que não são intrinsecamente adaptativas podem oferecer dados de grande valor, uma vez que elas provêem informações sobre o progresso dos estudantes e identificam as áreas nas quais eles podem apresentar dificuldades. Essa abordagem baseada em dados permite que os professores monitorem o progresso individual, identifiquem lacunas de aprendizagem e, possam, assim adequar as suas estratégias de ensino. A personalização melhora os resultados de aprendizagem e incentiva os estudantes a assumir um papel ativo na sua própria educação. Quando os estudantes interagem com conteúdos que se ajustam às suas necessidades pessoais, é mais provável que eles permaneçam motivados e alcancem uma compreensão mais profunda.



## Competências digitais e pedagógicas docentes

A pesquisa realizada mostrou o enorme potencial da tecnologia para melhorar o desempenho dos estudantes em alguns casos e ressaltou que o sucesso depende, em grande medida, da forma como a tecnologia é usada na sala de aula (OCDE, 2005; United Nations, 2022; UNICEF, 2022). Para aproveitarem os possíveis benefícios da tecnologia nas salas de aula, os sistemas educacionais devem assegurar que os professores tenham as competências digitais e pedagógicas necessárias para integrarem a tecnologia à sua prática docente de forma eficaz. Essas competências também são fundamentais para que os professores possam aplicar estratégias inovadoras e inclusivas de forma satisfatória na sala de aula. No contexto da transformação digital da educação na sala de aula, o papel do professor adquire uma importância renovada e central. São os professores que devem selecionar, gerir e compartilhar recursos digitais de alta qualidade que estejam em consonância com os objetivos pedagógicos e atendam às necessidades específicas dos seus alunos (Redecker, 2017). Eles não apenas continuam sendo os principais executores dos planos de estudos, mas, também, precisam atuar como formuladores de experiências de aprendizagem capazes de integrar o mundo digital de forma eficaz.

Nesse sentido, os formuladores de políticas públicas enfrentam o desafio de auxiliar os professores a desenvolver as capacidades necessárias para propiciar a aprendizagem dos estudantes. Duas considerações importantes para a realização desse objetivo são: 1) definir, avaliar e apoiar o desenvolvimento dessas competências; e 2) integrar as ferramentas digitais à pedagogia, assegurando que a sua implementação seja ética e equitativa.

Quanto à primeira consideração, é essencial avaliar as competências digitais dos professores para que haja uma efetiva transformação digital na educação. Uma avaliação sólida pode oferecer informações valiosas sobre o atual nível dos educadores em termos de competências digitais e destacar as áreas onde um maior desenvolvimento é necessário. Ao mesmo tempo, essas avaliações podem proporcionar dados de grande importância para a fundamentação de decisões estratégicas pelos formuladores de políticas públicas e dirigentes educacionais. O Guia Edutec é um exemplo desse tipo de ferramenta, uma vez que ele oferece uma valiosa retroalimentação a professores e dirigentes de escolas. Inicialmente desenvolvida pelo Centro de Inovação da Educação Brasileira (CIEB) e adaptada, em seguida, pela Fundação ProFuturo e pelo BID, essa ferramenta tem sido utilizada por mais de 33.000 professores e 700 escolas da América Latina. Ela inclui dois componentes: um questionário de autoavaliação, para que os professores avaliem suas próprias competências digitais, e uma ferramenta de diagnóstico para avaliar o nível de adoção da tecnologia nas escolas.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> O Guia Edutec foi elaborado pelo CIEB em 2017 no Brasil. Com o apoio do BID e da Fundação ProFuturo, ele foi traduzido ao espanhol, inglês e francês, e o seu código está à disposição do público na plataforma GitHub. Mais informações em: <https://guiaedutec.com.br/>

Os educadores que usam o Guia Edutec recebem relatórios de avaliação individualizados que indicam os seus níveis de competência digital e de adoção da tecnologia em sala de aula. Esses relatórios também oferecem recursos gratuitos e acessíveis, adaptados às necessidades específicas dos professores, para auxiliá-los a consolidar as suas competências. Além disso, os dados agregados obtidos por essas avaliações oferecem às autoridades educacionais uma imagem clara e atualizada do nível de preparação digital do sistema, permitindo que elas identifiquem as lacunas e pontos de melhoria (Gottlieb et al., 2024). Ao terem acesso a esse tipo de informação, os formuladores de políticas públicas podem desenhar iniciativas de desenvolvimento profissional específicas e direcionar recursos de forma mais eficaz para ajudarem os professores no desenvolvimento das competências necessárias. É assim que esse tipo de programa pode ajudar a melhorar as competências digitais e pedagógicas dos professores, enquanto apoia a integração da tecnologia nas salas de aula.

Os novos avanços em matéria de IA podem desempenhar um papel crucial apoiando os professores na efetiva integração da tecnologia na sala de aula. Como as seções anteriores já observaram, algumas ferramentas de IA têm o potencial de melhorar os processos de formação docente e reforçar o ensino na sala de aula. Além disso, algumas ferramentas podem oferecer aos professores oportunidades de desenvolvimento profissional contínuo, proporcionando-lhes cursos personalizados, assistentes virtuais e plataformas de aprendizagem que avaliam e analisam os seus interesses e áreas de melhoria. Essas ferramentas podem fazer recomendações sob medida, manter os educadores informados sobre as tendências tecnológicas recentes e sugerir estratégias pedagógicas inovadoras.

Porém, os educadores precisam ser capazes de avaliar e adaptar as ferramentas de IA às suas próprias necessidades, em vez de confiarem em recomendações automatizadas ou gerais. Por exemplo, a integração da tecnologia e da IA na sala de aula, em particular, por meio dos chatbots, requer uma compreensão dos seus possíveis benefícios e limitações, e de como esses recursos podem complementar as interações humanas. Vale destacar que as interações puramente humanas são muito eficazes para promover uma aprendizagem social e emocional profunda, uma vez que elas se baseiam na empatia e em contextos que a tecnologia não é capaz de reproduzir. Mas os estudantes nem sempre têm acesso a esse tipo de interação, seja em função da escassez de pessoal ou de problemas de continuidade (Miao et al., 2020). Os modelos híbridos, que conjugam a supervisão humana com a eficiência da automatização, poderiam capitalizar a capacidade que a IA tem de gerir tarefas repetitivas, enquanto mantém a presença humana nos momentos de tomar decisões mais sutis, ou de transmitir empatia (Holmes et al., 2019). Por fim, os bots autônomos utilizam IA avançada para oferecer respostas instantâneas e personalizadas aos estudantes sem a necessidade de uma intervenção humana. Esses bots poderiam apoiar a aprendizagem personalizada em grande escala (Luckin et al., 2016).

Os educadores podem elaborar estratégias que aproveitem tanto os pontos fortes da presença humana como os da IA para assegurar que a tecnologia reforce a aprendizagem, em vez de substituir as valiosas conexões humanas. Essa abordagem também deve incluir a formação em matéria de privacidade de dados, segurança e mitigação de vieses para promover o uso responsável da IA. Ademais, o desenho dos programas deve priorizar o apoio a todos os educadores – e, em especial, aos educadores de localidades com recursos limitados - para evitar exacerbar as desigualdades educacionais existentes.



## Governança

É fundamental contar com uma governança sólida e um planejamento sistêmico para assegurar que as escolas usarão a tecnologia de forma eficaz para melhorar os resultados da aprendizagem (Kennisset,

2013; 2015). A governança compreende os elementos normativos e institucionais que configuram a transformação digital da

educação nas escolas e em nível sistêmico. Isso implica estabelecer um marco legal e institucional que defina as funções e responsabilidades dos diferentes atores, junto com uma visão estratégica que estabeleça objetivos claros, direcione recursos e oriente o processo de transformação digital da educação.

