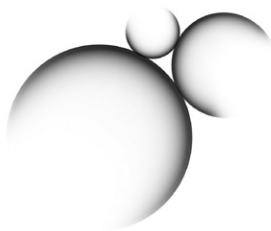


Inteligência Artificial e Educação no Sul Global

Uma Perspectiva Sistêmica



Fernando Reimers
Zainab Azim
Maria-Renée Palomo
Callysta Thony



- **Inteligência Artificial e
Educação no Sul Global**

Uma Perspectiva Sistêmica

Fernando Reimers • Zainab Azim

Maria-Renée Palomo • Callysta Thony

Fernando Reimers
Harvard Graduate School of
Education Cambridge, MA, USA

Zainab Azim
Harvard Graduate School of
Education Cambridge, MA, USA

Maria-Renée Palomo
Harvard Graduate School of
Education Cambridge, MA, USA

Callysta Thony
Harvard Graduate School of
Education Cambridge, MA, USA

ISBN 978-65-979265-0-3 (eBook)

Tradução de Luís Antônio Fajardo Pontes e Wagner Silveira Rezende

<https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5>

Este trabalho foi apoiado pela Harvard Graduate School of Education.

© O(s) editor(es) (se aplicável) e o(s) autor(es), sob licença exclusiva para a Springer Nature Switzerland AG 2026. Este livro é uma publicação de acesso aberto.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Inteligência artificial e educação no Sul Global
[livro eletrônico] : uma perspectiva sistêmica
/ Fernando Reimers...[et al.]. -- Juiz de Fora,
MG : Fundação CAEd, 2026.
PDF

Outros autores: Zainab Azim, Maria-Renée Palomo,
Callysta Thony
Bibliografia
ISBN 978-65-979265-0-3

1. Aprendizagem 2. Educação 3. Governança
4. Inteligência artificial - Aplicações educacionais
5. Letramento I. Reimers, Fernando. II. Azim, Zainab.
III. Palomo, Maria-Renée. IV. Thony, Callysta.
V. Título.

26–339274.0

CDD 370.71

Índice para catálogo sistemático:

1. Inteligência artificial : Educação 371.33

Suelen Silva Araújo Oliveira - Bibliotecária - CRB-8/11482

- **Acesso Aberto**

Este livro está licenciado sob os termos da Licença Internacional Creative Commons Atribuição–Não Comercial–Sem Derivações 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite qualquer uso não comercial, compartilhamento, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja dado o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, que seja fornecido um link para a licença Creative Commons e que seja indicado se o material licenciado foi modificado. Não é concedida, sob esta licença, permissão para compartilhar material adaptado derivado deste livro ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros presentes neste livro estão incluídos na licença Creative Commons da obra, salvo indicação em contrário em uma nota de crédito associada ao material. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do livro e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente junto ao detentor dos direitos autorais.

Esta obra está sujeita a direitos autorais. Todos os direitos comerciais são reservados pelo(s) autor(es), seja sobre a totalidade ou parte do material, em especial os direitos de tradução, reimpressão, reutilização de ilustrações, recitação, radiodifusão, reprodução em microfilmes ou por qualquer outro meio físico, bem como transmissão ou armazenamento e recuperação de informações, adaptação eletrônica, software de computador ou por metodologia similar ou distinta atualmente conhecida ou que venha a ser desenvolvida. No que se refere a esses direitos comerciais, foi concedida ao editor uma licença não exclusiva.

O uso de nomes descritivos gerais, nomes registrados, marcas comerciais, marcas de serviço e similares nesta publicação não implica, mesmo na ausência de declaração específica, que tais nomes estejam isentos das leis e regulamentos de proteção aplicáveis e, portanto, livres para uso geral.

O editor, os autores e os editores científicos consideram que as informações e orientações apresentadas neste livro são verdadeiras e precisas na data de publicação. Nenhum deles oferece garantia, expressa ou implícita, quanto ao material aqui contido ou quanto a eventuais erros ou omissões. O editor mantém-se neutro em relação a reivindicações jurisdicionais em mapas publicados e em afiliações institucionais.

Este selo editorial da Springer é publicado pela empresa registrada Springer Nature Switzerland AG. O endereço registrado da empresa é: Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Suíça.

Se for descartar este produto, por favor, recicle o papel.

Sumário

Capítulo 1

Educação e Inteligência Artificial: Uma Abordagem Sistêmica	13
1.1. Objetivo do livro	14
1.2. Por que este livro sobre Educação e Inteligência Artificial?	19
1.3. Por que nos concentramos no Sul Global?	22
1.4. Pensando sistemicamente	25
1.5. O que é a Inteligência Artificial na Educação?	28
1.6. Uma abordagem sistêmica para estudar o papel da IA na educação	30
1.7. Aprendizagem dos estudantes: o núcleo da educação	35
1.8. Como a IA pode melhorar a oportunidade de aprendizagem?	39
1.8.1. Como pode ser desenvolvido o letramento em IA?	40
1.8.2. Integração curricular do letramento em IA	43
1.8.3. O que nos torna unicamente humanos? Mitigando o risco de deslocamento da força de trabalho	45
1.9. Conclusão	50
Referências	51

Capítulo 2

Desafios e Oportunidades da Educação no Sul Global	54
2.1. Acesso: ganhos extraordinários, realidades desiguais	55
2.2. Resultados de aprendizagem: a crise global de aprendizagem	56
2.3. Equidade e a rede de exclusões	59
2.4. O corpo docente: profissionalização e regressão	62
2.5. Financiamento, pobreza e desigualdade	62
2.6. Currículo relevante	64

2.7. Disrupções sistêmicas: migração e mudanças climáticas.	65
2.8. A divisão digital e o papel da tecnologia.	67
2.9. Rumo a um novo futuro para a educação.	70
2.10. Conclusão.	72
Referências.	73

Capítulo 3

Estudantes, Aprendizagem, Salas de Aula e Escolas.	77
3.1. Introdução.	78
3.2. Quem são os estudantes nas escolas do Sul Global e quais desafios eles enfrentam?	79
3.3. A inteligência artificial pode enfrentar essas deficiências?	83
3.4. O que dizem as evidências?	86
3.4.1. Aprendizagem Personalizada e Adaptativa.	90
3.4.2. Apoio a Estudantes Diversos e Inclusão.	94
3.5. Conclusão.	94
3.5.1. Principais Conclusões para Formuladores de Políticas e Profissionais da Educação.	96
3.5.2. Implicações para Desenvolvedores de IA.	99
3.5.3. Questões e Preocupações Éticas.	100
3.5.4. Questões de pesquisa emergentes.	101
Referências.	103

Capítulo 4

IA e Currículo	110
4.1. Introdução	111
4.1.1. Desafios do Currículo	114
4.1.2. Reformas para Enfrentar o Desafio da Falta de Alinhamento entre Currículo e Contexto	120
4.2. IA e o Currículo	122
4.2.1. Ensino sobre IA: Desenvolvimento do Letramento em IA no Currículo	123
4.2.2. Aprimorando o Ensino com IA: Enfrentando os Desafios Curriculares por meio da Implementação e do Design	126
4.3. Conclusões	133
4.3.1. Principais Lições para Formuladores de Políticas Educacionais e Profissionais da Educação	133
4.3.2. Implicações para Desenvolvedores de IA e Atores do Setor Educacional	138
4.3.3. Questões e Preocupações Éticas	140
4.3.4. Questões de Pesquisa Emergentes	141
Referências	145

Capítulo 5

Avaliação e IA	151
5.1. Introdução: A visão a partir de Accra	152
5.2. O Paradoxo da Avaliação: Problemas, Contexto e Desafios	154
5.3. Avaliação Reimaginada: O que a IA pode fazer	159
5.4. Avaliação e IA na prática: o que a IA está fazendo	164
5.5. Conclusão: Traçando um caminho para o futuro da avaliação	171
5.5.1. Principais lições para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação	171
5.5.2. Implicações para desenvolvedores de IA e atores da educação	174
5.5.3. Questões Éticas	175
5.5.4. Questões de pesquisa emergentes	176
Referências	179



Capítulo 6

IA e Desenvolvimento Docente	188
6.1. Introdução	189
6.2. Desafios do Desenvolvimento Profissional Docente	190
6.3. Como a IA pode ajudar os professores a desenvolver conhecimentos e habilidades pedagógicas mais eficazes?	197
6.3.1. Planejamento de aulas e desenvolvimento de materiais didáticos diferenciados	200
6.3.2. Coaching instrucional	204
6.3.3. Simulações	206
6.3.4. Desconstruindo a expertise com IA: tornando visível o ensino de excelência ..	207
6.3.5. Aprofundando o conhecimento de conteúdo docente	208
6.3.6. Síntese	209
6.4. Como a IA pode ajudar professores em tarefas administrativas?	210
6.5. Comunidades de aprendizagem profissional habilitadas por IA	212
6.6. Conclusão	214
6.6.1. Principais conclusões para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação	214
6.6.2. Implicações para desenvolvedores de IA e demais atores do setor educacional	222
6.6.3. Questões e preocupações éticas	223
6.6.4. Questões de pesquisa emergentes	226
Referências	228

Capítulo 7

IA e Organização e Gestão Escolar	232
7.1. Os problemas: liderança e organização escolar no Sul Global	233
7.2. Como a IA pode apoiar uma liderança escolar mais eficaz, empoderada, empoderadora e em rede?	238
7.3. O que a IA já está fazendo para apoiar uma liderança escolar mais eficaz? Casos de uso atuais e pesquisas	243
7.3.1. Automação administrativa	243
7.3.2. Suporte à tomada de decisão orientada por dados	244

7.3.3. Otimização de recursos	246
7.3.4. Transformação da liderança	247
7.4. Conclusão	251
7.4.1. Principais conclusões para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação	251
7.4.2. Implicações para desenvolvedores de IA	255
7.5. Questões e preocupações éticas.	256
7.5.1. Divisão digital e equidade	256
7.5.2. Viés algorítmico e equidade	257
7.5.3. Dinâmicas de poder e agência local	257
7.5.4. Privacidade de Dados e Confiança	257
7.5.5. Custo e acessibilidade	258
7.5.6. Inclusividade e participação	258
7.6. Questões de pesquisa emergentes	259
Referências	260

Capítulo 8

IA e Governança da Educação	263
8.1. Introdução	264
8.2. Problema: Governar um Sistema Complexo	269
8.2.1. Responsabilização	270
8.2.2. Capacidade	272
8.2.3. Uso de Dados e Informações	274
8.2.4. Gestão e Alocação de Recursos	276
8.3. O que a IA pode fazer: aprimorando a governança educacional com Inteligência Artificial	277
8.4. O que a IA já está fazendo para aprimorar a governança	283
8.4.1. Alocação de Recursos	283
8.4.2. Planejamento Estratégico	285
8.4.3. Monitoramento e Avaliação	288

8.5. Conclusão	290
8.5.1. Principais conclusões para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação	290
8.5.2. Implicações para desenvolvedores de IA	296
8.5.3. Questões e preocupações éticas	296
8.5.4. Questões de pesquisa emergentes	298
Referências	300

Capítulo 9

Conclusão: Traçando o Futuro da IA e da Educação no Sul Global — promessas, realidades e caminhos a seguir **305**

9.1. Introdução: Reconectando-se com a perspectiva sistêmica	306
9.2. Os desafios da educação no Sul Global	308
9.3. Estudantes e aprendizagem: as promessas e os limites da IA para enfrentar a diversidade estudantil	309
9.4. Currículo: da transmissão mecânica de conteúdos à aprendizagem dinâmica e responsiva	310
9.5. Avaliação: automatizar o teste ou reinventar o que importa?	312
9.6. Desenvolvimento Profissional Docente: ampliando o crescimento profissional para todos	313
9.7. Organização e Gestão Escolar: liderança na era dos dados	314
9.8. Governança: reinventando a responsabilização e a participação na era digital	316
9.9. Temas transversais: lições a partir de uma perspectiva sistêmica	317
9.10. Reflexões éticas transversais entre capítulos	318
9.11. Implicações para formuladores de políticas, profissionais da educação e a comunidade global	319
9.12. Fronteiras de pesquisa e questões em aberto	322
9.13. Consideração final	323

Glossário **325**

CAPÍTULO 1

Educação e Inteligência Artificial: Uma Abordagem Sistêmica

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_1

1.1. Objetivo do livro

Este livro examina as maneiras pelas quais a inteligência artificial pode transformar os sistemas educacionais. Por inteligência artificial, entendemos “a simulação da inteligência humana por máquinas, especialmente sistemas computacionais... [com] a capacidade de se comportar como humanos em tarefas como comunicação, memorização, raciocínio e aprendizagem” (Martin et al., 2024). Por sistemas educacionais, referimo-nos ao conjunto de instituições explicitamente projetadas e financiadas para ajudar os aprendizes a desenvolver conhecimentos e habilidades, com atenção particular àquelas que oferecem oportunidades de aprendizagem à maior parte da população, ou seja, aquelas focadas na educação obrigatória. Na maioria dos países, isso inclui a educação pré-escolar, o ensino fundamental e o ensino médio, ou o que alguns chamam de educação básica. Existem outras instituições projetadas para ajudar os aprendizes a desenvolver conhecimentos e habilidades, como universidades, instituições de formação profissional ou de educação continuada ao longo da vida. Como essas instituições se concentram em subconjuntos da população e apresentam maior heterogeneidade, elas não serão o foco deste livro. Em vez disso, concentraremos nossa atenção nas instituições educacionais que impactarão a maior parte da humanidade ao longo do tempo.

Embora os sistemas educacionais atendam a múltiplos objetivos e públicos, um objetivo central é fornecer aos aprendizes oportunidades de aprender. Isso envolve os objetivos intencionais do currículo — o que deve ser aprendido — e os objetivos efetivamente alcançados do currículo — o que é realmente aprendido. Otimizar os sistemas educacionais com base nesse objetivo central consiste, portanto, em melhorar a oportunidade dos estudantes de aprender o que é pretendido — melhorando a eficácia do sistema — e melhorar a oportunidade dos estudantes de aprender um currículo que os ajude a avançar em suas circunstâncias — melhorando a relevância do sistema. Um sistema

precisa, no mínimo, ser eficaz no ensino dos “fundamentos”, mas também deve se esforçar para ser relevante em um mundo em constante mudança, com demandas crescentes de habilidades. Em um mundo em que essas demandas crescentes abrangem habilidades para trabalhar em um contexto moldado pela IA, um subconjunto de habilidades relevantes inclui o “letramento em IA”. O letramento em IA é uma competência multidimensional que inclui (a) o conhecimento de como a IA funciona e como desenvolvê-la, (b) a competência para interagir com a IA como uma forma de “cointeligência” (Mollick, 2024), utilizando-a de maneira eficaz, e (c) a capacidade de discernir o impacto da IA sobre os seres humanos e as sociedades e de lidar com os dilemas éticos que esse impacto gera. É em relação a esses três objetivos — desenvolver o letramento em IA, melhorar a eficácia das escolas e aumentar a relevância das escolas — que examinaremos o potencial da IA na educação.