Uma estrutura de governança sólida baseia-se em três aspectos: 1) desenho institucional; 2) uso de dados de qualidade, apoiados por sistemas de gestão e informação consistentes; e 3) financiamento sustentável.

## Desenho institucional

Os mecanismos de governança devem estar presentes em todos os níveis do sistema educacional - das salas de aula, passando pelas escolas, até os órgãos governamentais - para alcançarem os objetivos previstos em matéria de tecnologia na educação.

As escolas precisam ter uma governança eficaz, assegurando que a tecnologia não será apenas adotada, mas, também, integrada aos processos de ensino e aprendizagem de forma estratégica para melhorar os resultados dos estudantes. Os dirigentes escolares desempenham um papel fundamental no estabelecimento de políticas claras, com oferta de oportunidades de desenvolvimento profissional docente e a promoção de uma cultura de inovação e uso responsável da tecnologia (OCDE, 2021). No nível da sala de aula, a governança implica que os professores tomem decisões informadas com relação às ferramentas digitais, assegurando o seu alinhamento aos objetivos pedagógicos e zelando pelo uso ético e seguro da tecnologia para proteger os dados e a privacidade dos estudantes (UNESCO, 2022). As escolas que aplicam estratégias digitais estruturadas, como o marco de pedagogia digital da Finlândia e a iniciativa FutureSchools de Cingapura, demonstram como uma integração tecnológica com boa governança pode tornar o trabalho dos professores mais efetivo e aumentar a participação dos estudantes (European Commission, 2019).

Em nível de sistema, as instituições devem se estruturar de tal forma que fomentem a inovação em grande escala, uma vez que instituições grandes e complexas costumam resistir a mudanças. Tradicionalmente, os setores especializados da educação nos governos são os encarregados de desenhar mudanças estruturais para as escolas. Entretanto, alguns casos de sucesso demonstram que a criação de agências independentes dedicadas à transformação digital da educação pode ser uma alternativa eficaz. Trabalhando de forma articulada com o sistema educacional, essas agências têm se mostrado mais ágeis e receptivas às exigências da transformação educacional. Agências como a Educ.AR na Argentina, a CARNET na Croácia e a Ceibal no Uruguai foram criadas especificamente para apoiar a transformação digital da educação. O seu trabalho tem mostrado que as instituições independentes podem, de fato, gerar um grande impacto (Arias Ortiz et al., 2020b; Dellagnelo, L., 2023).

Em alguns casos, é preciso efetuar mudanças normativas para tratar de questões como ética, privacidade de dados e cibersegurança. Essas mudanças incluem o estabelecimento das normas necessárias para assegurar a interoperabilidade, a segurança, a privacidade e a gestão de dados, que são componentes centrais do processo de transformação digital. A crescente integração da tecnologia à educação tem gerado mudanças estruturais na governança educacional, que tem se movido de uma supervisão oficial pelo governo em direção à inclusão de um conjunto maior de atores privados, internacionais e não governamentais trabalhando em rede (Ball, 2012). Para evitar que esses novos atores não governamentais façam uso indevido de dados educacionais, devem-se definir marcos legais e estruturas de governança que orientem a gestão e uso dos dados de forma responsável.

Para que se possa assegurar a supervisão necessária, é necessário estabelecer protocolos que se ajustem às normas éticas e protejam a integridade dos dados. As plataformas educacionais coletam e compartilham grandes quantidades de dados dos estudantes; por esse motivo, devem ser estabelecidas medidas rigorosas de segurança para proteger a informação confidencial. O cumprimento das leis de privacidade de dados e das boas práticas assegura a proteção dos registros pessoais e acadêmicos, enquanto a confiança dos estudantes nas iniciativas de educação digital é mantida. Além disso, é preciso abordar as considerações éticas ligadas à privacidade e à imparcialidade dos dados, em especial, no que diz respeito aos sistemas de aprendizagem impulsionados por IA. A transparência e a existência de mecanismos de proteção são fundamentais para evitar eventuais vieses nas recomendações de conteúdo e nas avaliações. As plataformas também devem cumprir as normas existentes sobre proteção de dados, assegurando que as informações dos estudantes estejam a salvo e que apenas os usuários autorizados possam acessá-las.

Ao apoiarem esses processos, as secretarias de educação precisam investir na formação do seu pessoal e na incorporação de novos especialistas, para que possam participar do processo decisório e oferecer orientações estratégicas durante os processos de transformação (Arias Ortiz et al., 2021). Por exemplo, o Ministério da Educação do Chile criou uma iniciativa para capacitar dirigentes escolares em transformação digital. A iniciativa oferece a diretores escolares e responsáveis regionais formação em integração tecnológica, governança digital e planejamento estratégico para a implementação das tecnologias de informação e comunicação nas escolas (Ministerio de Educación de Chile, 2021). Na França e na Finlândia, também foram criadas iniciativas similares. O Ministério da Educação Nacional francês criou programas de desenvolvimento de lideranças focados na transformação digital para o pessoal do ministério e diretores escolares. Os programas cobrem temas como cibersegurança, a implementação de políticas digitais e a gestão de dados educacionais (Ministère de l'Éducation Nationale, 2022). Ao formarem o seu pessoal e promoverem a colaboração com especialistas, os formuladores de políticas públicas podem assegurar um marco robusto para a gestão da transformação digital de forma efetiva e ética.

## ● Os Sistemas de Informação e Gestão Educacional (SIGED) para a tomada de decisões baseadas em dados

Um componente chave da capacidade institucional para apoiar e gerir a transformação digital é a existência de sistemas de dados maduros capazes de organizar, analisar e distribuir informações em todo o sistema educacional.

Os Sistemas de Informação e Gestão Educacional (SIGED) influenciam todos os aspectos da educação básica, da primeira infância até o ensino médio. O uso da tecnologia para a gestão melhora consideravelmente a eficiência, agilizando os processos administrativos, melhorando a tomada de decisões e otimizando o uso dos recursos. Mediante o acesso a dados em tempo real, os formuladores de políticas públicas podem elaborar estratégias mais efetivas que assegurem a distribuição eficiente de recursos humanos, financeiros e materiais, promovendo, ao mesmo tempo, a equidade (Arias Ortiz et al., 2021b). No caso dos professores, os SIGED oferecem informações oportunas e de alta qualidade, que apoiam o ensino e a aprendizagem pelo acompanhamento da frequência, do desempenho dos estudantes e de outros indicadores. Isso permite que os professores acompanhem mais de perto os estudantes em situação de risco e possam oferecer-lhes apoio personalizado. Ademais, a automatização de tarefas administrativas ajuda a reduzir o tempo que professores e dirigentes escolares dedicam a realizá-las, permitindo que eles se concentrem mais em dedicar atenção aos estudantes.

Para que um SIGED seja de alto impacto, ele precisa estabelecer uma base sólida; principalmente, por meio de identificadores individuais para locais, escolas, cargos, recursos humanos e estudantes. Esses identificadores devem estar vinculados a dados associados, como frequência, qualificações, taxas de retenção e detalhes sociodemográficos dos estudantes; formação inicial e contínua dos professores; planos detalhados, e registros de obras e manutenções da infraestrutura escolar, entre outros. Também é vital que os sistemas educacionais efetivem a interoperabilidade dos seus processos.<sup>9</sup> De forma conjunta, esses elementos permitem digitalizar e automatizar funções essenciais para a gestão diária dos sistemas educacionais. Essas funções incluem a distribuição de estudantes e professores nas escolas, a proteção das trajetórias educacionais, a comunicação com pais e mães, e a gestão de serviços complementares para os estudantes, como bolsas de estudo, transporte e alimentação escolar.