Nosso ponto de partida ao abordar este tema é uma postura de agnosticismo de mente aberta. Embora reconheçamos que a IA é uma tecnologia extremamente intrigante, capaz de feitos notáveis, não presumimos necessariamente que seu poder possa transformar a educação para melhor. Em parte, nosso agnosticismo se baseia no fato de que existem muitos exemplos de aplicações de tecnologia na educação que não cumpriram suas promessas. Um relatório recente sobre o uso da tecnologia na educação ao redor do mundo conclui que “exceto nos países mais tecnologicamente avançados, computadores e dispositivos não são utilizados em larga escala nas salas de aula. O uso da tecnologia não é universal e não se tornará em breve. Além disso, as evidências sobre seu impacto são mistas” (UNESCO, 2023). Nossa mente aberta se fundamenta na esperança de que possamos aprender tanto com sucessos quanto com fracassos passados, bem como a partir de experiências comparativas. O objetivo deste livro é estimular reflexões e diálogos que possam ajudar a concretizar essa esperança.

Aqui fazemos uma distinção entre melhoria educacional e transformação educacional. A IA pode melhorar a educação se puder ser aplicada para apoiar o ensino e a aprendizagem de alguma forma. Para transformar a educação, no entanto, a IA precisaria demonstrar que pode resolver alguns dos problemas mais importantes da educação, e não apenas que existem possíveis aplicações da IA na educação. Esses problemas importantes se concentram nos três domínios da oportunidade educacional mencionados anteriormente: letramento em IA, eficácia da educação e relevância da educação (que inclui o letramento em IA, mas vai além dela). A transformação também requer que as soluções baseadas em IA possam ser implementadas em larga escala, e não apenas em algumas escolas. A distinção entre melhoria e transformação é importante porque quase toda inovação, incluindo as baseadas em tecnologia, pode produzir alguma melhoria se for bem planejada. Mas melhorias em problemas que não são críticos, ou de maneiras que não podem ser escaladas ou sustentadas, têm utilidade limitada para transformar um sistema. Por exemplo, um estudo recente sobre o uso de soluções de IA na educação na América Latina conclui que a adoção da IA nos sistemas educacionais da região tem sido muito limitada (Rivas, 2025). De forma relacionada, um estudo recente sobre até que ponto salas de aula inteligentes poderiam atender às necessidades percebidas pelos professores identifica uma lacuna importante na pesquisa, uma vez que a maior parte dos estudos se concentra em elementos técnicos da inovação tecnológica, em vez da interação dos humanos com a inovação, havendo informações muito escassas sobre a medida em que as salas de aula inteligentes realmente atendem às necessidades pedagógicas dos professores (Ferreira et al., 2025). Este livro visa ajudar o leitor a discernir se a IA pode, de fato, resolver problemas importantes na educação, possivelmente incentivar desenvolvedores a criar aplicações habilitadas para IA para resolver esses problemas, estimular todos a refletir sobre as implicações éticas do uso da IA para enfrentar questões cruciais da educação, bem como mapear uma agenda de pesquisa que possa fornecer evidências para ajudar a responder a essas questões.

Para alcançar nossos objetivos, seguiremos uma estrutura semelhante em cada um dos capítulos que se seguem. Ao discutir o papel que a IA poderia desempenhar nos sistemas educacionais, começaremos pelos desafios educacionais mais relevantes, para então analisar se e como a IA poderia abordá-los. Em seguida, revisaremos as evidências existentes sobre se os desenvolvimentos em IA têm se mostrado capazes de enfrentar esses desafios, para então levantar questões éticas sobre o uso da IA nesse domínio e, por fim, formular algumas das perguntas que futuras pesquisas deveriam tentar responder para gerar evidências que possam contribuir para o avanço da área. As evidências que examinamos são de dois tipos: evidências que ilustram aplicações de IA e evidências que avaliam algumas dessas aplicações. Baseamos-nos em relatórios publicados em periódicos acadêmicos e por organizações internacionais, como a OCDE, a Organização dos Estados Ibero-americanos e a UNESCO, para identificar usos da IA. Utilizamos bases de dados acadêmicas como JSTOR, ProQuest, EBSCOhost, Scopus e Google Scholar para identificar artigos relevantes a serem revisados. Nosso objetivo na busca por aplicações de IA não foi ser abrangente e exaustivo ao mapear todos os usos existentes, mas sim cobrir todos os tipos de aplicações, ilustrando cada tipo com alguns exemplos. É possível que as fontes de evidência que examinamos apresentem vieses em pelo menos dois aspectos. A primeira fonte de viés resulta da própria natureza dinâmica do objeto que estudamos e do ritmo relativamente mais lento de documentação e avaliação das aplicações. Leva-se um ou dois anos, ou mais, para avaliar uma intervenção educacional, mas um ano é muito tempo no campo da IA, já que muitas coisas podem ser desenvolvidas nesse período. Como resultado, as informações disponíveis, particularmente as avaliativas, referem-se a aplicações de IA que estão defasadas em relação aos desenvolvimentos atuais do campo. Por essa razão, também nos apoiamos em documentações de aplicações de IA, mesmo que ainda não tenham sido avaliadas, pois, normalmente, a documentação está disponível antes que uma avaliação seja possível. Essas limitações da base de conhecimento sobre a qual nos apoiamos devem ser consideradas ao ler nossas conclusões

em cada capítulo e no livro como um todo. Quando afirmamos que não encontramos aplicações de IA para enfrentar determinados desafios educacionais, isso deve ser interpretado literalmente, significando que não encontramos a aplicação; não que tais aplicações não estejam disponíveis — elas podem de fato existir, mas talvez ainda não tenham sido documentadas ou avaliadas. A segunda limitação decorre da natureza de nossas fontes, que tendem a se concentrar em como a IA é implantada em escolas e sistemas educacionais. Claramente, as escolas são apenas um dos ambientes em que as pessoas aprendem; muito aprendizado é possível, e de fato ocorre, de forma independente, no próprio tempo das pessoas ou em espaços de educação informal. No entanto, essas formas de aprendizado não são avaliadas com tanta frequência quanto aquelas que se referem ao uso em escolas. O fato de nossas fontes de conhecimento sobre como a IA tem sido usada para apoiar a aprendizagem estarem vinculadas à aprendizagem escolar pode induzir um certo viés conservador em nossas conclusões. As escolas tendem mais a focar na entrega de um currículo definido do que a permitir que os estudantes sigam um currículo autodirigido. É muito possível que os aprendizes estejam utilizando aplicações de IA para adquirir habilidades e conhecimentos de sua própria escolha, mas tais usos não estão tão bem documentados ou estudados. Diante desse viés em nossas fontes, podemos deixar de observar usos importantes da IA e concluir que grande parte dela está relacionada à transmissão de um currículo padronizado, em vez de capacitar os estudantes a criar seu próprio currículo. Essa conclusão deve, mais uma vez, ser interpretada com consciência das limitações da base de conhecimento em que nos apoiamos. Uma palavra adicional sobre a base de conhecimento examinada: embora nosso foco seja o Sul Global, incluímos, quando apropriado, exemplos de outras regiões para analisar que tipo de usos da IA são possíveis.

Este capítulo introdutório estabelece a base para compreender o potencial transformador da IA na educação, destacando a necessidade de abordagens sistêmicas, orientadas por políticas e colaborativas, que aproveitem os benefícios da IA e abordem os riscos a ela associa-

dos. Nos capítulos subsequentes, exploraremos com mais profundidade como esses princípios podem ser aplicados e adaptados a diversos contextos educacionais, com atenção especial aos desafios e oportunidades únicos enfrentados no Sul Global.

1.2. Por que este livro sobre Educação e Inteligência Artificial?

A inteligência artificial está transformando o mundo do trabalho, à medida que sistemas computacionais assumem tarefas anteriormente desempenhadas por seres humanos. Essas mudanças têm implicações profundas para a educação. Algumas das potenciais aplicações da IA na educação apresentam grande promessa, oferecendo a possibilidade de melhorar os resultados de aprendizagem, o acesso à educação e a preparação para o mercado de trabalho. Elas podem, de fato, provocar verdadeiras transformações, e não apenas inovações ou disrupções.

Ao mesmo tempo, as disrupções trazidas pela IA na educação podem gerar custos significativos para determinados grupos — por exemplo, aumentando as desigualdades entre estudantes com diferentes níveis de preparação acadêmica, ou exacerbando desigualdades no acesso a habilidades digitais, limitando assim as oportunidades de participação no emergente mundo da “cointeligência”, no qual humanos trabalham conjuntamente com plataformas habilitadas para IA. Há motivos para se preocupar com o possível aumento da desigualdade educacional e, conseqüentemente, social e econômica, resultante do acesso diferencial a essa tecnologia, algo que se assemelha aos efeitos observados durante os esforços para manter a educação por meio do ensino remoto durante a recente pandemia de COVID-19 (Reimers, 2022).

Se o uso da IA na educação favorecer desproporcionalmente os estudantes que já são privilegiados, seja pela maior qualidade da educação que recebem, seja pelo seu melhor acesso a recursos digitais e outros suportes, isso poderá agravar as desigualdades no mundo do trabalho, resultando em melhores recompensas para aqueles que atuam em áreas que podem aproveitar a cointeligência com a IA. Atualmente, a IA parece causar o maior efeito disruptivo em empregos baseados em conhecimento — ocupações que dependem principalmente de expertise e capacidades intelectuais, em vez de habilidades manuais, e não tanto em trabalhos que exigem esforço físico. No entanto, isso pode mudar à medida que os empregos baseados em conhecimento forem redesenhados para aproveitar melhor o poder da IA.

Um relatório recente sobre tendências globais que impactam a educação explica que a adoção da IA na força de trabalho exige diferentes conjuntos de habilidades, e que a IA está ampliando a capacidade de robôs e sistemas de trabalhar de forma colaborativa com os humanos, remodelando essencialmente os mercados de trabalho (OECD, 2025).

Outras causas de preocupação quanto ao uso da IA na educação incluem a possibilidade de que ela possa “reduzir habilidades” nos seres humanos, fazendo com que percamos competências cognitivas importantes à medida que dependemos cada vez mais da assistência da IA para executá-las, ou que nos leve a depositar confiança excessiva e atenção insuficiente às limitações da IA ao realizar determinadas tarefas.

Este livro examina que tipos de transformações educacionais podem ser provocadas pelo uso da IA e quais estratégias podem mitigar seus custos potenciais e efeitos adversos. Existem pelo menos três razões pelas quais as instituições educacionais deveriam refletir sobre a Inteligência Artificial, e elas orientam nossa investigação neste livro. A primeira é que a transformação do mundo do trabalho pela IA cria a necessidade de letramento em IA. A segunda é que a transformação no ambiente de trabalho resultante da IA mudará o valor relativo das

habilidades e conhecimentos humanos. Além das habilidades envolvidas no uso da IA, isso inclui competências para colaboração e interação humanas, bem como habilidades de raciocínio ético e moral, como refletir sobre as implicações éticas de incorporar a IA em diferentes domínios. Um mundo transformado pela IA leva à necessidade de cultivar habilidades definidamente humanas. A terceira razão pela qual as instituições educacionais devem se preocupar com a IA é que aplicações habilitadas para IA podem transformar diversos processos organizacionais, e isso também ocorre na educação. Isso cria a oportunidade de empregar a IA para melhorar a eficácia da educação, bem como sua relevância. Será que a IA pode nos ajudar a reimaginar a educação, tornando-a mais eficaz no alcance de objetivos já estabelecidos, assim como mais relevante na consecução de metas que antes estavam fora de alcance devido às modalidades educacionais existentes?

Para responder a essas questões, que serão o foco deste livro, sintetizaremos diversas vertentes da literatura acadêmica e profissional. Basear-nos-emos no que se conhece até agora sobre as aplicações da IA na educação, embora essa literatura ainda seja limitada, mas esteja crescendo rapidamente, à medida que as aplicações da IA aumentam exponencialmente. Também utilizaremos o que se conhece sobre o funcionamento dos sistemas educacionais e sobre as opções existentes para melhorar sua eficácia e relevância, extrapolando dessa literatura as prováveis implicações à medida que imaginamos uma integração mais completa da IA na educação. É no exame do que se sabe sobre os usos potenciais e reais da IA, à luz do que se sabe sobre quais problemas são relevantes na educação e sobre como os sistemas educacionais melhoram em escala, que reside o valor único deste livro.

Já existem diversas revisões da literatura de pesquisa sobre aplicações de IA na educação, e utilizamos essas revisões neste livro, mas, na maior parte, essas análises são “autocontidas”, ou seja, não examinam se os resultados do uso da IA se relacionam com os desafios educacionais mais complexos, nem como o uso da IA se integraria ao funcionamento dos sistemas educacionais em larga escala.

Este livro é dirigido àqueles que desempenham um papel de apoio ao funcionamento dos sistemas educacionais, incluindo professores, administradores escolares e formuladores e planejadores de políticas, bem como àqueles que trabalham em organizações parceiras dos sistemas públicos de educação, como empresas de tecnologia ou organizações que apoiam escolas no desenvolvimento de currículos, formação de professores, avaliações ou outros esforços de melhoria. Embora o livro possa interessar ao público em geral, ou a estudantes e pais, eles não constituem o público-alvo principal que tivemos em mente ao escrevê-lo.

1.3. Por que nos concentramos no Sul Global?

Embora o desenvolvimento da inteligência artificial tenha implicações para a educação em todos os lugares, essas implicações provavelmente variam dependendo de diversas condições específicas em cada contexto. Quatro delas são: o número de aprendizes afetados, o funcionamento e os desafios enfrentados pelos sistemas educacionais, o nível de recursos disponíveis para a educação e o grau de impacto e integração da IA nas comunidades onde as escolas estão inseridas. As condições provavelmente são muito diferentes em países com uma proporção relativamente baixa de estudantes em relação à população total, em comparação com países com uma maior participação da população em idade escolar, ou em sistemas educacionais relativamente pequenos versus sistemas grandes. De forma similar, em países com sistemas educacionais de alto desempenho, os desafios e oportunidades serão diferentes daqueles em países onde os sistemas são frágeis e enfrentam múltiplos desafios. O nível de recursos financeiros por estudante também tende a impactar a incorporação da IA na educação,

assim como a integração da IA e da tecnologia, de modo mais geral, nas economias e no funcionamento das comunidades em que as escolas estão inseridas.

Embora ainda não exista uma classificação de países baseada em uma taxonomia que incorpore as quatro dimensões descritas, um proxy — admitidamente imperfeito — é agrupar os países de acordo com o nível de renda per capita. Uma classificação mais antiga, hoje em desuso, distinguia países desenvolvidos ou industrializados precocemente de países em desenvolvimento. Agências internacionais de desenvolvimento, como o Banco Mundial, agrupam os países em quatro categorias com base na renda per capita: baixa renda, renda média-baixa, renda média-alta e alta renda. Uma classificação mais recente origina-se de um relatório de 1980, elaborado pelo ex-chanceler alemão Willy Brandt, que dividia o mundo em um Norte rico e um Sul mais pobre. O Sul Global inclui a maioria dos países da África, América Latina, Caribe, Ásia e Oceania (excluindo Austrália e Nova Zelândia). O Sul Global também inclui países de alta população, como China, Índia, Indonésia, Paquistão, Bangladesh, Brasil, Nigéria e México. Cerca de 85% da população mundial vive no Sul Global. Considerando as taxas de natalidade mais altas e a maior proporção de jovens no Sul Global, 90% da população mundial com menos de 18 anos vive nessa região (Nações Unidas, 2022).