A análise de maturidade do SIGED tem uma relevância especial no processo de transformação digital. Ao integrar os dados das aulas em sistemas de gestão educacional mais amplos, o SIGED pode detectar lacunas de conectividade, acesso a dispositivos ou formação docente que estejam gerando obstáculos para uma adoção digital efetiva. Esse alinhamento assegura que as decisões em nível de sistema apoiem diretamente as condições nas salas de aula, promovendo uma transformação digital mais coerente. Por exemplo, um SIGED maduro ajuda a alocar recursos às escolas e salas de aula mais necessitadas; garantir a oferta oportuna de conteúdos e dispositivos digitais; e monitorar a implementação e os resultados das práticas pedagógicas aprimoradas pela tecnologia. Assim, o SIGED atua como uma ponte entre os objetivos de política pública de alto nível e as realidades locais da implementação cotidiana nas salas de aula, assegurando que as iniciativas de transformação digital sejam focalizadas e de alto impacto.

Para ajudar os sistemas educacionais da ALC a avaliar o nível dos seus SIGED, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) criou uma ferramenta de diagnóstico que proporciona aos sistemas educacionais uma imagem clara da maturidade do seu SIGED em cinco processos chave de gestão: 1) infraestrutura física e equipamentos; 2) instituições educacionais; 3) recursos humanos, orçamento e finanças; 4) estudantes e aprendizagem; e 5) ferramentas de gestão estratégica. A ferramenta de diagnóstico do BID também avalia dois requisitos fundamentais para um SIGED robusto: 1) infraestrutura tecnológica; e 2) governança e marcos institucionais. É crucial compreender o ponto de partida de um país para o desenho e a implementação de políticas de educação digital pertinentes, bem como para o alcance dos objetivos estabelecidos.

## Assegurando a sustentabilidade financeira das ferramentas digitais

Por fim, o uso sustentável e eficaz das ferramentas digitais em um sistema educacional implica assumir um compromisso de longo prazo, tanto em matéria de recursos financeiros como humanos. Os custos associados ao uso da tecnologia se dividem em duas categorias principais: gastos de capital (na sigla em inglês, CAPEX) e gastos operacionais (na sigla em inglês, OPEX). Os CAPEX cobrem os investimentos iniciais necessários para estabelecer o ecossistema digital, incluindo o desenvolvimento da sua infraestrutura e da formação docente. Por sua vez, os OPEX representam os gastos correntes necessários para a gestão, manutenção e atualização desses sistemas. Um problema frequente no planejamento de políticas é a tendência de priorizar os gastos de capital e subestimar o compromisso financeiro de longo prazo necessário para a continuidade

<sup>9</sup> Um ecossistema de aprendizagem digital bem integrado deve contar com interoperabilidade para assegurar que diversas plataformas, ferramentas de avaliação e repositórios de conteúdos possam se comunicar uns com os outros sem problemas. Isso permite realizar um melhor acompanhamento dos dados, assegurando a compatibilidade entre plataformas e oferecendo uma experiência de aprendizagem mais uniforme. A possibilidade de compartilhar os dados dos estudantes em todos esses sistemas permite que educadores e gestores escolares tomem decisões informadas e baseadas em dados, com melhores resultados gerais em termos de aprendizagem.

dos ecossistemas digitais. Para garantir a viabilidade financeira, ambas as categorias de custos devem ser cuidadosamente avaliadas em termos de gasto por estudante, assegurando-se, assim, que elas sejam tanto viáveis quanto sustentáveis. Por exemplo, o programa Ceibal do Uruguai destina cerca de 5% do seu orçamento de educação básica à manutenção das suas iniciativas de transformação digital, estabelecendo, assim, o marco de referência para a sua sustentabilidade no longo prazo (Arias Ortiz et al., 2020b). Os países devem analisar os seus custos para a sustentabilidade no longo prazo minuciosamente, para que realmente estejam em condições de estabelecer estratégias de financiamento sustentáveis e capazes de equilibrar as necessidades imediatas de implantação com a manutenção e a adaptação no longo prazo.



**Para apoiar os sistemas educacionais e identificar e estimar os custos associados à aprendizagem digital, o Banco Interamericano de Desenvolvimento e o Banco Mundial desenvolveram uma ferramenta pública conhecida como a Calculadora de Custos da Aprendizagem Digital.**



É imprescindível contar com um planejamento financeiro estratégico para a criação de programas que utilizem a tecnologia de forma bem-sucedida no alcance dos objetivos educacionais. Ao integrarem o planejamento financeiro a uma visão estratégica mais ampla, os formuladores de políticas educacionais poderão assegurar a eficiente alocação de recursos e minimizar o risco de déficits de financiamento ou prioridades desalinhadas. Essa abordagem ajuda a prever o alcance total dos custos ligados à aquisição de dispositivos e à manutenção da infraestrutura e da conectividade, permitindo ampliar a aprendizagem digital sem aumentar desigualdades na educação. Uma estratégia financeira bem estruturada assegura que os investimentos digitais sejam custo-efetivos e escaláveis, e contribuam diretamente para a melhoria dos resultados de aprendizagem e da eficiência geral do sistema.

Porém, o planejamento financeiro da transformação digital é uma tarefa intrinsecamente complexa. As cinco condições viabilizadoras chave de uma transformação digital sistêmica - dispositivos digitais, conectividade significativa, recursos e plataformas digitais, competências digitais e pedagógicas docentes, e governança - estão profundamente interconectadas. Isso torna a elaboração de orçamentos particularmente difícil para formuladores de políticas públicas que ainda não têm conhecimentos especializados em tecnologias da informação. Para auxiliar os sistemas educacionais na identificação e nas estimativas dos custos ligados à aprendizagem digital, o BID e o Banco Mundial desenvolveram uma ferramenta pública conhecida como a Calculadora de Custos da Aprendizagem Digital. Como parte de um memorando de entendimento assinado pelas duas instituições em 2023, essa ferramenta online de livre acesso foi desenhada para empoderar os tomadores de decisões no momento de estimar os custos e orçar a transformação digital, a partir das suas metas e prioridades pedagógicas específicas. Ao incorporar condições viabilizadoras chave - como a infraestrutura de conectividade, a acessibilidade aos dispositivos, a formação docente e as ferramentas de aprendizagem digital -, a calculadora proporcionará uma abordagem sistêmica para estimar as necessidades de investimento em diferentes contextos educacionais.

Como instrumento de planejamento estratégico, a Calculadora de Custos da Aprendizagem Digital oferece um apoio crucial ao desenho e à implementação de programas de transformação digital, ao proporcionar uma metodologia estruturada para avaliar as necessidades e estimar os requisitos financeiros. Essas estimativas iniciais de custos permitirão que as autoridades educacionais se engajem em negociações orçamentárias com um bom conhecimento de causa, tanto em nível local como nacional, facilitando, assim,

a tomada de decisões baseada em evidências. A ferramenta também ajudará os formuladores de políticas públicas a organizar os seus dados, recursos e possíveis cenários de intervenção, melhorando, assim, a priorização dos investimentos necessários para diferentes regiões ou populações. Ao automatizar os cálculos orçamentários, a calculadora aumentará a eficiência da alocação de recursos, assegurando que os fundos sejam distribuídos de forma equitativa e se ajustem às prioridades educacionais. Essa abordagem estruturada não apenas fortalece o planejamento financeiro, mas também fomenta a colaboração entre os agentes educacionais ao promover uma estratégia de aprendizagem digital coerente e inclusiva.

## 4.2

### Alinhando as condições viabilizadoras aos objetivos de desenvolvimento

O sucesso da transformação digital na educação depende do bom funcionamento conjunto das cinco condições viabilizadoras descritas na Seção 4.1: dispositivos digitais, conectividade significativa, recursos e plataformas digitais, competências digitais e pedagógicas dos professores, e governança. Essas condições não conseguem funcionar de forma isolada, e precisam interagir. A sua efetiva integração é, precisamente, o que permite que a tecnologia seja incorporada de forma significativa ao ensino e à aprendizagem.