Neste livro, utilizaremos o termo Sul Global porque ele é um atalho eficaz para se referir aos países onde vive a maior parte da população mundial, que também são países com níveis mais baixos de recursos per capita e de recursos por estudante.

Portanto, este livro se concentra principalmente no Sul Global porque é onde se encontra a maior parte da população em idade escolar, o que significa que as transformações na educação terão o maior impacto nessa região. Esses países também enfrentam o desafio maior de educar uma parcela maior da população, o que pressiona os recursos financeiros e institucionais disponíveis para os sistemas educa-

cionais. Diante desses desafios, o custo de oportunidade de introduzir “distrações” é maior. Não basta que aplicações de IA na educação produzam alguma melhoria, se elas , não levem também à transformação dos sistemas em sua capacidade de enfrentar os principais desafios que enfrentam.

Para simplificar, se em um sistema no qual a grande maioria das crianças não consegue aprender a ler e a escrever, um currículo de educação em IA ajuda apenas uma pequena proporção de crianças a se tornarem letradas em IA, utilizando recursos que poderiam ter sido empregados para ajudar todas as crianças a aprender a ler e a escrever, esse currículo não apenas aumenta a desigualdade, mas representa uma distração em relação ao problema central, que é o baixo desempenho do sistema educacional em permitir que todas as crianças adquiram habilidades fundamentais.

Devemos reconhecer, entretanto, que o Sul Global está longe de ser monolítico, não apenas pelas diferenças existentes entre países, mas também pelas diferenças entre regiões dentro dos próprios países; a integração eficaz da IA deve, portanto, estar alinhada às necessidades e prioridades locais, línguas, culturas, recursos e práticas pedagógicas. Tecnologias que funcionam bem em contextos com muitos recursos podem precisar de adaptação ou reimaginação para ambientes com conectividade intermitente, turmas numerosas ou oportunidades limitadas de desenvolvimento profissional docente. Por exemplo, a IA pode ser utilizada para apoiar a educação mesmo em contextos nos quais os estudantes têm acesso limitado à conectividade e a dispositivos, como no apoio aos professores na correção de trabalhos escritos em cadernos. Pensar sistemicamente sobre as instituições educacionais é um caminho para nos ajudar a compreender essas dependências contextuais ao examinar o potencial transformador da Inteligência Artificial.

1.4. Pensando sistemicamente

Um sistema educacional abrange toda a infraestrutura organizacional por meio da qual uma nação, ou entidade subnacional, oferece educação à população. Tal infraestrutura compreende políticas, instituições, estruturas e processos intencionalmente projetados e sustentados com o propósito de transmitir à próxima geração os conhecimentos, habilidades e valores que uma sociedade considera importantes. Isso inclui escolas e universidades, currículos, professores, recursos didáticos, edifícios, equipamentos e avaliação. Políticas e regulamentações normatizam o funcionamento dessas instituições, sendo orientadas por objetivos e filosofias educacionais, e apoiadas por financiamento e recursos educacionais.

É útil pensar em um sistema não como uma plataforma estática, mas como uma entidade orgânica e dinâmica, na qual a direção e o funcionamento são resultado das interações entre os componentes, e não apenas da soma de seus efeitos individuais. O estudo de sistemas complexos, tema da ciência da complexidade (Mitchell, 2009), identificou regularidades e leis próprias de seu funcionamento, como o fato de que pequenas causas podem gerar grandes efeitos, e que as relações entre causa e efeito são não lineares e sensíveis às condições iniciais. Um pequeno insumo ou mudança pode levar a impactos desproporcionalmente grandes devido a ciclos de retroalimentação e relações não lineares (Mitchell, 2009). Outro princípio é o da emergência, que se refere ao fato de que comportamentos complexos e organizados podem surgir de interações locais simples entre componentes, sem controle centralizado (Holland, 1998). Um outro princípio dos sistemas complexos é que eles podem se adaptar e se reorganizar espontaneamente em resposta a mudanças em seu ambiente (Waldrop, 1992). A dinâmica do sistema é governada por ciclos de retroalimentação positiva e negativa criados pelas interações no sistema, os quais podem estabi-

lizá-lo ou desestabilizá-lo (Meadows, 2008). Nenhuma parte do sistema tem controle completo; ao contrário, o controle e a informação são distribuídos (Bar-Yam, 1997).

O conceito de “sistema” alude ao fato de que esses diversos elementos trabalham em conjunto, interagem, não são uma coleção de componentes independentes, mas fazem parte de um todo cujo funcionamento resulta não apenas da soma de seus efeitos individuais, mas de suas interações. Por exemplo, currículo, professores e sistemas de avaliação não são três componentes independentes de um sistema educacional, mas elementos interdependentes que precisam de alinhamento coerente para operar em prol da aprendizagem. O currículo, conjunto de objetivos educacionais que orienta a educação, bem como seu escopo e sequência que traduzem esses objetivos em uma progressão de aprendizagem, precisa funcionar em conjunto com os professores, levando em conta e aproveitando sua capacidade e ideias. Um currículo não se executa sozinho, mas ganha vida quando os professores o utilizam para orientar as interações que têm com seus alunos e com os recursos instrucionais. Se um currículo impõe demandas cognitivas que excedem as capacidades dos professores, será necessário desenvolvimento profissional para que eles possam dar vida ao currículo na sala de aula. De forma relacionada, nenhum currículo deve se distanciar demais do que os professores compreendem, conseguem fazer e desejam realizar; por isso, pilotar um currículo e encontrar outras formas de dar voz aos professores no seu desenho é sensato, a fim de alcançar alinhamento entre escopo e sequência e as capacidades e motivações dos docentes. É claro que é possível projetar um currículo sem atenção às capacidades dos professores, mas não se deve esperar que ele produza bons resultados na transformação do ensino em sala de aula. De forma semelhante, a maneira como estudantes e professores são avaliados, tanto para fins de melhoria quanto para aferir o que foi aprendido e ensinado, deve estar alinhada ao currículo e se conectar com os professores, por exemplo, integrando os resultados das avaliações com oportunidades de desenvolvimento profissional

docente. Todos esses são domínios nos quais aplicações de IA poderiam contribuir. Por exemplo, um estudo recente sobre as percepções de 410 professores no Brasil identificou como necessidades relevantes a automação das demandas administrativas, bem como mais tempo para estudo e planejamento de aulas (Ferreira et al., 2025) — necessidades que a IA pode ajudar a atender. De forma relacionada, uma abordagem sistêmica para examinar o papel da IA na educação deve considerar impactos de segunda ordem e indiretos da IA; por exemplo, em muitos lugares, diretores escolares não conseguem dedicar muito tempo à liderança pedagógica porque as demandas administrativas consomem a maior parte do seu tempo. Se a IA puder ajudar os diretores a atender essas demandas administrativas e, assim, liberar tempo para a liderança pedagógica, esse é um efeito positivo de segunda ordem da IA sobre o ensino.

De forma semelhante, a avaliação do conhecimento e das habilidades dos estudantes frequentemente se concentra em habilidades de baixo nível, como a memorização de curto prazo, porque são mais fáceis de avaliar por meio de testes de múltipla escolha simples. Se a IA puder ler redações dos alunos e avaliá-las utilizando rubricas que reflitam competências cognitivas mais complexas, isso fornecerá aos estudantes e professores feedback sobre competências indubitavelmente mais valiosas do que a simples memorização de conhecimentos factuais.

Se, além disso, isso puder ser feito em contextos com acesso irregular à conectividade, essa aplicação da IA não apenas apoiará instruções de aprendizagem mais profundas, mas o fará de maneira que não aumente a desigualdade (Rodrigues et al., 2025).

Uma peculiaridade adicional dos sistemas educacionais que impacta seu funcionamento é seu tamanho e o número de pessoas que eles afetam. O sistema educacional é, com muita frequência, uma das maiores organizações de uma sociedade, afetando, direta e indireta-

mente, mais pessoas do que qualquer outra organização. Seu grande tamanho frequentemente se traduz em maior complexidade operacional — por exemplo, garantir que os diversos componentes de um programa de melhoria, como desenvolvimento profissional, recursos instrucionais e novas abordagens de avaliação, convirjam nas escolas ao mesmo tempo, de modo que possam funcionar de forma sinérgica conforme o esperado, é algo que requer uma logística complexa.

Tudo isso para dizer que, ao pensar em um sistema educacional, devemos enxergar a floresta (o sistema) ao mesmo tempo em que vemos as árvores (os elementos do sistema) e devemos estar especialmente atentos a como as interações entre os elementos do sistema se traduzem no desempenho sistêmico geral.

1.5. O que é a Inteligência Artificial na Educação?

A inteligência artificial (IA), como conceito e campo de pesquisa, evoluiu significativamente desde sua criação em meados do século 20. As primeiras visões sobre IA foram inspiradas na ideia de máquinas capazes de imitar ou até superar a inteligência humana. Em 1956, na Conferência de Dartmouth, o termo “inteligência artificial” foi formalmente cunhado, estabelecendo o marco para décadas de exploração sobre como computadores poderiam resolver problemas, reconhecer padrões e “pensar” de forma autônoma. Inicialmente, o progresso foi lento, pois os recursos computacionais e os fundamentos teóricos necessários para uma verdadeira inteligência de máquina eram amplamente insuficientes. No entanto, avanços periódicos — como os pri-

meiros sistemas baseados em regras¹ nos anos 1960 e os sistemas especialistas² nos anos 1980 — mantiveram pesquisadores e futuristas engajados na promessa da IA.

Definições contemporâneas de IA geralmente a descrevem como o desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana (Martin et al., 2024). Essas tarefas incluem raciocínio, aprendizagem a partir da experiência, compreensão da linguagem, reconhecimento de padrões e imagens, e tomada de decisões. No contexto educacional, a IA abrange um conjunto de tecnologias que podem auxiliar ou até mesmo gerenciar de forma independente processos que vão desde a personalização do ensino até a automação de tarefas administrativas, além de possibilitar novas formas de avaliação e feedback que antes eram inimagináveis.

Diversos subcampos da IA são especialmente relevantes para a educação. O Aprendizado de Máquina, talvez o mais conhecido, envolve algoritmos que aprendem a partir de dados e melhoram seu desempenho ao longo do tempo sem programação explícita. O aprendizado de máquina é a base de plataformas de aprendizagem adaptativa que respondem às forças e fraquezas individuais dos estudantes. O Processamento de Linguagem Natural (PLN) permite que máquinas interpretem e gerem a linguagem humana; na educação, o PLN é fundamental para a correção automatizada de redações, chatbots de suporte ao estudante e aplicativos de aprendizado de idiomas. A Visão Computacional permite que softwares interpretem informações visuais, abrindo possibilidades para aplicações como monitoramento automatizado, análise do engajamento em sala de aula ou ferramentas para estudantes com deficiência visual.

-
- 1 Lógica básica de “se-então”. Esses sistemas só podiam fazer o que lhes era explicitamente indicado nessas regras, sem capacidade de aprendizagem ou flexibilidade.
 - 2 Sistemas mais complexos que imitam o conhecimento de especialistas humanos utilizando muitas regras.

Também é importante distinguir entre IA estreita ou fraca e IA geral ou forte. A maior parte da IA atualmente implantada em sistemas educacionais no mundo — e prevista para o futuro próximo — é a IA estreita (também chamada de “IA aplicada”), projetada para realizar tarefas específicas, como recomendar atividades, classificar respostas de estudantes ou analisar padrões de frequência. Em contraste, a IA geral exigiria um nível de raciocínio, abstração e aprendizado autônomo semelhante à cognição humana — seria capaz de transferir o conhecimento entre domínios e realizar uma ampla variedade de empreendimentos intelectuais. A IA geral permanece uma possibilidade teórica, e, para os fins da educação, os esforços atuais concentram-se em aproveitar e integrar sistemas de IA estreita nos vastos e complexos processos de ensino e aprendizagem.

O foco deste livro será nas realidades práticas das tecnologias hoje — não nas possibilidades teóricas.

1.6. Uma abordagem sistêmica para estudar o papel da IA na educação

A partir da discussão anterior sobre o que significa adotar uma abordagem “sistêmica” para a educação, segue-se que a configuração particular de cada sistema — resultante dos objetivos que ele busca alcançar, das diversas iniciativas em vigor para avançar esses objetivos, do currículo que segue, do tipo de professores no sistema, entre outros fatores — define um contexto único. Qualquer introdução da IA nesse sistema precisa responder a essa singularidade e considerar as interações e ciclos de retroalimentação que a incorporação da IA irá gerar. Uma abordagem sistêmica garante que as soluções de IA não sejam apenas importadas, mas codesenvolvidas ou adaptadas localmente para enfrentar os desafios únicos e aproveitar as forças espe-

cíficas de cada comunidade. Tal adaptação e codesenvolvimento têm sido propostos como uma abordagem geral para transferir inovações educacionais entre contextos (Reimers et al., 2012).

Por exemplo, uma das considerações que deve ser prioritária em contextos com recursos limitados, como frequentemente ocorre em países do Sul Global, é como a introdução da IA na educação interagirá com as divisões rural-urbano e com desigualdades sociais históricas. Isso torna a equidade uma preocupação central; portanto, nesses contextos, devemos questionar não apenas como a IA pode beneficiar a maioria, mas também como pode reduzir as lacunas para meninas, minorias linguísticas, estudantes com deficiência e outros em risco de exclusão. De forma similar, planos para identificar maneiras pelas quais a IA poderia melhorar a educação devem considerar até que ponto estudantes e professores têm acesso à conectividade e a dispositivos, mesmo em locais onde esse acesso é limitado; existem formas de implementar a IA que requerem baixa infraestrutura tecnológica. Outro exemplo da necessidade de uso contextualizado da IA são as considerações sobre o nível de conhecimento e habilidades dos professores, de modo que os usos dessa nova tecnologia estejam alinhados às qualificações do corpo docente.

Em vez de enxergar a IA como uma ferramenta isolada ou intervenção tecnológica, uma abordagem sistêmica examina como sua introdução reverberará pelo currículo, formação de professores, avaliação, governança escolar, finanças e suporte aos estudantes. Por exemplo, a introdução de plataformas de aprendizagem adaptativa alimentadas por IA nas salas de aula só terá sucesso se os professores estiverem adequadamente capacitados, se a introdução da IA estiver alinhada ao currículo e à avaliação, e se os sistemas de gestão escolar puderem suportar os fluxos de dados resultantes.

Adotar uma abordagem sistêmica da IA na educação no Sul Global significa compreender e aproveitar a complexa rede de relações dentro dos ecossistemas educacionais. Isso implica integrar a tecno-

logia de maneiras que se alinhem com as realidades locais, enfrentem desigualdades sistêmicas, promovam a colaboração institucional e desenvolvam capacidades de forma iterativa. Apenas considerando os elementos interativos — currículo, professores, gestão, finanças, políticas e comunidades —, é que a IA poderá servir não apenas como uma solução tecnológica, mas como uma força transformadora para sistemas educacionais mais resilientes, adaptativos e equitativos.