Em toda a América Latina e o Caribe, essas condições viabilizadoras costumam ocorrer de forma incompleta ou ainda estão completamente ausentes. Apesar de ter sido uma situação emergencial, a pandemia de COVID-19 evidenciou essas carências de forma mais clara. O fechamento das escolas exigia ações rápidas para que se pudesse manter a continuidade educacional, mas poucos países reuniam as condições necessárias naquele momento (Arias Ortiz et al., 2020b). Como resultado, a adoção da tecnologia, em sua maior parte, foi ineficaz para a aprendizagem e, em última instância, exacerbou as desigualdades existentes.

Uma infraestrutura digital confiável assegura o acesso consistente a dispositivos e à conectividade. Entretanto, se não houver professores capacitados para o uso efetivo dessas ferramentas, o impacto dessa infraestrutura digital é limitado. As competências digitais e pedagógicas dos professores são fundamentais, uma vez que eles não apenas devem operar os equipamentos, mas também utilizá-los para a elaboração de estratégias de ensino e a criação de lições inovadoras e personalizadas. Como mediadores entre a tecnologia e os estudantes, os professores devem assegurar que as ferramentas e plataformas digitais sejam intencionalmente utilizadas para melhorar os resultados da aprendizagem. Os recursos e conteúdos digitais de qualidade potencializam o trabalho dos professores, oferecendo aos estudantes ferramentas interativas e práticas.

Para assegurar um programa equilibrado e eficaz de educação digital, é essencial que as cinco condições viabilizadoras sejam desenvolvidas de forma relativamente homogênea. Se um desses elementos ficar para trás em relação aos demais – seja ele a conectividade, a disponibilidade de dispositivos, as competências dos professores, os recursos digitais ou a governança –, todo o sistema corre o risco de se desequilibrar. Se isso acontecer, o impacto geral da tecnologia na educação será limitado. Uma abordagem bem coordenada assegura que os investimentos e políticas se reforcem mutuamente, gerando um ambiente de aprendizagem sustentável, inclusivo e transformador no qual a tecnologia contribui significativamente ao ensino e à aprendizagem de todos os estudantes.

Ao considerarem a integração das tecnologias digitais na educação, os formuladores de políticas públicas devem estabelecer os requisitos necessários para que as condições viabilizadoras se apresentem. Esses requisitos precisam estar alinhados ao objetivo de cada programa. Para o desenho de estratégias que maximizem o impacto das iniciativas de transformação digital, é fundamental avaliar o nível de preparação do sistema e assegurar, ao mesmo tempo, que essas estratégias sejam práticas e custo-efetivas.

Por exemplo, as intervenções que buscam maximizar a aprendizagem na sala de aula dependem, principalmente, da existência de um nível relativamente alto de dispositivos disponíveis. Para que possam utilizar plataformas de prática individualizada, os estudantes precisam ter acesso consistente aos dispositivos durante o período de prática. Isso não implica, necessariamente, que cada estudante deva ter o seu próprio dispositivo na escola. Os estudantes podem compartilhar dispositivos por turnos ao longo do dia, mas é preciso que haja dispositivos suficientes para assegurar que todos os estudantes utilizem um deles individualmente, segundo a quantidade desejada. Da mesma forma, se as plataformas de aprendizagem não estiverem desenhadas para uso sem conexão de internet, a intervenção precisará ter acesso a uma conectividade significativa em todos os momentos - algo que nem sempre pode ser garantido. Além disso, a conectividade deve ser suficiente para permitir que os estudantes acessem a plataforma simultaneamente e garantir que as funcionalidades carreguem corretamente. As necessidades de conectividade variam segundo a intervenção; por exemplo, a transmissão de um único vídeo para complementar a instrução de um professor só requer um dispositivo e conectividade limitada.

Outra condição viabilizadora para algumas intervenções de aprendizagem é a disponibilidade e qualidade do próprio software ou plataforma. Além de escolherem uma plataforma de alta qualidade, os formuladores de políticas públicas devem reunir evidências que demonstrem a sua eficácia antes de implementá-la em grande escala. Por fim, ainda que algumas intervenções permitam aos estudantes trabalhar de forma relativamente independente - o que facilita a personalização do ensino e da prática, em comparação com a dependência de um único professor -, continua sendo necessário que os professores saibam utilizar as plataformas. Por exemplo, eles precisam saber como ajudar os estudantes a iniciar uma sessão e a solucionar os problemas que possam surgir. Por isso, as competências digitais dos professores costumam ser essenciais para uma implementação bem-sucedida.

Para intervenções que buscam ampliar o acesso, a participação e as oportunidades, uma das condições viabilizadoras mais importantes é a existência da infraestrutura em grande escala - seja ela digital ou física - que possa permitir o funcionamento das plataformas digitais. É fundamental contar com uma infraestrutura digital pública bem estabelecida e mantida, que seja capaz de conectar pessoas, dados e recursos para a obtenção de informações baseadas em dados e a tomada de decisões eficazes. Por exemplo, as intervenções de conduta que oferecem informações em grande escala requerem uma plataforma que contenha as informações de contato das partes interessadas, como familiares, para que seja possível enviar mensagens com atualizações sobre o desempenho dos seus filhos ou sobre os retornos positivos da educação. Da mesma forma, os sistemas de alerta precoce dependem da coleta centralizada de dados dos estudantes para uma eficaz implantação de modelos preditivos. Para isso, costuma ser necessário armazenar essas informações em sistemas de gestão (SIGED), motivo pelo qual os países devem dispor dessa infraestrutura ou investir no seu desenvolvimento antes de se proporem a aplicar esse tipo de programas.

Para as intervenções desenhadas com o objetivo de ampliar o acesso à educação pela aprendizagem à distância ou mediante um modelo híbrido a partir de uma escola central, é imprescindível contar com energia elétrica e conectividade significativa. Por outro lado, tais lugares centralizados não precisam investir tanto em dispositivos, ainda que este continue sendo um fator a se considerar. Do mesmo modo, uma condição viabilizadora chave para

as intervenções que incluem ou complementam o ensino presencial é dotar os professores das ferramentas digitais e pedagógicas necessárias para o uso eficaz de conteúdos compartilhados à distância. Porém, os formuladores de políticas públicas devem se assegurar de que os professores não serão capacitados, nem obrigados a adaptar o seu ensino para ajustá-lo a conteúdos remotos sob uma abordagem que priorize a tecnologia. Ao contrário, as intervenções digitais devem ser desenhadas de tal forma que possam complementar as práticas dos professores. E em todo o caso, os professores precisam ter as competências digitais necessárias para configurar e gerir a tecnologia na sala de aula, minimizando interrupções e assegurando que a tecnologia enriquecerá o ensino, em vez de diminuir o seu valor.



**Os formuladores de políticas públicas devem avaliar tanto o nível de preparação do seu sistema como os requisitos específicos de cada intervenção, para que possam se assegurar de que já existem as condições viabilizadoras necessárias.**



Por fim, para intervenções que buscam melhorar a eficiência do sistema, é fundamental contar com uma dupla condição viabilizadora: por um lado, os recursos e plataformas digitais acessíveis e de alta qualidade, e, por outro, a capacidade dos atores educacionais (que nem sempre são os professores) para o uso desses recursos e plataformas. Por exemplo, as intervenções que buscam gerar conteúdos em lote (como cadernos de exercícios com diversos problemas de prática, ou lições de pedagogia estruturada) estão limitadas pela própria plataforma que viabiliza o processo. A plataforma deve contar com capacidades algorítmicas adequadas, que lhe permitam oferecer os resultados esperados com a qualidade necessária. Esse treinamento algorítmico deve ser feito por especialistas técnicos e passar por um cuidadoso exame das entidades governamentais antes de ser implementado.