Portanto, adotar uma perspectiva de pensamento sistêmico para examinar as implicações da IA na educação significa encarar a IA não como uma intervenção tecnológica independente, mas como um componente que interagirá dinamicamente com todas as outras partes do ecossistema educacional. Essas interações são multidirecionais; como já descrevemos, a IA deve estar alinhada ao contexto formado por esses elementos do sistema educacional, mas, de forma semelhante, a introdução de ferramentas de aprendizagem personalizada alimentadas por IA só cumprirá seu potencial se os currículos, as capacidades docentes, as práticas de avaliação e as culturas institucionais se adaptarem em conjunto.

Uma mentalidade de pensamento sistêmico também reconhece que a mudança educacional, incluindo a introdução da IA, ocorre em um ambiente vivo, adaptativo e com múltiplos objetivos. As escolas não são palcos passivos para implementação, mas organizações dinâmicas que equilibram muitas prioridades. Qualquer nova política, ferramenta ou avanço tecnológico será interpretado e adaptado pelos profissionais da educação dentro do contexto de suas tarefas, crenças e recursos existentes. Para que a IA se traduza em uma transformação significativa, ela deve harmonizar-se com o trabalho em curso e com os objetivos estabelecidos, em vez de ser percebida como uma imposição externa desconectada das realidades ou necessidades percebidas. O pensamento sistêmico também reconhece que as intervenções podem gerar efeitos secundários ou de segunda ordem — às vezes inesperados e de grande alcance — devido à presença de ciclos de retroalimentação, relações não lineares e dinâmicas emergentes. Pequenas

inovações podem resultar em impactos desproporcionais, positivos ou negativos, dependendo de como interagem com estruturas e processos existentes.

Também nos baseamos na perspectiva do *Stanford Institute for Human-Centered AI* de que a IA centrada no ser humano deve preocupar-se não apenas com os efeitos sobre o usuário — seja um professor ou um estudante —, mas também sobre a sala de aula, a comunidade e a sociedade em geral. Essa perspectiva exige atenção cuidadosa ao alinhamento, à adaptação e às redes relacionais que, em última instância, determinam se a IA melhora a aprendizagem ou apenas adiciona complexidade sem benefício. Assim, para aproveitar o potencial da IA de maneira responsável, educadores, líderes e formuladores de políticas devem considerar não apenas o que a tecnologia pode fazer, mas como ela é integrada sistemicamente ao tecido do sistema educacional.

O potencial da IA só pode ser plenamente realizado quando diferentes partes do sistema trabalham em conjunto. No Sul Global, isso pode significar usar análises de IA para alinhar o desenvolvimento profissional dos professores às necessidades dos estudantes em tempo real, conectar universidades (como centros de conhecimento em IA³) à educação básica por meio de redes e treinamentos, ou implementar a alocação de recursos baseada em IA para otimizar orçamentos educacionais limitados.

Dado o ritmo das mudanças tecnológicas, uma abordagem sistêmica requer pilotos, feedback iterativo e aprendizado constante. Isso inclui avaliar não apenas o desempenho técnico, mas também os impactos sociais, éticos e pedagógicos — especialmente em contextos nos quais as evidências são frequentemente escassas.

3 Locais, geralmente universidades ou centros de pesquisa, que geram, estudam e disseminam conhecimento sobre inteligência artificial, como o AI4D Africa (Artificial Intelligence for Development in Africa — Inteligência Artificial para o Desenvolvimento na África).

Como a IA não existe isoladamente, sua adoção bem-sucedida depende de políticas de apoio, ambientes regulatórios favoráveis e disposição institucional para experimentar. Isso requer coordenação entre ministérios, autoridades locais, universidades e ONGs. Por exemplo, utilizar a IA para personalizar a educação pode exigir novas políticas de governança e privacidade de dados, desenvolvimento profissional para professores, acesso à tecnologia e conectividade, além de parcerias entre escolas e fornecedores de tecnologia.

Evidências internacionais recentes reforçam a necessidade de uma implementação cautelosa e específica ao contexto de tecnologias, incluindo a IA, em sistemas educacionais — especialmente no Sul Global. Conforme destacado pelo *Global Education Monitoring Report* da UNESCO de 2023, a tecnologia digital deve servir como uma ferramenta avaliada explicitamente quanto à sua adequação, equidade, escalabilidade e sustentabilidade. A integração da tecnologia deve sempre ser guiada por evidências robustas de benefício para os aprendizes e deve complementar, e não substituir, as interações humanas insubstituíveis entre estudantes e professores.

O relatório observa ainda que a tecnologia na educação desempenha múltiplos papéis sobrepostos: como infraestrutura que exige investimento e manutenção contínuos; como veículo de entrega; como competência a ser aprendida; e como contexto que molda o planejamento educacional e a equidade. De forma crucial, embora as intervenções tecnológicas ofereçam oportunidades para melhorar o acesso e os resultados, elas também apresentam riscos — incluindo a potencial ampliação da exclusão, aumento da carga para professores e estudantes, e a introdução de danos não intencionais caso não sejam cuidadosamente reguladas e alinhadas às necessidades locais.

Uma perspectiva equilibrada sobre o que significa ser bem-instruído na era da IA é essencial. Em vez de se concentrar excessivamente em habilidades digitais ou técnicas, os sistemas educacionais devem priorizar um currículo holístico que sustente e fortaleça as artes, as hu-

manidades e o desenvolvimento de capacidades éticas, empáticas e criativas. Nessa visão, a IA e outras ferramentas digitais apoiam, mas não substituem os professores; os educadores profissionais tornam-se ainda mais centrais para orientar os aprendizes, fomentar a responsabilidade e lidar com as rápidas mudanças tecnológicas.

Esses insights internacionais reforçam a necessidade de políticas em múltiplos níveis, baseadas em evidências e conscientes dos aspectos éticos, sustentadas por ampla colaboração entre governo, indústria, educadores e comunidades. O uso eficaz da IA na educação deve sempre permanecer ancorado nas necessidades, nos melhores interesses e no desenvolvimento holístico de todos os aprendizes — especialmente em contextos nos quais desigualdades e restrições sistêmicas são mais pronunciadas.

1.7. Aprendizagem dos estudantes: o núcleo da educação

As organizações educacionais existem para cumprir uma variedade de propósitos, sendo o principal deles proporcionar aos estudantes oportunidades de aprendizagem. É com relação a esse objetivo que examinamos o papel da IA na educação, com a já mencionada ressalva de que entendemos a criação de “oportunidade de aprender” como resultado de um “sistema” e, portanto, vemos a IA como potencialmente impactando todo o sistema, e não apenas os determinantes mais próximos da oportunidade de aprender, como o ensino em sala de aula pelos professores ou a interação dos estudantes com conteúdos e recursos instrucionais.

A notável conquista representada pela criação de oportunidades universais de acesso à educação básica, na forma da educação pública, trouxe consigo desafios importantes. Embora instituições criadas com o propósito explícito de instrução já existissem há séculos, a evolução da educação de um privilégio das elites para um direito de todos, apoiado pelo Estado e destinado a atender a objetivos sociais, econômicos e cívicos mais amplos, é consideravelmente mais recente. O Iluminismo, movimento filosófico que propôs substituir a aspiração pela salvação pelo objetivo de autogoverno e autoaperfeiçoamento, forneceu a base intelectual para uma instituição que oferecesse a todos a oportunidade de cultivar o raciocínio e o acesso ao conhecimento científico, em consonância com a ideia iluminista de que a ciência ajudaria pessoas comuns a transformar seu mundo. Os contornos específicos da história do surgimento da educação pública variam conforme o país, mas os temas comuns são a responsabilidade do Estado de garantir o acesso universal e a educação como instrumento de progresso pessoal e societal. Um dos primeiros sistemas de educação pública na Europa foi estabelecido na Prússia, no século 18. Na América Latina, os sistemas de educação pública surgiram com a independência das nações em relação à Espanha, no século 19. Nos Estados Unidos, a educação pública também surgiu no século 19, como um instrumento para fomentar a coesão social durante um período de imigração em massa. A disseminação global da educação pública seguiu frequentemente os movimentos de independência no século 20. A Declaração Universal dos Direitos Humanos, adotada pelas Nações Unidas em 1948, incorporou o direito à educação, e a UNESCO, agência especializada da ONU voltada para a educação, cultura e ciência, contribuiu para a disseminação da educação pública e para apoiar a universalização do acesso.

A notável transformação que estendeu o acesso à educação obrigatória à maioria das crianças trouxe novos desafios, na forma de maior diversidade entre os aprendizes e capacidade limitada das escolas para lidar efetivamente com essa diversidade. Quando a educação era um privilégio reservado às crianças da elite, era possível oferecer formas altamente individualizadas de instrução, muitas vezes na forma

de tutores ou academias especializadas. Há 24 séculos, por exemplo, Platão, nascido em uma família nobre e rica em Atenas, foi educado por tutores em poesia, música, ginástica e, posteriormente, recebeu profundo treinamento filosófico com Sócrates em sua adolescência, seguido de viagens extensas que culminaram na fundação de sua própria escola, a Academia.

Nos períodos Antigo e Medieval, em sociedades como a Grécia, Roma, China e Índia, a educação era tipicamente reservada às elites e realizada em ambientes privados ou religiosos. No mundo islâmico, a partir do século 8, as madraças ofereciam educação em disciplinas religiosas e seculares a meninos selecionados de diferentes contextos sociais.

A natureza elitista da educação durante o Renascimento é ilustrada pela formação recebida por Michel de Montaigne (1533–1592), filósofo francês do Renascimento e criador do ensaio, que foi instruído em latim desde cedo e ensinado por seu pai usando métodos progressivos que enfatizavam o prazer de aprender, antes de ser enviado ao prestigioso Collège de Guyenne, em Bordeaux, aos seis anos de idade, onde foi exposto a um currículo humanista com ênfase em estudos clássicos, retórica e um amplo contato com os textos antigos da Grécia e de Roma.

Com a criação de sistemas de educação em massa, as possibilidades oferecidas pela educação de elite, na qual tutores altamente capacitados podiam oferecer um ensino rico e personalizado aos interesses e necessidades individuais dos estudantes, deixaram de ser viáveis. Os sistemas públicos de educação precisaram encontrar abordagens que educassem muitos alunos a baixo custo, enfrentando um novo conjunto de dilemas sobre o que priorizar. Esses dilemas do início da criação de sistemas de educação mais inclusivos se refletem nas divergências de opinião entre dois primeiros reformadores educacionais que defendiam a educação de crianças pobres: Johann H. Pestalozzi e Joseph Lancaster.

Johann Heinrich Pestalozzi (1746–1827), educador e reformador suíço, defendia que o objetivo da educação era apoiar o desenvolvimento holístico das muitas habilidades diferentes — intelectuais, emocionais e físicas — de cada criança, por meio de aprendizagem experiencial e relações cuidadosas. Pestalozzi defendia centrar o ensino e a aprendizagem nas necessidades, interesses e experiências da criança, adaptando-se aos diferentes ritmos e capacidades de cada uma.

Em contraste com Pestalozzi, que enfatizava um currículo amplo que educava a “criança como um todo”, Joseph Lancaster (1778–1838) defendia um currículo básico, oferecido por meio de um “sistema monitorial para a educação dos pobres”, uma abordagem que consistia em desenvolver um currículo estruturado, focado nos fundamentos da alfabetização e da numeracia, ensinado a pequenos grupos de estudantes organizados por idade, por alunos mais avançados sob a supervisão de um tutor. A abordagem era eficaz na medida em que aproveitava o trabalho de um único tutor com assistentes (monitores) e um currículo estruturado que permitia a instrução de muitas crianças simultaneamente. Como isso reduzia o custo do ensino, tornou-se possível oferecer educação a muitas “crianças pobres”. Não surpreendentemente, essa abordagem padronizada não atendia às necessidades de todas as crianças. Notavelmente, um elemento importante do método de Lancaster era disciplinar as crianças que interrompiam o ensino, uma forma, discutivelmente, muito inadequada de lidar com os resultados de uma educação que não conseguia engajar os estudantes de maneira eficaz.

Essas duas perspectivas continuam sendo objeto de debates contemporâneos sobre o que a educação em massa deve oferecer aos aprendizes. As ideias de Pestalozzi tornaram-se a base de um movimento chamado “educação progressiva”, enquanto o método de Lancaster forneceu a base para a expansão subsequente da escola pública, que também se apoiava em um currículo estruturado e na organização de estudantes de idades semelhantes nas mesmas “séries”. Os sistemas de escolas públicas também adotaram várias característi-

cas da teoria da administração científica desenvolvida pelo engenheiro americano Frederick Winslow Taylor, para melhorar a eficiência econômica e a produtividade do trabalho nas indústrias. Isso levou à padronização da educação: organização do ensino em horários e períodos estabelecidos, estruturação do currículo, padronização do ensino e da profissão docente. Até hoje, muitos sistemas de educação pública são organizados de forma que a “gestão” projeta o currículo e os processos de trabalho, enquanto os professores são responsáveis por executá-los, e métodos, ferramentas e processos são padronizados para alcançar a eficiência ideal. Embora a ideia de que a escola pública hoje ainda segue um modelo de fábrica organizado segundo princípios tayloristas possa ser um pouco caricata, a noção de que a organização das escolas mudou menos desde que a educação pública foi inventada há alguns séculos do que o contexto social em que elas operam é amplamente difundida.

1.8. Como a IA pode melhorar a oportunidade de aprendizagem?

Conforme mencionado na introdução deste capítulo, abordaremos essa questão em três níveis: a) como desenvolver o letramento em IA? Ensinando as habilidades necessárias para navegar em um mundo cada vez mais permeado pela IA; b) como aproveitar a IA para melhorar a eficácia do sistema educacional? Ensinando com sucesso os objetivos previstos no currículo a todos os estudantes; e c) como a IA pode melhorar a relevância do sistema educacional? Ensinando habilidades mais complexas e de alcance mais amplo.

1.8.1. Como pode ser desenvolvido o letramento em IA?

Os sistemas educacionais podem integrar o letramento digital e a IA para preparar estudantes e trabalhadores de duas maneiras complementares. A primeira é incorporando sistematicamente oportunidades no currículo para que os aprendizes desenvolvam tanto a compreensão procedimental quanto conceitual da IA. Isso inclui o conhecimento de como a IA funciona e a capacidade de desenvolvê-la, a habilidade de utilizar ferramentas e plataformas de IA, assim como a compreensão das forças, limitações e implicações sociais da IA.

A segunda é utilizando a IA a serviço da própria educação — por meio de ferramentas e plataformas movidas por IA que apoiem e personalizem o ambiente de aprendizagem, permitindo assim que os estudantes desenvolvam familiaridade com a IA por meio de engajamento direto e prático como aprendizes.

Integrar a IA na educação requer incorporar deliberadamente tópicos como programação, aprendizado de máquina, ciência de dados, robótica e redes neurais ao currículo. Cultivar a capacidade de usar ferramentas e plataformas de IA envolve engajar os estudantes no uso de grandes modelos de linguagem de várias maneiras, ou permitir que experimentem modos de interação assistidos por IA com conteúdos, como livros didáticos potencializados por IA ou outras modalidades para personalizar o currículo. Como em qualquer outra área, o desenvolvimento do letramento em IA deve começar com aulas fundamentais na educação inicial e avançar para estudos mais aprofundados no ensino de nível mais alto. É importante que as oportunidades de aprender sobre IA não sejam isoladas, mas estejam integradas ao currículo e abordadas em diferentes disciplinas.

Um quadro abrangente de competências é essencial para orientar esses esforços curriculares. Esse quadro deve ir além do ensino de habilidades técnicas, como programação ou engenharia de prompts, incluindo o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade

de resolução de problemas. Ele deve ajudar os aprendizes a avaliar os pontos fortes e as limitações da IA e incentivá-los a refletir sobre as implicações éticas do seu uso — questões como privacidade de dados, viés algorítmico e impactos sociais mais amplos — garantindo que compreendam as responsabilidades associadas ao desenvolvimento e ao uso de tecnologias de IA. Um exemplo da necessidade de quadros de políticas para orientar esse trabalho é o esforço contínuo do Conselho da Europa para desenvolver uma bússola para a IA na educação, que “visa traduzir os padrões do Conselho da Europa em ações concretas. Ela oferecerá orientações estruturadas para ajudar os Estados membros, instituições educacionais, professores, estudantes e atores do setor privado a implementar usos responsáveis, éticos e centrados no ser humano da IA na educação, em conformidade com os princípios de direitos humanos, democracia e Estado de Direito” (Council of Europe, 2025).

Um currículo, no entanto, não se executa sozinho. Integrar a IA na educação requer desenvolvimento profissional robusto para os professores. Os educadores precisam desenvolver sua própria compreensão da IA e aprender como incorporá-la efetivamente em sua prática. O desenvolvimento profissional eficaz deve estar integrado ao trabalho, ser sustentado ao longo do tempo e incluir oportunidades de aprendizado colaborativo e apoio entre pares.

Igualmente importante é a adoção de abordagens pedagógicas envolventes e eficazes. Experiências práticas — como aprendizagem baseada em projetos — são particularmente valiosas para desenvolver o letramento em IA. As escolas devem exemplificar boas práticas, utilizando ferramentas de IA não apenas para apoiar a aprendizagem dos estudantes (por exemplo, tutores de IA, softwares educativos), mas também para auxiliar os professores, por exemplo, por meio de análises que personalizam o ensino e oferecem desenvolvimento profissional “just-in-time”.

À medida que os estudantes avançam, parcerias entre escolas e a indústria — oferecendo mentoria, estágios e oportunidades de aprendizagem no mundo real — podem aprofundar a compreensão e ajudar a reduzir a lacuna entre educação e necessidades do mercado de trabalho.

Para que esses esforços sejam bem-sucedidos, é necessária uma política governamental coerente, especialmente para apoiar os investimentos necessários em infraestrutura e ambientes de aprendizagem digitais.

Pesquisas demonstram que os sistemas educacionais podem desenvolver o letramento digital e em IA por meio de reformas curriculares coordenadas, métodos de aprendizagem ativa⁴ e aprimoramento da formação docente. Por exemplo, o programa ProgeTiger da Estônia incorpora habilidades em IA desde a educação pré-escolar até o ensino superior, enquanto cursos universitários combinam cada vez mais teoria com trabalhos de projeto para promover tanto a competência técnica quanto o pensamento crítico. Em contextos de ensino fundamental e médio, oficinas de fim de semana e abordagens baseadas em jogos digitais têm mostrado melhorar a compreensão dos estudantes sobre conceitos de IA e raciocínio ético.

Estudos indicam repetidamente que o apoio estruturado aos professores e estratégias interdisciplinares enriquecem ainda mais a aprendizagem. As melhores práticas incluem:

- Integração do letramento em IA em nível nacional ou curricular, abrangendo múltiplos níveis educacionais

4 Abordagens de ensino que envolvem os estudantes diretamente no processo de aprendizagem por meio de atividades como discussões, resolução de problemas ou trabalhos em grupo, em vez de apenas receber informações passivamente.

- Experiências de aprendizagem prática, como oficinas, atividades baseadas em jogos e aprendizagem baseada em projetos, para desenvolver habilidades técnicas e capacidade de análise crítica
- Formação docente abrangente para promover competências de ensino digital e em IA.

A maioria dos estudos documenta resultados positivos, como o aprimoramento das habilidades em tecnologias de informação e comunicação (TIC), maior compreensão da IA, maior confiança no uso da tecnologia e fortalecimento do raciocínio ético. Esses achados apoiam uma abordagem multifacetada para capacitar os aprendizes com as habilidades necessárias para utilizar e se beneficiar da inteligência artificial.

1.8.2. Integração curricular do letramento em IA

A integração do letramento em IA ao currículo é um tema central que emerge de estudos recentes. As abordagens variam amplamente em escopo e implementação. O programa ProgeTiger da Estônia serve como um exemplo convincente de uma abordagem sistêmica para desenvolver habilidades digitais, incluindo o letramento em IA, ao longo da trajetória educacional de um estudante. No nível universitário, iniciativas descritas por Chaushi et al. (2024) e Walter (2024) destacam os benefícios de combinar instrução teórica com aplicação prática e enfatizam a necessidade de abordagens interdisciplinares. Para o ensino médio, pesquisas indicam que a aprendizagem colaborativa baseada em projetos é particularmente eficaz, apoiando a visão de que o letramento em IA é mais bem ensinada como um componente integrado de várias disciplinas, em vez de como uma matéria isolada.

1.8.2.1. Abordagens e ferramentas pedagógicas

Uma variedade diversificada de métodos e ferramentas pedagógicas está sendo utilizada para ensinar o letramento em IA, com forte ênfase na aprendizagem prática e experiencial. Tarefas baseadas em projetos, oficinas e jogos envolvem os estudantes e promovem tanto a proficiência técnica quanto o pensamento crítico.

Desafios de implementação

Os estudos destacam vários desafios persistentes na implementação do letramento em IA:

- **Preparação dos professores:** Muitos educadores necessitam de desenvolvimento profissional direcionado e apoio para construir a confiança e as competências necessárias para ensinar ou utilizar a IA de forma eficaz.
- **Limitações de recursos:** Oferecer educação em letramento em IA frequentemente depende de recursos tecnológicos que não são igualmente distribuídos, especialmente em contextos marcados por uma acentuada divisão digital.
- **Integração ao currículo:** Equilibrar a adição de conteúdos de IA aos requisitos curriculares existentes é uma tarefa complexa. Abordagens sistêmicas, como a da Estônia, oferecem insights valiosos.
- **Métodos de avaliação:** Projetar ferramentas de avaliação que capturem adequadamente tanto competências técnicas quanto não técnicas em IA — como raciocínio ético e crítico — continua sendo um desafio.

Soluções propostas

- Formação docente abrangente: Evidências mostram que um desenvolvimento profissional bem planejado pode melhorar significativamente a confiança dos professores e sua capacidade de ensinar letramento em IA.
- Tecnologias de aprendizagem adaptativa: Recursos personalizados e adaptativos movidos por IA podem ajudar a superar limitações de recursos e ajustar a aprendizagem às necessidades diversificadas dos estudantes.
- Métodos interdisciplinares: Integrar o letramento em IA em diferentes disciplinas por meio da aprendizagem baseada em projetos promove uma compreensão mais profunda.
- Estratégias de avaliação diversificadas: O uso de ferramentas quantitativas e qualitativas permite uma avaliação mais detalhada das competências dos estudantes em IA.

1.8.3. O que nos torna unicamente humanos? Mitigando o risco de deslocamento da força de trabalho.

Quais estratégias e políticas podem ser implementadas para mitigar os riscos de deslocamento da força de trabalho causados pela IA? O impacto mais imediato da IA é seu potencial de replicar e substituir tarefas rotineiras e analíticas, frequentemente encontradas em muitos empregos de renda média. No entanto, os papéis profissionais também provavelmente evoluirão, aumentando a importância de trabalhar em parceria com a IA como uma forma de “cointeligência”, em vez de substituição completa (Mollick, 2024).

Apoiar essa mudança exigirá um foco robusto em aprendizagem ao longo da vida, aprimoramento de competências (upskilling) e requalificação (reskilling), com programas educacionais e de desenvolvimento profissional integrando cursos e recursos digitais acessíveis a adultos em todas as fases de suas carreiras. Assistência na transição de carreira, como aconselhamento, serviços de colocação profissional e apoio financeiro para requalificação, pode ajudar os trabalhadores a se adaptarem às demandas em mudança do mercado de trabalho. Para aqueles mais afetados pelo deslocamento, redes de proteção social — possivelmente na forma de Renda Básica Universal (UBI) ou benefícios aprimorados de desemprego e saúde — podem ser necessárias para preencher a lacuna durante períodos de transição.

Pesquisas confirmam que programas estruturados de requalificação, especialmente aqueles baseados em análises sistemáticas como o modelo ADDIE, um acrônimo inglês para Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação, melhoram a retenção de conhecimento e os resultados de colocação profissional. Esse modelo fornece uma abordagem estruturada para desenvolver experiências de aprendizagem eficazes e envolventes. Um estudo encontrou um aumento de 64% na retenção quando o treinamento foi oferecido de forma proativa, em vez de reativa. Reformas educacionais que incorporam dados, tecnologia e alfabetização humana em todos os níveis também ajudam os trabalhadores a se adaptarem à automação e a novos processos de trabalho.

Políticas complementares em níveis governamentais e organizacionais — como apoio de renda, regulamentações éticas de IA e fortes parcerias público-privadas — promovem um ambiente favorável à adaptação da força de trabalho e minimizam os riscos de deslocamento.

1.8.3.1. Soluções de quadro político para o deslocamento da força de trabalho

Diversas abordagens políticas e regulatórias foram propostas ou testadas em piloto:

- **Intervenções governamentais:** Programas de Renda Básica financiados por impostos especiais sobre indústrias que utilizam IA, parcerias mais estreitas entre governo, empregadores e instituições educacionais, e a criação de órgãos dedicados à educação da força de trabalho.
- **Medidas regulatórias:** Diretrizes e regulamentos para garantir o uso ético da IA, com ênfase na justiça e no crescimento inclusivo, como o AI Act da União Europeia.
- **Sistemas de apoio econômico:** Redes de proteção ampliadas, incluindo Renda Básica Universal (UBI) e programas de requalificação subsidiados, para oferecer estabilidade aos trabalhadores deslocados.

Como governos e indústrias podem colaborar para promover a aprendizagem contínua e a adaptabilidade entre os trabalhadores? Surgem várias estratégias eficazes:

- **Parcerias público-privadas (PPPs):** Programas de treinamento conjuntos, codesenvolvidos pela indústria e pelo governo, garantem que a educação e a capacitação estejam alinhadas às necessidades atuais e futuras do mercado de trabalho. Esses programas podem ser oferecidos por meio de escolas profissionais, faculdades e plataformas online.
- **Infraestrutura para aprendizagem ao longo da vida:** Mapear as necessidades de habilidades da indústria, informar o desenvolvimento curricular e criar caminhos claros para requalificação e desenvolvimento de carreira são elementos fundamentais. Ofere-

recer incentivos para a aprendizagem contínua e investir em infraestrutura de aprendizagem ajuda a manter os trabalhadores adaptáveis.

- Iniciativas regionais e setoriais: Programas personalizados que atendam às necessidades de setores específicos da indústria, e colaborações regionais que compartilhem recursos e boas práticas, são essenciais para atender às prioridades locais da força de trabalho.
- Fomento a uma cultura de aprendizagem: Campanhas de conscientização pública e o engajamento ativo de líderes da indústria podem ajudar a mudar a mentalidade tanto de empregadores quanto de trabalhadores, destacando a necessidade de aprendizado contínuo.

Ao definir claramente os papéis, coordenar políticas e aproveitar plataformas compartilhadas, governos e indústrias podem construir ecossistemas robustos para aprendizagem ao longo da vida e adaptabilidade. Casos de diferentes partes do mundo demonstram o valor de modelos orientados por políticas, soluções de aprendizagem habilitadas por tecnologia e colaboração entre setores na modernização da capacitação da força de trabalho.

1.8.3.2. Modelos de parceria entre governo e indústria.

Estudos apresentam um espectro de modelos de parceria para promover a aprendizagem contínua e a adaptabilidade:

- Colaboração orientada por políticas: O governo lidera a coordenação das políticas, enquanto a indústria auxilia na prestação de serviços e na resposta às necessidades da força de trabalho.

- Parcerias baseadas em plataformas: Aproveitamento de plataformas digitais (como Cursos Online Abertos e Massivos — MOOCs) em larga escala, muitas vezes em cooperação com universidades e a indústria.
- Colaboração orientada por pesquisa: Governo e instituições de pesquisa codesenvolvem treinamentos online avançados utilizando as mais recentes ferramentas de TIC.
- Parcerias indústria-universidade: Programas colaborativos de aprendizagem ao longo da vida que combinam expertise acadêmica com requisitos práticos da indústria.
- Estruturas de governança regional: Iniciativas com múltiplos stakeholders que adaptam o desenvolvimento da força de trabalho às necessidades regionais ou locais.

A eficácia de cada modelo depende do contexto, da escala e das estruturas institucionais existentes. Estudos ressaltam que o sucesso depende de definições claras de papéis, da integração estratégica da tecnologia e do envolvimento amplo de todos os stakeholders relevantes.

1.8.3.3. Soluções de aprendizagem habilitadas por tecnologia

Experiências recentes indicam várias vantagens da aprendizagem habilitada por tecnologia, incluindo escalabilidade, flexibilidade, personalização e a capacidade de atualização em tempo real dos conteúdos para atender às necessidades da força de trabalho. Embora sejam necessárias mais pesquisas para comparar essas soluções com abordagens tradicionais, descobertas iniciais sugerem que plataformas digitais, ferramentas avançadas de TIC e o foco no desenvolvimento de habilidades digitais são fatores fundamentais para a aprendizagem ao longo da vida na era da IA.

1.8.3.4. Mecanismos de colaboração regional

A colaboração regional desempenha um papel vital na promoção da adaptabilidade da força de trabalho. Iniciativas como o programa Ottawa TalentWorks enfatizam estruturas regionais de aprendizagem e governança que reúnem governo, indústria, instituições educacionais e comunidades para enfrentar desafios específicos da força de trabalho. Programas regionais e setoriais podem ajustar o treinamento da força de trabalho para atender às prioridades locais e aos objetivos econômicos, aumentando a relevância e o impacto das estratégias de aprendizagem contínua.

1.9. Conclusão

Neste capítulo, exploramos o potencial transformador da IA na educação, com foco em como ela pode ampliar as oportunidades de aprendizagem, melhorar os sistemas educacionais e preparar os estudantes para um mundo em rápida evolução. Discutimos a importância de desenvolver o letramento em IA, aproveitar a IA para aumentar a eficácia educacional e melhorar a relevância dos sistemas educacionais. A integração da IA na educação requer uma abordagem multifacetada, incluindo reforma curricular, formação docente e adoção de métodos pedagógicos envolventes.

A integração bem-sucedida da IA exige lidar com questões como preparação dos professores, limitações de recursos e a necessidade de políticas governamentais coerentes.

À medida que avançamos, é crucial adotar uma abordagem sistêmica que considere a interação dinâmica entre os diversos componentes do sistema educacional.