O nível de competências digitais exigido dos atores envolvidos nesses tipos de intervenções costuma ser alto. Para intervenções como a produção de cadernos de exercícios para utilização em todo o sistema educacional, o número de usuários é reduzido - e, frequentemente, limita-se a poucas pessoas no âmbito da autoridade central -, mas o conhecimento que esses usuários precisam ter da plataforma e do seu funcionamento interno deve ser profundo. Se as pessoas que trabalham em intervenções desse tipo não tiverem as capacidades técnicas necessárias, as tecnologias de transformação digital estão sujeitas a produzir informações errôneas ou enganosas, ou a não funcionarem de forma correta e rapidamente caírem em desuso.

Em sua essência, as condições viabilizadoras devem contar com o respaldo de políticas e recursos do sistema educacional que estejam especificamente direcionados ao nível de preparação do sistema para a tecnologia. A governança estratégica e o fortalecimento institucional são fatores essenciais para assegurar que esses esforços sejam não apenas escaláveis e de impacto, mas, também, realistas e exequíveis.

Portanto, é fundamental identificar as condições viabilizadoras chave para cada tipo de intervenção e compreender que tipo de investimento é necessário, antes de lançar uma iniciativa de transformação digital para otimizar os sistemas de educação. Os formuladores de políticas públicas devem avaliar tanto o nível de preparação do seu sistema como os requisitos específicos de cada intervenção, para que possam se assegurar de que já existem as condições viabilizadoras necessárias. Quando esses fatores são avaliados de forma criteriosa desde o início, aumenta a probabilidade de que a transformação digital seja bem-sucedida e custo-efetiva, e satisfaça as necessidades de todas as partes envolvidas.

## 4.3

### Caminhos para a transformação digital da educação

A adoção de uma abordagem integral de transformação digital requer uma compreensão clara da maneira como os sistemas educacionais transitam pelas diferentes etapas da digitalização. Essa perspectiva permite que cada sistema avalie a sua posição atual, defina os seus objetivos de longo prazo e determine qual é o caminho mais eficaz para alcançá-los.

Para apoiar esse processo, a tabela a seguir apresenta um modelo de progressão para a transformação digital da educação (TDE), que organiza os indicadores chave em três etapas: acesso, uso e integração. Cada etapa representa um marco fundamental na adoção da tecnologia na educação, da oferta inicial de recursos digitais à plena incorporação da tecnologia no ensino, na aprendizagem e na gestão escolar. Essa estrutura se baseia nas cinco condições viabilizadoras descritas acima: dispositivos digitais, conectividade educacional significativa, recursos e plataformas digitais, competências digitais e pedagógicas docentes, e governança. Esses elementos oferecem uma abordagem estruturada que permite avaliar o estado da digitalização nas escolas e orientar as ações estratégicas para o seu desenvolvimento.

Como já foi descrito, o modelo de progressão da TDE agrupa os indicadores chave em três níveis: acesso, uso e integração (veja no anexo ao final). Descrevemos, a seguir, cada um desses níveis em mais detalhe:

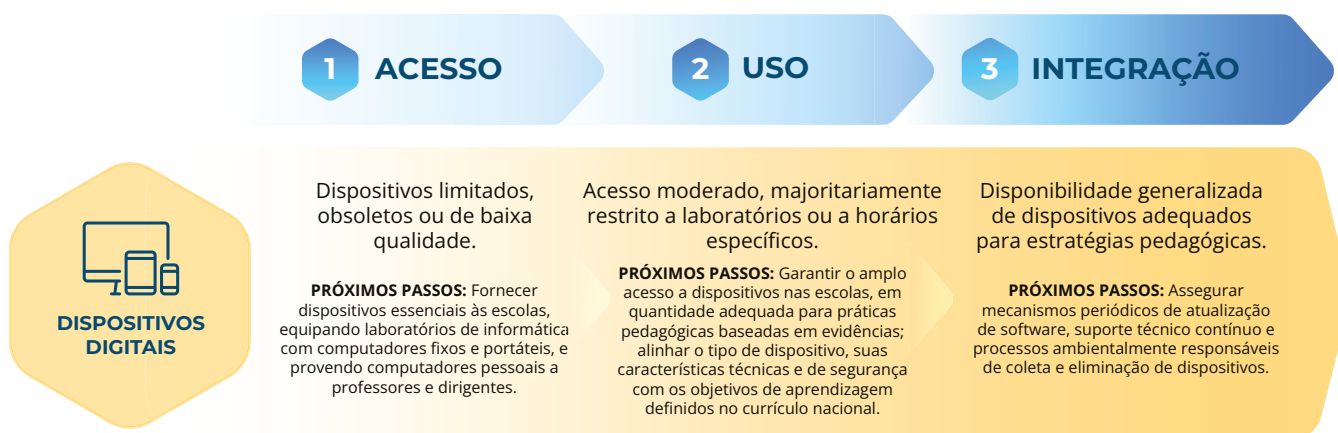
- 1 ACESSO:** Esta etapa está focada em assegurar a disponibilidade de infraestruturas digitais em um sistema educacional. Entre as suas ações principais, estão a distribuição de dispositivos, o trabalho de garantir uma conectividade significativa e a formação docente em competências digitais. Os principais desafios nesta fase são superar as lacunas de infraestrutura existentes e garantir um acesso equitativo à tecnologia. Os seus principais objetivos incluem ampliar a distribuição de dispositivos, melhorar a conectividade de internet e estabelecer programas estruturados de desenvolvimento profissional para educadores.
- 2 USO:** Nesta fase, a ênfase recai sobre a forma como as ferramentas digitais podem ser incorporadas ao ensino e à aprendizagem. As ações chave incluem medir a frequência e efetividade da tecnologia utilizada pelos estudantes, professores e dirigentes escolares, e a implementação de sistemas de gestão digital para a tomada de decisões baseadas em dados. Um dos objetivos centrais é assegurar que a tecnologia disponível seja implementada de forma significativa nas práticas educacionais cotidianas.

**3 INTEGRAÇÃO:** Nesta fase, a ênfase recai sobre a forma como as ferramentas digitais podem ser incorporadas ao ensino e à aprendizagem. As ações chave incluem medir a frequência e efetividade da tecnologia utilizada pelos estudantes, professores e dirigentes escolares, e a implementação de sistemas de gestão digital para a tomada de decisões baseadas em dados. Um dos objetivos centrais é assegurar que a tecnologia disponível seja implementada de forma significativa nas práticas educacionais cotidianas.

Para garantir que o impacto se sustente e seja escalável, é essencial estabelecer indicadores padronizados para medir os avanços e os resultados. Métricas como o acesso dos estudantes a dispositivos digitais, seu nível de interação com as plataformas digitais, a formação docente em pedagogia mediada por tecnologia e o uso de ferramentas digitais na administração escolar oferecem valiosas informações sobre a eficácia das intervenções digitais (Trucano, 2016; UNESCO, 2023). Os marcos de avaliação padronizados auxiliam os tomadores de decisões a acompanhar os avanços, identificar os desafios e ajustar as políticas e os investimentos de acordo com os dados obtidos (OCDE, 2021). Sem uma medição consistente, os esforços em matéria de transformação digital correm o risco de se tornar ineficientes, fragmentados ou financeiramente insustentáveis, o que limitaria, assim, a sua sustentabilidade no longo prazo (World Bank, 2020).

O caminho de progressão descrito na Tabela 3, a seguir, oferece um roteiro estruturado, porém, flexível para apoiar esse processo. Como tal, os formuladores de políticas públicas que buscam desenhar estratégias baseadas em evidências para a educação digital poderão utilizá-lo como uma ferramenta prática. Ao articular etapas claras e objetivos mensuráveis, esse modelo permite que os tomadores de decisões identifiquem áreas prioritárias de intervenção, oferecendo-lhes um conjunto abrangente de indicadores para o monitoramento dos avanços em dimensões chave alinhadas aos objetivos de política pública baseados em evidências. Além disso, o modelo assegura que a transformação digital da educação possa evoluir de forma sistemática e coerente, adaptando-se às necessidades e capacidades específicas de cada sistema educacional.