Referências

- Bar-Yam, Y. (1997). *Dynamics of complex systems*. Perseus Books.
- Chaushi, B. A., Ismaili, F., & Chaushi, A. (2024). Pros and cons of artificial intelligence in education. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(2), 51–57.
- Council of Europe. (2025). *Artificial intelligence and education 3rd working conference ensuring quality education in the AI era—Introducing the Council of Europe compass for AI and education*. Council of Europe.
- Ferreira, A., Lima, D. A., Oliveira, W., et al. (2025). Exploring Brazilian teachers' perceptions and *a priori* needs to design smart classrooms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35, 914–965. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00410-4>
- Holland, J. H. (1998). *Emergence: From chaos to order*. Oxford University Press.
- Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2024). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6(100195), 1–18.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea Green Publishing. Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press.
- Mollick, E. (2024). *Co-intelligence: Living and working with AI*. Portfolio. OECD. (2025). *Trends shaping education 2025*. OECD.
- Reimers, F. (Ed.). (2022). *Primary and secondary education during Covid-19*. Springer.

- Reimers, F., Cooc, N., & Hashmi, J. (2012). Adapting innovations across borders to close equity gaps in education. In J. S. Hyman & A. Cassola (Eds.), *Lessons in educational equality: Successful approaches to intractable problems around the world*. Oxford University Press.
- Rivas, A. (2025). *La llegada de la IA a la educacion en America Latina: en construccion*.
- Profuturo-OEI.
- Rodrigues, L., et al. (2025). MathAlde: A qualitative study of teachers' perceptions of an ITS unplugged for underserved regions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35, 2–30. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00397-y>
- UNESCO. (2023). Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education—A tool on whose terms? Paris: UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2022). *World population prospects 2022: Summary of results*. Retrieved from <https://population.un.org/wpp/>
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. Simon & Schuster.
- Walter, Y. (2024). Embracing the future of artificial intelligence in the classroom: The relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3>

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite qualquer uso não comercial, compartilhamento, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que você dê o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, forneça um link para a licença Creative Commons e indique se modificou o material licenciado. Você não possui permissão sob esta licença para compartilhar material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros incluídos neste capítulo estão abrangidos pela licença Creative Commons do capítulo, a menos que indicado de outra forma em uma linha de crédito do material. Caso o material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e seu uso pretendido não seja permitido por legislação ou exceda o uso permitido, você precisará obter permissão diretamente do detentor dos direitos autorais.

CAPÍTULO 2

Desafios e Oportunidades da Educação no Sul Global

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_2

2.1. Acesso: ganhos extraordinários, realidades desiguais

A história do acesso à educação nos últimos 75 anos é, por muitos aspectos, notável. Em 1948, o direito à educação foi formalmente reconhecido na Declaração Universal dos Direitos Humanos; naquela época, para milhões de crianças no Sul Global, a educação era uma promessa distante. Desde então, o mundo testemunhou uma transformação dramática. A matrícula no ensino fundamental agora supera 90% globalmente (UNESCO, 2021), e muito mais crianças, especialmente meninas, estão entrando nas salas de aula do que nunca antes. Os dias em que quase dois terços das crianças fora da escola eram meninas deixaram de ser a norma. Grandes avanços foram alcançados em direção à paridade de gênero no ensino fundamental.

Entretanto, uma visita a uma aldeia rural na África subsaariana ou a um assentamento urbano superlotado no Sul da Ásia evidencia rapidamente que essas médias globais não contam toda a história. Nessas comunidades, as portas das escolas permanecem fechadas para muitos, especialmente para meninas adolescentes. Amina, uma menina de 13 anos no norte da Nigéria, sonha em se tornar enfermeira, mas passa em frente à escola da aldeia todas as manhãs porque sua família não pode pagar as taxas ou porque sua segurança no caminho até a escola não é garantida. Ela é uma das 251 milhões de crianças e jovens ainda fora da escola no Sul Global (UNESCO, 2024a).

Além disso, o acesso à educação não se resume a se matricular na escola. Trata-se de saber se as crianças podem frequentar regularmente, sentir-se seguras, ser incluídas, aprender e concluir sua educação (Reimers, 2000). A UNESCO (2005) enfatiza que o acesso deve incluir dimensões de qualidade, segurança e apoio, especialmente para grupos marginalizados que enfrentam barreiras ocultas, como fome, deficiência, trajetos inseguros até a escola ou instrução em línguas

desconhecidas. Em muitos contextos, as crianças chegam à escola sem a preparação básica necessária para se beneficiarem da aprendizagem, particularmente onde a educação infantil é insuficiente.

Embora a participação na educação pré-escolar tenha crescido de forma impressionante, passando de pouco mais de 15% em 1970 para mais de 60% em 2019 (UNESCO, 2021), o acesso a esse nível de educação continua altamente desigual. Em países de baixa renda, milhões de crianças pequenas ainda ficam sem oportunidades de aprendizagem inicial. Essa etapa da educação, crítica para o desenvolvimento cerebral e a aprendizagem ao longo da vida, permanece cronicamente subfinanciada e fora do alcance daqueles que mais dela necessitam (World Bank, 2025).

Embora a expansão do acesso à educação seja uma das grandes conquistas da humanidade, ela ainda é uma jornada incompleta. Espera-se que ferramentas de aprendizagem potencializadas por IA, que exploraremos no Capítulo 3 “Estudantes, salas de aula e escolas”, possam ajudar a enfrentar essa crise de acesso, garantindo que mais crianças ingressem na escola e recebam melhor apoio para aprender.

2.2. Resultados de aprendizagem: a crise global de aprendizagem

Embora o acesso tenha se expandido, a oportunidade de aprender continua sendo uma preocupação crítica. O Banco Mundial, em parceria com o Instituto de Estatísticas da UNESCO (UIS), definiu a “pobreza de aprendizagem” como a porcentagem de crianças de 10 anos incapazes de ler e compreender um texto simples e apropriado para a idade. Uma criança com proficiência mínima em leitura deve ser capaz de compreender um pequeno trecho, como uma história sobre

uma menina plantando uma árvore, um parágrafo descrevendo sua rotina matinal ou uma breve narrativa de não ficção. Em 2022, a taxa de pobreza de aprendizagem foi estimada em 70% nos países de baixa e média renda e em quase 90% na África Subsaariana, um aumento acentuado devido à pandemia (Banco Mundial, 2022).

Em países de baixa renda, mais de duas em cada cinco mulheres não são alfabetizadas, e um em cada quatro jovens não sabe ler ou escrever (UNESCO, 2021). Mas o que isso realmente significa? Para uma mãe, pode significar não conseguir ler a etiqueta de um medicamento ou as instruções para administrá-lo ao filho, ou não conseguir escrever seu nome em um formulário do governo ou compreender o que está assinando. Para um jovem, pode significar não conseguir preencher uma candidatura de emprego, ler instruções de segurança no trabalho ou votar em uma eleição entendendo o que diferentes candidatos propõem ou representam. O analfabetismo limita mais do que apenas oportunidades econômicas; afeta a dignidade, a voz e a autonomia. Ele molda como as pessoas enfrentam a vida cotidiana, se estão seguras em emergências, como acessam serviços públicos ou se podem ajudar seus próprios filhos com as tarefas escolares.

Mesmo entre aqueles que estão na escola, muitos não adquirem habilidades básicas: avaliações internacionais do conhecimento e das competências dos estudantes revelam que uma grande parcela de adolescentes de 15 anos não consegue compreender textos além do nível mais básico, e mais de um em cada quatro alunos do ensino fundamental II e um em cada dois do ensino médio não concluem esses níveis de ensino (UNESCO, 2021). A aprendizagem fundamental nos primeiros anos é especialmente fraca em muitos países. De acordo com o Relatório Global de Monitoramento de 2025, milhões de crianças concluem o ensino primário sem dominar habilidades básicas de alfabetização ou numeracia, particularmente em contextos de baixa renda. O relatório também destaca a importância do ensino na língua materna durante os primeiros anos, uma abordagem comprovada, mas

frequentemente negligenciada, para melhorar os resultados de aprendizagem, uma vez que, em muitos países, os estudantes são ensinados em um idioma que não é o que usam em casa.

Fortalecer o ensino nos primeiros anos e as políticas linguísticas está entre as maneiras mais eficazes e equitativas de melhorar os resultados de aprendizagem (UNESCO, 2025).

O custo de oportunidade da inação é alto: a UNESCO estima que, se todas as crianças em países de baixa renda saíssem da escola com habilidades básicas de leitura, 171 milhões de pessoas poderiam ser tiradas da pobreza (UNESCO, 2014). O Banco Mundial observa ainda que a pandemia de COVID-19 provocou a maior interrupção na educação da história, com esta geração de crianças projetada para perder um total de 21 trilhões de dólares em ganhos ao longo da vida devido às limitações impostas ao desenvolvimento de suas habilidades (Banco Mundial, 2025).

Mas, além dos custos econômicos decorrentes da baixa qualidade da educação, existem também custos morais e sociais. Uma criança que termina a escola sem aprender a ler ou a contar representa não apenas uma oportunidade perdida, mas uma violação de seu direito à educação, a perpetuação da desigualdade e um obstáculo à participação plena na sociedade. Essa falta de habilidades básicas limita sua capacidade de encontrar trabalho digno, tomar decisões informadas, defender a si mesma e às suas comunidades ou apoiar a educação e o desenvolvimento de seus próprios filhos.

Garantir que todas as crianças de fato aprendam na escola, em larga escala, exigirá investimento contínuo nos professores, atores centrais de qualquer sistema educacional, e é possível que a integração cuidadosa de ferramentas de IA possa apoiar os professores em seu trabalho — uma possibilidade que exploramos no Capítulo 6.

2.3. Equidade e a rede de exclusões

As lacunas atuais em acesso, participação e resultados têm como base as exclusões do passado (UNESCO, 2021). Pobreza, gênero, deficiência, etnia, idioma e conflito criam uma “rede de exclusões” que marginaliza sistematicamente certos grupos. Na África Subsaariana, para cada 100 meninos fora da escola mas em idade de frequentar o ensino primário, há 123 meninas também excluídas. Meninas das famílias mais pobres nos países de menor renda passam, em média, 2 anos a menos na escola do que os meninos (UNESCO, 2021). A desigualdade de gênero na educação vai além da matrícula. O Relatório de Gênero da UNESCO de 2024, “Technology on Her Terms”, mostra que, embora as mulheres componham uma grande parte da força docente, elas continuam sub-representadas em posições de liderança. Por exemplo, apenas 46% dos países alcançaram paridade de gênero entre diretores de escolas primárias, e apenas 23% atingiram esse índice no ensino médio (UNESCO, 2024c). O relatório também destaca que os meninos continuam atrás das meninas em habilidades de leitura: globalmente, para cada 100 meninas proficientes em leitura, apenas 87 meninos alcançam o mesmo nível, e em países de renda média, a lacuna aumenta para apenas 72 meninos a cada 100 meninas.

Enquanto isso, as mulheres continuam sub-representadas nas áreas de STEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática); elas representam apenas 35% dos graduados em nível superior em STEM e apenas 25% dos pesquisadores globalmente. Na educação técnica e profissional, as lacunas de gênero também persistem, com as mulheres representando apenas 43% dos participantes globalmente, e taxas ainda menores em muitos países de baixa renda (Fig. 2.1).

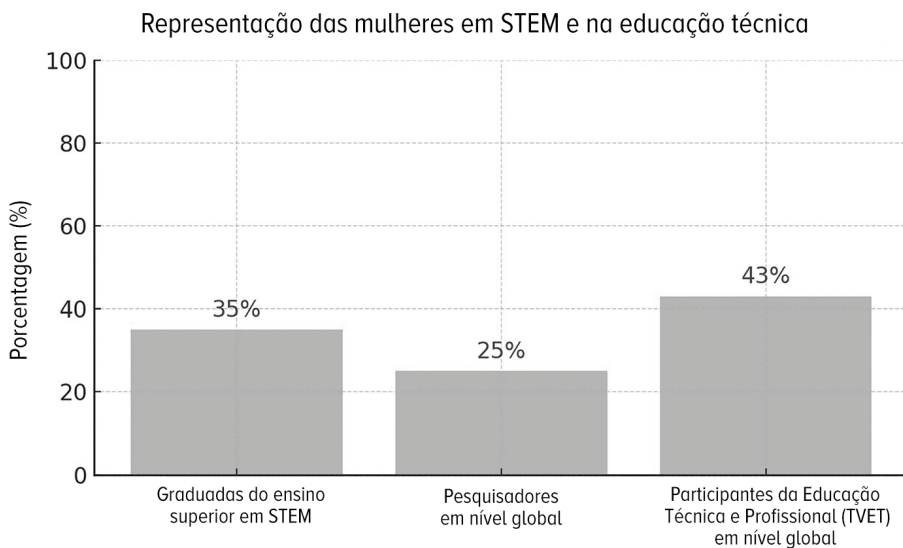


Fig. 2.1 - Representação das mulheres em STEM e na educação técnica

Esses padrões mostram que as lacunas de gênero não dizem respeito apenas a quem pode frequentar a escola, mas também a quem aprende o quê, quem lidera e quem se beneficia das habilidades ensinadas nos sistemas educacionais (UNESCO, 2024a, 2024b).

Crianças com deficiência, povos indígenas e minorias étnicas, bem como aquelas em zonas de conflito, enfrentam barreiras acumuladas. A pobreza continua sendo um determinante-chave da oportunidade educacional, intensificando as disparidades para meninas, crianças com deficiência, aquelas em ambientes instáveis e grupos étnicos ou linguísticos marginalizados (Banco Mundial, 2025).

A deficiência continua sendo uma barreira significativa à educação em todas as regiões e faixas de renda, especialmente quando políticas inclusivas são insuficientes. A maioria das crianças que vivem com alguma deficiência encontra-se em países mais pobres, onde a pobreza tanto é causa quanto consequência da deficiência. Pobreza e deficiência estão interligadas, com a pobreza contribuindo para con-

dições que podem gerar deficiências, enquanto as deficiências podem levar a dificuldades econômicas que perpetuam a pobreza. Como a inclusão efetiva de estudantes com deficiência é menos disponível para alunos pobres, isso agrava a marginalização de estudantes com deficiência que vivem na pobreza.

Outra condição que compromete a oportunidade educacional é o conflito e o deslocamento a ele associado. Crianças em zonas de conflito representam metade da população mundial de crianças cronicamente fora da escola, pois a violência, o deslocamento e a instabilidade interrompem a educação (UNESCO, 2021). Já em 2011, um relatório destacou práticas horríveis (incluindo bombardeios direcionados, violência sexual e ocupação de escolas por atores armados) que causam trauma generalizado e interrupção permanente da escolarização (UNESCO, 2011). Tais ataques não apenas forçam o fechamento em massa das escolas e o deslocamento de populações, mas também corroem a confiança que os estudantes, especialmente meninas e grupos vulneráveis, depositam nos sistemas educacionais. No entanto, apesar do papel crítico que as escolas desempenham na proteção de crianças e comunidades, os gastos com educação como proporção do PIB diminuíram de 4,5% em 2010 para 4,3% em 2022 (Banco Mundial, 2024b). Portanto, incorporar a educação em esforços de construção da paz, proteger melhor os espaços de aprendizagem e ampliar o financiamento humanitário são passos essenciais para garantir a continuidade e a segurança da educação em meio a conflitos armados.

Crianças indígenas e de minorias étnicas enfrentam barreiras adicionais, incluindo racismo, discriminação, falta de relevância cultural nos currículos e assimilação forçada. Avaliações em larga escala frequentemente não consideram as competências na língua materna, marginalizando ainda mais esses estudantes. Abordar esses desafios de equidade é crucial e, se as ferramentas de IA devem ser relevantes para esses problemas, como discutiremos no Capítulo 4 “IA e currículo”, elas precisam oferecer soluções potenciais para criar oportunidades educacionais mais inclusivas para esses grupos de crianças mais marginalizados.

2.4. O corpo docente: profissionalização e regressão

Os professores são os contribuintes mais significativos para a qualidade educacional. Idealmente, eles deveriam contar com reconhecimento, preparação, apoio, recursos, autonomia e oportunidades adequadas para seu desenvolvimento contínuo (UNESCO, 2021). No entanto, à medida que o acesso à educação escolar cresceu rapidamente, também houve uma preocupante regressão na proporção de professores qualificados do ensino primário, especialmente na África Subsaariana, onde essa proporção caiu de 85% em 2000 para cerca de 65% em 2020. No ensino secundário, apenas metade dos professores na África Subsaariana possuía qualificações mínimas em 2015, uma queda em relação a quase 80% uma década antes. A qualidade insuficiente do ensino e a governança fraca são desafios persistentes na educação básica (Banco Mundial, 2024a). A melhoria do desenvolvimento profissional docente por meio da IA, tema que exploraremos no Capítulo 6, poderia oferecer soluções inovadoras para esses desafios.

2.5. Financiamento, pobreza e desigualdade

A pobreza continua sendo um determinante-chave do acesso à oportunidade educacional, intensificando as disparidades. Apesar do crescimento econômico global e da redução das taxas de pobreza, a pobreza extrema ainda está concentrada na África Subsaariana, afetando desproporcionalmente mulheres e crianças (UNESCO, 2021). Embora a renda anual per capita global tenha aumentado 75% entre 1990 e 2020, cerca de 690 milhões de pessoas ainda vivem na pobreza, e um quarto da população mundial, aproximadamente 1,8 bilhão

de pessoas, sobrevive com US\$ 3,20 ou menos por dia (Banco Mundial, 2025). Dois terços dos que vivem na pobreza são crianças e jovens com menos de 25 anos.

O financiamento da educação continua sendo inadequado e mal direcionado: países de baixa renda gastam apenas US\$ 55 por estudante por ano, e o serviço da dívida pública está prejudicando o investimento em educação (Banco Mundial, 2024a, 2024b). A extrema desigualdade também pode gerar corrupção na educação, desde desvio de recursos até subornos e nepotismo, prejudicando ainda mais os mais pobres (UNESCO, 2021). Ministros governamentais e a comunidade internacional estão promovendo e apoiando mecanismos inovadores de financiamento, como fundos baseados em resultados, que mobilizam alocações adicionais, mais equitativas e mais eficientes de recursos financeiros (Education Outcomes Fund, 2025). Diferentemente dos modelos de financiamento tradicionais, esses fundos vinculam os pagamentos à obtenção de resultados mensuráveis, como melhorias nas habilidades de alfabetização ou colocação e retenção no emprego, em vez de atividades ou produtos. Frequentemente gerenciados em parceria com governos, os fundos baseados em resultados reúnem recursos de atores públicos e privados, contratam múltiplos prestadores de serviços e pagam apenas quando os resultados previamente acordados são verificados de forma independente. Em 2022, o Governo de Serra Leoa, em colaboração com o Education Outcomes Fund (EOF), lançou o Sierra Leone Education Innovation Challenge (SLEIC) com um orçamento de US\$ 18 milhões. O SLEIC reuniu fundos do Governo de Serra Leoa, UK Aid Direct, Korea International Cooperation Agency, Bank of America e Hempel Foundation. O objetivo do SLEIC é melhorar os resultados de aprendizagem de 134.000 crianças de 6 a 12 anos em escolas públicas de Serra Leoa. Ao longo de três anos, o SLEIC pagará pelos resultados alcançados. Embora ainda esteja em seus estágios iniciais, os resultados iniciais do SLEIC são promissores (Education Outcomes Fund, 2025). Para diversificar o financiamento, fundos baseados em resultados têm surgido.

A IA pode apoiar a obtenção dessas melhorias necessárias? Embora a IA sozinha não seja suficiente, ela pode fazer parte de um mix de políticas mais amplo para melhorar os resultados educacionais. Modelos financeiros baseados em IA, que discutiremos no Capítulo 8, “IA e Governança da Educação”, oferecem soluções potenciais para otimizar a alocação de recursos, aprimorar a tomada de decisões e melhorar os resultados educacionais. Ao aproveitar análises de dados e modelagem preditiva, a IA pode ajudar a identificar as intervenções mais eficazes e garantir que os recursos sejam direcionados para onde são mais necessários.

2.6. Currículo relevante

Um grande desafio no Sul Global é a relevância da educação para a vida dos estudantes e suas oportunidades futuras. Muitos sistemas educacionais continuam a enfatizar a memorização mecânica e a aprendizagem passiva, deixando os estudantes despreparados para o emprego ou para o engajamento cívico. Os currículos frequentemente carecem de relevância cultural, especialmente para estudantes indígenas e de minorias, e avaliações em larga escala raramente consideram as competências na língua materna (UNESCO, 2021). Os estudantes podem ser forçados a se assimilar às culturas dominantes, à custa de suas identidades. Há necessidade de abraçar formas diversas de conhecimento, incluindo os sistemas de conhecimento indígena, e de promover maior inclusão cultural e linguística. Além disso, muitos sistemas educacionais permanecem desconectados da realidade dos mercados de trabalho, particularmente em economias de baixa e média renda, onde o emprego informal é generalizado (Banco Mundial, 2019). Existem aprendizados informais, mas são pouco apoiados por instituições formais. Isso evidencia a desconexão entre os sistemas educacionais e os mercados de trabalho, especialmente para os jovens fora da econo-

mia formal. A IA tem o potencial de reduzir essa lacuna, criando currículos mais relevantes e adaptativos, um tema que exploraremos no Capítulo 4.

2.7. Disrupções sistêmicas: migração e mudanças climáticas

Migração e emergências, incluindo pandemias e mudanças climáticas, representam ameaças significativas à continuidade e à equidade educacional. Instituições educacionais, profissionais e estudantes frequentemente são alvo ou deslocados, e a pandemia da COVID-19 causou a maior interrupção na educação da história, afetando 1,6 bilhão de aprendizes em todo o mundo (UNESCO, 2021; Banco Mundial, 2025). Mesmo com a reabertura das escolas, milhões de estudantes, especialmente aqueles de comunidades mais pobres e marginalizadas, podem nunca retornar, agravando ainda mais a desigualdade.

As mudanças climáticas e os desastres ambientais também interrompem a escolarização, particularmente para as populações mais vulneráveis. Segundo o Relatório de Monitoramento Global da Educação (GEM) da UNESCO de 2024, enquanto eventos relacionados ao clima (como enchentes, secas e ondas de calor) já deslocam milhões — 32,6 milhões internamente em 2022 —, poucos países possuem leis nacionais ou currículos que preparem efetivamente os estudantes para esses choques. O Relatório GEM de 2024 revela que o papel da educação na ação climática é frequentemente negligenciado, e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 foi abordado em apenas duas de 72 iniciativas climáticas transnacionais. Mesmo quando a educação climática está incluída, os currículos nacionais dedicam-lhe espaço limitado: em 76 países, o conteúdo “verde” nos currículos atingiu apenas a metade da pontuação máxima possível, e palavras relacionadas à

“biodiversidade” e “mudança climática” obtiveram apenas 12% e 21%, respectivamente. Estudantes mais jovens são expostos a ainda menos conteúdo (UNESCO, 2024a).

Ainda assim, a educação desempenha um papel vital na formação da capacidade de adaptação. Na província de Khyber Pakhtunkhwa, no Paquistão, agricultores com ensino fundamental II eram mais propensos a adaptar suas práticas em resposta a ameaças climáticas do que aqueles com níveis de educação inferiores. Em Bangladesh, um programa de bolsa escolar para meninas reduziu significativamente as taxas de fertilidade e aumentou a resiliência climática por meio da transição demográfica. À medida que movimentos juvenis exigem uma educação climática mais justa, relevante e capacitadora, a comunidade global deve garantir que os currículos ultrapassem a simples transmissão de conhecimento, promovendo habilidades, atitudes e agência necessárias para a mitigação e adaptação em uma era de risco climático crescente (UNESCO, 2024a).

Novos riscos globais estão criando desafios sérios para os sistemas educacionais, especialmente em países de baixa e média renda. O Fórum Econômico Mundial (2025) destaca que conflitos armados e condições climáticas extremas são os dois principais riscos globais para o próximo ano. Essas ameaças podem fechar escolas, deslocar estudantes e destruir infraestrutura. O relatório também alerta que desinformação e notícias falsas são ameaças crescentes, dificultando que as pessoas confiem em especialistas e em sistemas públicos, incluindo a educação. A longo prazo, riscos digitais como ciberataques e o uso indevido da inteligência artificial devem aumentar. À medida que as escolas se tornam mais conectadas, proteger os dados dos estudantes e ensinar segurança digital será ainda mais importante. Por fim, tensões crescentes entre países podem reduzir o financiamento e a cooperação internacional em educação, dos quais muitos países de baixa renda dependem.

Todos esses riscos mostram por que os sistemas educacionais precisam se tornar mais fortes, flexíveis e preparados para responder a novos desafios globais. Construir sistemas educacionais resilientes, capazes de resistir e reagir a tais choques, é uma prioridade urgente para o futuro (UNESCO, 2021). As políticas de IA, que exploraremos no Capítulo 8 “IA e governança da educação”, oferecem soluções potenciais para aumentar a resiliência e a adaptabilidade dos sistemas educacionais.

2.8. A divisão digital e o papel da tecnologia

Embora as tecnologias digitais e a IA ofereçam potencial para expandir o acesso à educação, personalizar a aprendizagem e apoiar a inclusão, a divisão digital continua sendo uma barreira significativa. Essa divisão não apenas cria um hiato entre aqueles com e sem acesso à tecnologia, mas também gera um ciclo vicioso: quanto mais acesso à tecnologia se tem, mais se aprende e se prepara para o futuro, enquanto menos acesso significa menor preparação e prontidão para desafios futuros. Por exemplo, na África Subsaariana, apenas 22% das escolas primárias têm eletricidade, e apenas 28% têm acesso à internet (UNESCO, 2020). De forma similar, na Índia rural, apenas 18,47% das escolas têm acesso à internet (Medianama, 2024). Essas lacunas de infraestrutura significam que muitos aprendizes, especialmente aqueles em comunidades rurais e de baixa renda, simplesmente não podem se beneficiar das ferramentas e inovações em desenvolvimento.

Introduzir tecnologias avançadas em sistemas já desiguais pode exacerbar essas lacunas. Estudantes que enfrentam barreiras devido à pobreza, gênero, deficiência ou idioma provavelmente serão os últimos a acessar e se beneficiar da aprendizagem digital. Enquanto isso, estudantes mais favorecidos avançam rapidamente. Sem infraestrutura básica, apoio aos professores e design inclusivo, a tecnologia pode am-

pliar a divisão que pretende reduzir. Segundo a Parceria Global para a Educação (GPE), dois terços dos professores sentem que não possuem as habilidades para projetar e facilitar a aprendizagem digital. Como observado pelo Banco Mundial e pela UNESCO, a equidade deve ser uma preocupação central no planejamento de tecnologia educacional. Caso contrário, as inovações correm o risco de reforçar as desigualdades que pretendem solucionar (GPE, 2025).

A maior parte das evidências sobre o impacto da IA no Sul Global vem de projetos piloto ou estudos em pequena escala. A implementação em larga escala e a avaliação rigorosa do impacto ainda são limitadas (Trucano, 2018; UNESCO, 2020). Portanto, a tecnologia deve ser integrada de forma cuidadosa, ética e atenta ao contexto e às necessidades locais. Ela não deve ser vista como um atalho, mas como parte de uma estratégia mais ampla. Na Índia, por exemplo, embora o acesso à internet possa ser inconsistente, 80–90% da população possui um smartphone em áreas urbanas e rurais. Essa ampla posse de smartphones oferece a oportunidade de utilizar IA em ferramentas digitais que requerem baixa conectividade, como WhatsApp ou Telegram. Onde há acesso à tecnologia, a IA deve aproveitar essa oportunidade.

Embora a tecnologia digital e a inteligência artificial tenham sido amplamente promovidas como caminhos para a transformação educacional, o recente relatório da UNESCO sobre Tecnologia na Educação (2023) alerta que, sem atenção deliberada à equidade e ao contexto, a tecnologia frequentemente amplia, em vez de reduzir, as divisões educacionais.

O relatório destaca a persistência da divisão digital: desigualdades no acesso à eletricidade, internet, dispositivos e habilidades digitais permanecem especialmente marcantes em países de baixa e média renda. Como resultado, inovações baseadas em tecnologia correm o risco de excluir estudantes marginalizados — especialmente aqueles

em áreas rurais, aprendizes com deficiência, meninas e estudantes das famílias mais pobres. Isso pode comprometer não apenas o acesso, mas também a participação significativa na aprendizagem.

A UNESCO alerta ainda que, quando não ancorados nas necessidades locais, na cultura e no idioma, os currículos habilitados por tecnologia podem reforçar o desconexão entre a educação e a realidade vivida pelos estudantes ou as oportunidades do mercado de trabalho. Conteúdos digitais importados e soluções movidas por IA devem ser cuidadosamente localizados, representar formas de conhecimento diversas e ser projetados com genuína participação das comunidades.

Crucialmente, o sucesso de qualquer intervenção tecnológica ou baseada em IA depende do investimento no desenvolvimento docente e em apoio robusto e contextualizado — pois os professores são a peça-chave para experiências de aprendizagem equitativas e eficazes. Soluções tecnológicas rápidas não podem substituir o trabalho sistêmico mais profundo de fornecer recursos às escolas e capacitar os educadores.

Por fim, o relatório enfatiza a governança e a proteção infantil como essenciais. À medida que o uso de dados e tecnologia aumenta em contextos pouco regulados, é necessário um monitoramento robusto para proteger a privacidade dos estudantes e prevenir a exploração comercial ou os danos, especialmente para aprendizes vulneráveis.

Em conjunto, essas percepções enfatizam que a transformação nos sistemas educacionais do Sul Global deve ser sistêmica, sustentável, fundamentada em princípios éticos e sempre orientada, em primeiro lugar, para melhorar a equidade, a inclusão e a relevância local.