**Tabela 3.** Caminhos para a transformação digital da educação



## 1 ACESSO

## 2 USO

## 3 INTEGRAÇÃO



### CONECTIVIDADE EDUCACIONAL SIGNIFICATIVA

Poucas escolas possuem acesso à internet, e o acesso frequentemente é de baixa qualidade e tem restrições.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Assegurar que todas as escolas localizadas em zonas com cobertura tenham acesso a serviços de internet que estejam disponíveis tanto a estudantes como a professores.

Todas as escolas nas zonas cobertas, bem como algumas escolas localizadas em zonas remotas, possuem internet.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Assegurar que todas as escolas possuam serviços de internet distribuído em todas as salas de aula, com monitoramento do serviço e suporte técnico disponível.

Todas ou a maioria das escolas possuem acesso à internet. Algumas possuem conectividade educacional significativa.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Assegurar que todas as escolas tenham conectividade significativa para uso educacional em todas as suas salas de aula.



### COMPETÊNCIAS DIGITAIS E PEDAGÓGICAS DOCENTES

Não há padrões para o uso da tecnologia. Os professores não alcançam os níveis mínimos de competência digital.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Desenvolver um marco de competências para professores no uso da tecnologia na sala de aula; incluir programas de formação e cursos em áreas chave de TDE como parte do desenvolvimento profissional, convertendo-as em requisitos ou fatores chave para a ascensão e promoção docente.

A maioria dos professores recebeu formação em pelo menos uma área de TDE, tendo alcançado níveis adequados de integração pedagógica.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Assegurar que a maioria dos professores receba formação em múltiplas áreas de TDE; assegurar que os programas de formação inicial docente incluam a integração pedagógica da tecnologia baseada em evidências.

Muitos professores alcançam a adaptação ou níveis superiores de competência.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Assegurar que todos os professores tenham as competências necessárias para integrar ferramentas tecnológicas às experiências de aprendizagem dos seus alunos e promover e ensinar o uso ético e responsável da tecnologia. Os professores devem usar a tecnologia para avaliar e analisar o desempenho dos estudantes.



### RECURSOS, PLATAFORMAS E CONTEÚDOS DIGITAIS

Acesso mínimo a plataformas. Ferramentas básicas com funcionalidade limitada.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Estabelecer um repositório de plataformas educativas simples e de alta qualidade, bem como conteúdos pedagógicos relevantes para o currículo e contexto do sistema educacional. Garantir o livre acesso a esses recursos por parte das escolas e comunidades educacionais.

Ampla utilização de plataformas simples e recursos digitais. Ainda não há um repositório central para ferramentas de média complexidade.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Implementar um sistema de gestão de aprendizagem (SGA) com conteúdo e ferramentas de complexidade média, opções de personalização, e capacidade de gerar dados que permitam a análise da aprendizagem e o acompanhamento do progresso.

Diversas escolas utilizam recursos validados e contextualizados integrados no sistema de SGA.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Assegurar que a maioria das escolas utilize o SGA oferecido. O SGA deve incorporar conteúdo e plataformas de média-alta complexidade (como ferramentas de avaliação, inteligência artificial e experiências de imersão).



### GOVERNANÇA

Ainda não existe um plano estratégico para a TDE. Os sistemas de informação são frágeis ou inexistentes.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Estabelecer uma unidade ou equipe dedicada a desenhar e implementar estratégias de TDE. Criar ou fornecer sistemas de informação relevantes, efetivos e de qualidade. Elaborar um plano de curto, médio e longo prazo para a implementação da TDE.

Sistemas de informação desconectados. Ainda não há um roteiro oficial para a TDE. O currículo ainda não contempla habilidades digitais

**PRÓXIMOS PASSOS:** Iniciar a digitalização dos processos chave de gestão educacional\*. Desenvolver currículos que incluam habilidades digitais. Estabelecer processos para o monitoramento periódico e indicadores chave do sistema educacional.

Sistemas eficientes e de alta qualidade. Processos educacionais chave digitalizados. O currículo inclui habilidades digitais.

**PRÓXIMOS PASSOS:** Efetivar a interoperabilidade dos sistemas de informação para os processos de gestão educacional, habilitar transações administrativas, educacionais digitais (como matrícula, pedidos de licença médica e autorizações). Estabelecer um painel de controle digital para monitorar e analisar indicadores chave do sistema educacional.

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

# 5. Conclusão



À medida que os sistemas educacionais vivenciam o rápido avanço das tecnologias digitais e da IA, é essencial equilibrar o entusiasmo e adotar uma abordagem estratégica baseada em evidências para a sua integração. Ainda que a tecnologia tenha um grande potencial de aprimorar a aprendizagem, agilizar a gestão da educação e ampliar o acesso, o seu impacto depende da implementação e do cumprimento exitosos das suas condições viabilizadoras centrais. As lições aprendidas por iniciativas anteriores ressaltam a importância de assegurar a equidade, prover apoio adequado aos professores e fomentar uma governança sólida. Com o crescente papel desempenhado pela IA na educação, o desenho criterioso de políticas e a avaliação contínua são realidades cruciais para a maximização dos benefícios e a mitigação dos riscos.

As três conclusões principais desta análise oferecem os seguintes princípios orientadores para formuladores de políticas públicas e atores da área educacional que buscam configurar iniciativas de transformação digital eficientes, inclusivas e sustentáveis.

### **Em primeiro lugar, a implementação requer uma abordagem equilibrada e sistêmica.**

As cinco condições viabilizadoras - dispositivos digitais, conectividade significativa, competências docentes, recursos digitais e governança - devem ser desenvolvidas ao mesmo tempo, para que seja possível criar um ecossistema de aprendizagem digital coerente e eficaz. Uma abordagem fragmentada poderia limitar o impacto dos esforços de transformação digital.

- > A equidade no acesso deve ser uma prioridade, a fim de evitar o aumento das disparidades educacionais e assegurar que todos os estudantes, independentemente da sua origem socioeconômica, tenham acesso seguro a uma conectividade significativa, dispositivos digitais e recursos de aprendizagem de alta qualidade. Na essência da aprendizagem digital, as plataformas e recursos devem estar alinhados ao plano de estudos e ser inclusivos e adaptáveis. A IA deve ser usada estrategicamente para personalizar a aprendizagem, viabilizar devolutivas em tempo real e melhorar a acessibilidade, a fim de atender as diferentes necessidades dos estudantes.
- > Além da infraestrutura e dos conteúdos envolvidos, é preciso contar com o apoio de professores e dirigentes educacionais para a integração significativa e bem-sucedida da tecnologia. Educadores e formuladores de políticas públicas precisam receber formação contínua e recursos, para que possam efetivamente incorporar as ferramentas digitais ao ensino e à tomada de decisões. Também é fundamental que haja uma governança sólida e financiamento sustentável, para que as iniciativas sejam bem-sucedidas no longo prazo. Os governos, o setor privado, o meio acadêmico e a sociedade civil devem colaborar com o objetivo de estabelecer funções claras, marcos de responsabilidades e estratégias financeiras que transcendam os investimentos iniciais e assegurem a contínua manutenção, formação docente e atualização dos sistemas em prol da escalabilidade e da continuidade das iniciativas de educação digital.

### **Em segundo lugar, garantir um uso adequado e estratégico da IA na educação.**

A IA deve ser utilizada para complementar e potencializar os métodos de ensino tradicionais. Ela pode ajudar a personalizar a aprendizagem, automatizar tarefas administrativas e aprimorar a tomada de decisões, mas não deve substituir as interações humanas essenciais. Além disso, o uso da IA deve estar alinhado aos objetivos pedagógicos e adaptar-se às necessidades dos estudantes e professores.

- > Apesar do seu potencial, os benefícios da IA para estudantes e professores, bem como o seu impacto de longo prazo na educação, ainda não foram suficientemente estudados. Isso indica a

necessidade de avaliar e investigar essa tecnologia rigorosamente. Os formuladores de políticas públicas devem investir em programas piloto, avaliações baseadas em dados e estudos de impacto de longo prazo, para assegurar que as soluções de IA produzam melhorias mensuráveis nos resultados da aprendizagem. Da mesma forma, é preciso priorizar as considerações éticas e a privacidade dos dados, uma vez que a IA suscita preocupações relacionadas à segurança dos dados dos estudantes, ao viés algorítmico e à transparência. É essencial estabelecer marcos legais e de governança claros para proteger os estudantes e, ao mesmo tempo, promover a adoção responsável da IA na educação.

### **Por fim, desenvolver habilidades tanto para a aprendizagem como para o futuro.**

As ferramentas digitais e a IA não devem apenas apoiar a aprendizagem tradicional, mas, também, ajudar os estudantes a desenvolver habilidades essenciais para o século XXI, que possam prepará-los para um mercado de trabalho em constante evolução. Essas competências incluem o pensamento crítico, a resolução de problemas, a alfabetização digital e a adaptabilidade.

- Prevê-se que a importância das competências tecnológicas aumente mais rapidamente que a de qualquer outro tipo de competência daqui a 2030. Entre elas, a IA e os macrodados (em inglês, big data) encabeçam a lista como as habilidades de maior crescimento, seguidas de perto pelas redes e a cibersegurança, e a alfabetização tecnológica (World Economic Forum, 2025). Essa tendência ressalta a importância crucial da proficiência em IA para as pessoas que estão no mercado de trabalho moderno.

À medida que a IA e as ferramentas digitais são cada vez mais integradas à educação e ao mercado de trabalho, é essencial assegurar que os estudantes desenvolvam as habilidades necessárias para o uso e a interação com a IA de forma eficaz. Os estudantes não apenas devem aprender a usar ferramentas de IA, mas, também, a compreender as suas limitações, avaliando a confiabilidade dos conteúdos gerados por ela e aplicando a reflexão ética às interações digitais. O desenvolvimento dessas competências empoderará os estudantes para que utilizem IA de forma responsável, sejam competitivos no mercado de trabalho e contribuam ativamente a uma sociedade em rápida evolução. Dessa forma, os estudantes não serão meros consumidores passivos de tecnologia, mas transformar-se-ão em participantes informados e competentes da era digital. Fazer com que a tecnologia e a IA sejam integradas de forma bem-sucedida aos sistemas educacionais da América Latina e do Caribe constitui um primeiro passo nessa direção.

# Referências

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., Giamb Bruno, 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., Giamb Bruno, 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). *Caminhos para a inclusão educacional: 4 passos para a construção de sistemas de proteção de trajetórias. Passo 2: Como conceber sistemas de alerta precoce? De sistemas baseados em conhecimento especializado e indicadores até inteligência 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](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](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](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](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](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>

Lavinhas, 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., Broveto, 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](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](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](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](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 BridgIT 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*, 12(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](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

**Tabela A1.** Caminhos para a transformação digital da educação e indicadores chave

## INDICADORES INICIAIS: ACESSO

CONDIÇÃO VIABILIZADORA	INDICADORES	ROTAS DE AVANÇO
 <p>Dispositivos Digitais</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N.º de dispositivos digitais por estudante/docente en los centros educativos</li> <li>- N.º o % de escuelas con laboratorios informáticos actualizados y funcionales</li> </ul>	<p>Características da etapa inicial: Acesso limitado aos dispositivos nas escolas; dispositivos de baixa qualidade; dispositivos em mau estado de conservação, ou com software desatualizado.</p> <p>Próximos passos: Prover dispositivos essenciais às escolas, dotando os laboratórios de informática de computadores fixos ou portáteis, e facilitar o uso de computadores pessoais por professores e dirigentes.</p>
 <p>Conectividade significativa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N.º o % de estudiantes y docentes con acceso a conexión a internet en los centros educativos</li> <li>- N.º o % de centros educativos con internet en al menos un aula</li> </ul>	<p>Características da etapa inicial: Poucas escolas com acesso à internet; a conectividade é de má qualidade (baixa velocidade ou alta intermitência); a conectividade só está disponível em alguns espaços da escola (por exemplo, na diretoria).</p> <p>Próximos passos: Garantir que todas as escolas em zonas com cobertura de rede disponham de um serviço de internet tanto para estudantes como para professores.</p>
 <p>Competências digitais e pedagógicas docentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N.º de cursos o formación ofrecidos a los docentes sobre prácticas pedagógicas que incorporan la tecnología y las herramientas digitales con eficacia</li> <li>- N.º de cursos o formación ofrecidos a directores de centros y líderes educativos sobre la gestión de la transformación digital de la educación</li> </ul>	<p>Características da etapa inicial: Ainda não há um marco ou padrões de competências docentes no uso da tecnologia em sala de aula; os professores estão, em sua maioria, em um nível inicial de competência tecnológica, com uma exposição e familiarização primária com as três áreas chave da transformação digital da educação: pedagogia, cidadania digital e desenvolvimento profissional, assim como está descrito no Guia Edutec (conheça os descritores em: <a href="https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual">https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual</a>).</p> <p>Próximos passos: Desenvolver um marco de competências docentes no uso da tecnologia em sala de aula; incluir programas e cursos de formação em áreas relacionadas à transformação digital da educação na oferta de desenvolvimento profissional a professores em atividade, e torná-los um requisito ou fator que habilite a ascensão e o desenvolvimento profissional dos professores.</p>
 <p>Recursos, plataformas e conteúdos digitais</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N.º o % de estudiantes y docentes con acceso a plataformas de gestión educativa y de aprendizaje</li> <li>- N.º de centros educativos con plataformas de contenidos digitales</li> </ul>	<p>Características da etapa inicial: Acesso escasso ou inexistente a plataformas educacionais; apenas algumas escolas utilizam plataformas básicas de fácil uso, que requerem pouca ou nenhuma configuração, não possuem opções de personalização, e podem ser usadas de forma total ou parcialmente offline.</p> <p>Próximos passos: Estabelecer um repositório de plataformas educacionais com conteúdo pedagógico simples e de alta qualidade que seja pertinente para o plano de estudos e o contexto do sistema educacional; assegurar o livre acesso das escolas e comunidades educacionais.</p>
 <p>Governança</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema educativo con sistemas de información que utilizan identificadores únicos para los estudiantes</li> <li>- Sistema educativo con una unidad o agencia estratégica para gestionar la transformación digital de la educación</li> </ul>	<p>Características da etapa inicial: Ainda não há um plano estratégico para implantar os processos em matéria de transformação digital da educação; não há uma unidade ou equipe específica para supervisionar os processos nessa matéria; os sistemas de informação são inexistentes ou se encontram em suas primeiras fases; não há um protocolo estabelecido para a coleta de dados, o fluxo de informações ou a validação da qualidade da informação; o sistema não dispõe de identificadores individuais para os estudantes e/ou as escolas.</p> <p>Próximos passos: Estabelecer uma unidade ou equipe específica para desenhar e aplicar estratégias em matéria de transformação digital da educação; criar ou reforçar os sistemas de informação no tocante à sua pertinência, qualidade e eficiência; elaborar um plano de curto, médio e longo prazo para a aplicação da transformação digital da educação.</p>

## INDICADORES INTERMEDIÁRIOS: USO

CONDIÇÃO VIABILIZADORA	INDICADORES	ROTAS DE AVANÇO
 <p>Dispositivos Digitais</p>	- N.º ou % de estudantes e professores que têm usado o laboratório de informática da escola	Características da etapa intermediária: Acesso moderado a dispositivos nas escolas; poucos dispositivos estão disponíveis para o número de alunos; o acesso é restringido de forma que é possível atender as metas pedagógicas em horários específicos, ou apenas nos laboratórios de informática.
	- N.º ou % de estudantes e professores que estão realizando atividades educativas com dispositivos digitais.	Próximos passos: Fornecer dispositivos essenciais às escolas, dotando os laboratórios de informática de computadores fixos ou portáteis, e facilitar o uso de computadores pessoais por professores e dirigentes.
 <p>Conectividade significativa</p>	- N.º ou % de estudantes, professores e diretores que podem acessar a internet ao menos x vezes por semana nas escolas	Características da etapa intermediária: Todas as escolas estão localizadas em áreas com cobertura de rede e tantas escolas quanto possível localizadas em áreas mais remotas possuem serviço de internet.
	- N.º ou % de escolas com acesso à internet em todas as salas de aula	Próximos passos: Assegurar que todas as escolas possuem serviço de internet distribuído em todas as suas salas de aula, com monitoramento dos serviços e assistência técnica disponível.
 <p>Competências digitais e pedagógicas docentes</p>	- N.º ou % de professores que finalizaram cursos ou formação sobre práticas pedagógicas que incorporam a tecnologia e a cidadania digital	Características da etapa intermediária: A maioria dos professores recebeu capacitação em ao menos uma área relacionada à transformação digital da educação (TDE) e alcançou os níveis de adaptação e integração nas áreas chave de TDE descritas no Guia Edutec: Pedagogia, Cidadania Digital e Desenvolvimento Profissional (conheça os descritores em: <a href="https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual">https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual</a> )
	- N.º ou % de dirigentes e líderes educacionais que concluíram cursos ou formação sobre a gestão da transformação digital da educação	Próximos passos: Assegurar que a grande maioria dos professores está recebendo formação em múltiplas áreas ligadas à TDE; assegurar que os programas iniciais de capacitação de professores incluam a integração pedagógica, baseada em evidências, da tecnologia.
 <p>Recursos, plataformas e conteúdos digitais</p>	- N.º ou % de estudantes e professores que utilizam plataformas de gestão educacional e de aprendizagem	Características da etapa intermediária: Há um amplo uso de plataformas e materiais pedagógicos digitais simples; não há um repositório centralizado ou curadoria de plataformas de nível mediano de complexidade; as plataformas que viabilizam a aprendizagem personalizada são limitadas.
	- N.º ou % de estudantes ou professores que usam plataformas de conteúdos digitais	Próximos passos: Implementar um sistema de gestão de aprendizagem (SGA) com complexidade mediana de conteúdo e plataformas, incluindo opções de personalização e a possibilidade de gerar dados para a análise da aprendizagem e a monitorização do avanço dos estudantes.
 <p>Governança</p>	- Sistema educacional com ao menos um processo de gestão digitalizado (por exemplo, cobertura, alocação orçamentária, alocação de professores, gestão de licenças e substituições, processamento de folhas de pagamento)	Características da etapa intermediária: Os sistemas de informação existentes estão desintegrados; ainda não há um documento oficial de planejamento ou roteiro para a TDE; ainda não há requisitos curriculares ou de graduação que estejam alinhados às competências digitais.
	- Os servidores das secretarias de educação e das redes educacionais utilizam painéis de controle estratégicos para a gestão escolar	Próximos passos: Começar a digitalização de processos chave da gestão educacional (veja: <a href="#">Os Sistemas de Informação e Gestão Educacional (SIGED) da América Latina e do Caribe: o caminho para transformação digital da gestão educacional</a> ); desenvolver um currículo educativo que integre competências digitais; estabelecer processos para a geração periódica de indicadores chave de monitoramento para o sistema educacional.

## INDICADORES AVANÇADOS: INTEGRAÇÃO

CONDIÇÃO VIABILIZADORA	INDICADORES	ROTAS DE AVANÇO
 <p>Dispositivos Digitais</p>	- N.º ou % de estudantes ou professores que realizam atividades em laboratórios de informática ao menos x vezes por semana	Características da etapa avançada: As escolas possuem uma ampla disponibilidade de dispositivos para dirigentes, professores e estudantes, bem como de espaços adequados para o seu uso nas salas de aula. Os dispositivos se adaptam às estratégias pedagógicas baseadas em evidências.
	- N.º ou % de estudantes ou professores com acesso a suporte técnico para reparos e descarte final ecologicamente correto dos dispositivos	Próximos passos: assegurar mecanismos de atualização periódica do software, assistência técnica contínua para os dispositivos e processo de coleta e descarte final ambientalmente responsável.
 <p>Conectividade significativa</p>	- N.º ou % de escolas que possuem conectividade significativa em ao menos x% das salas de aula durante ao menos x% dos dias letivos	Características da etapa avançada: Todas ou a maioria das escolas possuem internet em todas as salas de aula; algumas possuem conectividade significativa para usos educacionais.
		Próximos passos: Assegurar que todas as escolas tenham uma conectividade significativa para uso educacional em todas as suas salas de aula.
 <p>Competências digitais e pedagógicas docentes</p>	- N.º ou % de professores que estão integrando ferramentas tecnológicas e de cidadania digital às suas práticas pedagógicas	Características da etapa avançada: Um alto percentual dos professores alcançou os níveis de adaptação e integração nas áreas chave da transformação digital da educação descritas no Guia Edutec: Pedagogia, Cidadania Digital e Desenvolvimento Profissional (conheça os descritores em: <a href="https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual">https://publications.iadb.org/es/herramienta-de-integracion-de-tecnologias-digitales-en-los-sistemas-educativos-marco-conceptual</a> )
	- N.º ou % de professores que utilizam ferramentas digitais para coletar e analisar informações sobre o desempenho dos estudantes	Próximos passos: Assegurar que todos os professores tenham as competências necessárias para integrar as ferramentas tecnológicas às experiências de aprendizagem dos seus estudantes, promovendo e ensinando o seu uso ético e responsável; os professores devem utilizar a tecnologia para avaliar e analisar o desempenho estudantil.
 <p>Recursos, plataformas e conteúdos digitais</p>	- N.º ou % de estudantes ou professores que utilizam plataformas educacionais e de gestão da aprendizagem ao menos x vezes por mês	Características da etapa avançada: Algumas escolas utilizam os conteúdos e plataformas integradas ao sistema de gestão da aprendizagem oferecido; as plataformas e os conteúdos estão validados, contextualizados e adaptados à população da escola.
	- N.º ou % de estudantes ou professores que consultam conteúdos digitais ao menos x vezes por mês	Próximos passos: Assegurar que a grande maioria das escolas utiliza o sistema de gestão da aprendizagem oferecido; o sistema deve admitir conteúdos e plataformas de média a alta complexidade (incorporando ferramentas de avaliação, IA e experiências imersivas).
 <p>Governança</p>	- Sistema educacional com ao menos x processos de gestão digitalizados interoperáveis (por exemplo, cobertura, alocação orçamentária, alocação de professores, gestão de licenças e substituições, processamento de folhas de pagamento).	Características da etapa avançada: Os sistemas de informação possuem altos níveis de qualidade, pertinência e eficiência; a maioria dos processos chave para a gestão educacional está digitalizada; o plano de estudos inclui habilidades e competências digitais.
	- O sistema educacional está dando andamento a uma reforma curricular em matéria de transformação digital da educação.	Próximos passos: Realizar a interoperabilidade dos sistemas de informação para os processos de gestão educacional, viabilizar as transações administrativas educacionais digitais (como o processo de matrícula de estudantes, os pedidos de licença por doença e autorizações) e estabelecer um painel digital que permita supervisionar e analisar os indicadores chave do sistema educacional.