2.9. Rumo a um novo futuro para a educação

Em um mundo moldado por rupturas tecnológicas, crise climática, migração e mudanças demográficas, os sistemas educacionais enfrentam imensa pressão para se adaptar. Organizações como a UNESCO e a OCDE ofereceram estruturas para reimaginar o futuro da educação — fundamentadas em direitos humanos, justiça social e diversidade cultural (UNESCO, 2021), e sensíveis à incerteza e complexidade de nosso tempo (OCDE, 2020). Com base nessas estruturas, este livro oferece uma perspectiva que centraliza o Sul Global e questiona como a inteligência artificial pode apoiar — e não definir — um futuro mais inclusivo e resiliente para a aprendizagem.

Os “Quatro Cenários para o Futuro da Escolarização” da OCDE (Fig. 2.2) fornecem um ponto de partida útil para essa reflexão (OCDE, 2020). Esses cenários não são previsões, mas ferramentas imaginativas para estimular o pensamento crítico sobre o que poderia acontecer — e sobre o que gostaríamos que acontecesse: o cenário “Escolarização Estendida” imagina um futuro em que as escolas permanecem centrais, ao mesmo tempo em que são fortalecidas por meio de cooperação global, infraestrutura digital e pedagogia aprimorada.

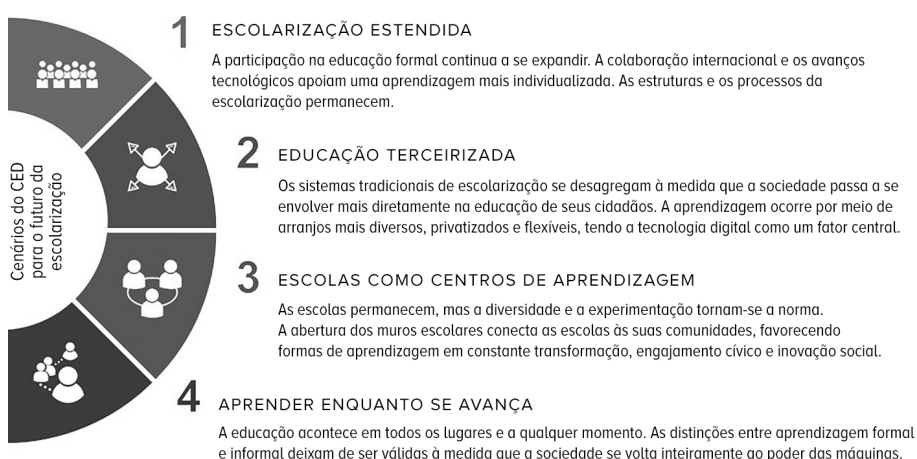


Fig. 2.2 - Quatro cenários da OCDE para o futuro da escolarização

A IA poderia desempenhar um papel aqui, apoiando os professores, personalizando a aprendizagem e ampliando o acesso — sem substituir as instituições tradicionais. O cenário “Educação Terceirizada” imagina uma mudança do ensino formal para soluções privatizadas e orientadas pela tecnologia. As famílias passam a depender cada vez mais de plataformas de aprendizagem, tutores particulares e microcredenciais. Embora isso possa aumentar a flexibilidade e a inovação, também corre o risco de aprofundar a desigualdade, especialmente onde os sistemas públicos são carentes de recursos.

O cenário “Escolas como Centros de Aprendizagem” retrata as escolas como profundamente conectadas às suas comunidades — centros não apenas de instrução, mas também de saúde, vida cívica e aprendizagem ao longo da vida. A IA poderia apoiar esse modelo ajudando as escolas a responder de forma mais eficaz às necessidades locais, coordenar serviços e envolver as famílias de novas maneiras.

O cenário “Aprenda Conforme Avança” imagina uma sociedade em que a aprendizagem está totalmente incorporada à vida diária. O ensino formal se dissolve à medida que os indivíduos acessam continuamente conteúdos personalizados por meio de tecnologia onipresente. Nesse mundo, a IA desempenha um papel central, enquanto levanta questões urgentes sobre equidade, privacidade e sobre o que significa aprender em conjunto.

Cada um desses cenários levanta possibilidades — e tensões — particularmente relevantes para os sistemas educacionais no Sul Global. Eles nos convidam a questionar: quais futuros já estão se formando? Quais refletem as aspirações de nossas comunidades? E quais podem deixar ainda mais para trás os aprendizes mais vulneráveis?

Em vez de escolher uma única narrativa sobre o futuro, este livro se inspira nesses diferentes cenários para propor um conjunto de princípios orientadores a fim de moldar a educação em um mundo potencializado pela IA.

Nos capítulos que seguem, exploramos como a IA pode contribuir para sistemas educacionais mais inclusivos, responsivos e sustentáveis. Mas também questionamos: quais valores orientam o uso dessas ferramentas? Quem se beneficia e quem é deixado de fora? E como os países do Sul Global podem aproveitar a tecnologia em seus próprios termos, para construir futuros pelos quais valha a pena lutar?

2.10. Conclusão

Nos últimos 50 anos, mais crianças no Sul Global tiveram acesso à educação, mas profundas desigualdades permanecem em relação a quem é excluído e às oportunidades de aprendizagem. Pobreza, gênero, deficiência, conflitos e falta de tecnologia continuam a impedir que muitos aprendizes recebam uma educação de qualidade. Resolver esses desafios exigirá políticas melhores, financiamento justo, envolvimento comunitário e novas formas de ensinar e gerenciar escolas. A IA pode ajudar a enfrentar algumas dessas lacunas? Esta é a pergunta orientadora que seguimos ao longo do restante deste livro. Teoricamente, a IA pode apoiar os professores, tornar a aprendizagem mais personalizada e equitativa, melhorar a gestão escolar e alcançar estudantes que frequentemente são deixados de fora. Analisaremos o que as evidências indicam até agora sobre até que ponto as aplicações de IA na educação estão enfrentando essas lacunas.

Neste livro, exploraremos como a IA pode desempenhar um papel na melhoria dos sistemas educacionais, ao mesmo tempo em que examinamos de perto seus limites e riscos. Veremos como a IA pode ajudar os professores a obter melhor formação, tornar os currículos mais relevantes e auxiliar as escolas a responder a crises.

Nosso objetivo é compreender como a IA pode apoiar sistemas educacionais que sejam justos, inclusivos e preparados para o futuro, ajudando todos os aprendizes a alcançar seu potencial e promovendo a criação de sociedades mais justas (UNESCO, 2021; World Bank, 2025).

Referências

- Education Outcomes Fund. (2025, May 14). *New information brief on outcomes funds for education*. Education Outcomes Fund. <https://www.educationoutcomesfund.org/post/new-information-brief-on-outcomes-funds-for-education>
- Global Partnership for Education. (2025). *Education data highlights*. <https://www.globalpartnership.org/results/education-data-highlights>
- Medianama. (2024, November). *Rural schools lag 29% behind urban in internet access: Edu Min data*. <https://www.medianama.com/2024/11/223-29-per-cent-disparity-rural-urban-schools-internet-access-education-ministry-data/>
- OECD. (2020). *Back to the future of education: Four OECD scenarios for schooling*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/178ef527-en>
- Reimers, F. (Ed.). (2000). *Unequal Schools, Unequal Chances. The challenges to educational opportunity in the Americas at the end of the XX century*. Harvard University Press.
- Trucano, M. (2018, May 23). *Artificial intelligence and education: A critical view through the lens of development*. World Bank Blogs. <https://blogs.worldbank.org/education/artificial-intelligence-and-education-critical-view-through-lens-development>

- UNESCO. (2005). *Enhancing learning: From access to success: Report of the first experts' meeting—Defining areas of action*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000155642>
- UNESCO. (2011). *The hidden crisis: Armed conflict and education (Global Monitoring Report)*.
- UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190743_eng
- UNESCO. (2014). *Teaching and learning: Achieving quality for all: EFA global monitoring report 2013–2014 (summary)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225660>
- UNESCO. (2020). *Global education monitoring report 2020: Inclusion and education: All means all*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373718>
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*.
- UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>
- UNESCO. (2023). *Technology in education: A tool on whose terms? Global education monitoring report 2023*. UNESCO. <https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology>
- UNESCO. (2024a). *Education at a crossroads: Are we learning yet? Global education monitoring report 2024: Climate change education—Settling the facts*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389801>
- UNESCO. (2024b, October 31). *251 million children and youth still out of school, despite decades of progress (UNESCO report)*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/251m-children-and-youth-still-out-school-despite-decades-progress-unesco-report>

- UNESCO. (2024c). Global Education Monitoring Report Team. 2024. *Global Education Monitoring Report: Gender report - Technology on her terms*. Paris, France: UNESCO.
- UNESCO. (2025). *Global education monitoring report 2025: Gender report—Women lead for learning*. UNESCO. <https://doi.org/10.54676/DEOD4878>
- World Bank. (2019). *World development report 2019: The changing nature of work*. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2019>
- World Bank. (2022). *The state of global learning poverty: 2022 update*. World Bank. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/e52f55322528903b27f1b7e61238e416-0200022022/original/Learning-poverty-report-2022-06-21-final-V7-0-conferenceEdition.pdf>
- World Bank. (2024a). *Confronting the learning crisis: The World Bank's approach to basic education and learning*. Independent Evaluation Group. <https://ieg.worldbankgroup.org/evaluations/confronting-learning-crisis/Capítulo-3-world-banks-approach-basic-education-and-learning>
- World Bank. (2024b). *Education finance watch 2024*. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/topic/education/publication/education-finance-watch>
- World Bank. (2025). *Education overview*. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/topic/education/overview>
- World Economic Forum. (2025). *Global risks report 2025: Insight report*. World Economic Forum. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2025.pdf

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Licença Internacional Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), que permite qualquer uso não comercial, compartilhamento, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja dado o crédito apropriado ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, fornecido um link para a licença Creative Commons e indicado se o material licenciado foi modificado. Você não tem permissão, sob esta licença, para compartilhar material adaptado derivado deste capítulo ou partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros contidos neste capítulo estão incluídos na licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário na linha de crédito do material. Se o material não estiver incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso que você pretende fazer não for permitido por lei ou exceder o uso permitido, será necessário obter permissão diretamente do detentor dos direitos autorais.

CAPÍTULO 3

Estudantes, Aprendizagem, Salas de Aula e Escolas

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_3

3.1. Introdução

Como discutido nos dois capítulos anteriores, entre os diversos objetivos das escolas, neste livro damos prioridade à criação de oportunidades para que os estudantes aprendam. Consequentemente, uma exploração dos possíveis usos da inteligência artificial na educação deve começar pelos aprendizes, reconhecendo quem eles são, quais são suas experiências nas escolas, o que de fato aprendem ou não aprendem e quais desafios enfrentam, para então discutir como as aplicações de IA poderiam enfrentar esses desafios. Em seguida, revisamos as evidências sobre a medida em que a IA está abordando esses desafios e depois nos aprofundamos nas questões éticas levantadas por essas aplicações e possibilidades, concluindo com uma série de questões de pesquisa. Partimos do pressuposto de que as influências mais proximais na aprendizagem são as interações que os estudantes têm com o conteúdo instrucional, facilitadas e mediadas por seus professores e colegas. Em 1963, John B. Carroll formalizou um modelo para conceituar como os estudantes aprendem nas escolas, conhecido como Modelo Carroll de Aprendizagem Escolar, propondo que a aprendizagem é uma função do tempo de aprendizagem engajado e que, dadas as condições adequadas, a maioria dos estudantes poderia dominar um conteúdo. Carroll sugeriu que a aprendizagem é uma função do tempo gasto aprendendo em relação ao tempo necessário para aprender. Ele argumentou que existem cinco variáveis-chave definindo essa função: (1) a quantidade de tempo que um estudante precisa para aprender o conteúdo (aptidão), (2) o tempo efetivamente alocado para aprendê-lo (oportunidade de aprender), (3) a quantidade de tempo que o estudante realmente dedica à aprendizagem (perseverança), (4) a efetividade do ensino (qualidade) e (5) a medida em que o estudante compreende a instrução (habilidade) (Carroll, 1963). Dois corolários desse modelo são que, dado tempo suficiente, todos os estudantes podem dominar qualquer conteúdo, e que as diferenças na aprendizagem são função da oportunidade de aprender, não de diferenças entre os estudantes.

3.2. Quem são os estudantes nas escolas do Sul Global e quais desafios eles enfrentam?

O resultado da considerável expansão do acesso à educação obrigatória, decorrente de políticas de educação inclusiva nas últimas décadas no Sul Global, é a grande heterogeneidade do corpo discente. Literalmente, estudantes de todas as origens agora frequentam a escola, muitos deles ultrapassando rapidamente os níveis de escolaridade que seus próprios pais conseguiram alcançar, experimentando uma mobilidade intergeracional que expressa o progresso resultante das reformas recentes.

Há estudantes de diferentes condições socioeconômicas, que vivem em situações diversas, em áreas urbanas e rurais, que recebem níveis muito distintos de apoio de suas famílias nos estudos e que precisam contribuir de maneiras diferentes para a subsistência de suas famílias. Como resultado, diferentes estudantes enfrentam condições muito distintas em termos de quanto tempo podem dedicar aos estudos e até mesmo da regularidade com que conseguem frequentar a escola.

Como as escolas têm recursos limitados para oferecer aos estudantes — especialmente aos mais marginalizados — o suporte necessário para a aprendizagem, essas diferenças em desigualdade socioeconômica frequentemente resultam em desigualdades na oportunidade de aprender, como discutido no Capítulo 2. Dadas essas diferenças no suporte que os estudantes recebem em casa, as mesmas condições educacionais, o mesmo currículo, os mesmos professores e os mesmos recursos instrucionais podem não ser suficientes para oferecer a todos os estudantes oportunidades de aprendizagem equivalentes.

Por exemplo, uma menina que frequenta uma escola rural e precisa dedicar parte do seu tempo para buscar água para casa, lenha para cozinhar ou cuidar dos irmãos, e que, devido a essas demandas, frequenta a escola de forma irregular, pode ter sua capacidade de se

beneficiar da instrução escolar limitada. Enquanto a mesma instrução pode ser muito mais adequada para outro estudante que não enfrenta restrições semelhantes. A pandemia da COVID-19, durante a qual os sistemas de educação pública tiveram que improvisar rapidamente meios alternativos de ensino, evidenciou quão significativas eram essas desigualdades socioeconômicas na configuração das oportunidades educacionais de diferentes estudantes e como os diferentes níveis de apoio recebidos em casa influenciavam o impacto dos recursos que as escolas conseguiam oferecer para a oportunidade de aprender.

Além dessas diferenças entre estudantes, que se manifestam entre países, entre áreas urbanas e rurais, entre estudantes de escolas diferentes ou mesmo entre estudantes da mesma escola, há diferenças decorrentes dos interesses ou habilidades individuais. Diferentes estudantes se interessam por diferentes tópicos e disciplinas; alguns aprendem de forma mais eficaz pela experiência, outros preferem ler ficção em vez de não-ficção; alguns aprendem mais rápido que outros; alguns enfrentam maiores desafios em certas habilidades, como decodificar palavras escritas ou processar informações.

Uma das críticas aos sistemas públicos de educação é que, como resultado da padronização que permitiu oferecer educação para todos, eles são incapazes de atender a essas diferenças, sendo incapazes de personalizar o ensino da forma como os tutores que trabalhavam com estudantes individualmente — como era comum para crianças da elite — podiam fazer. Na maioria das salas de aula ao redor do mundo, a pedagogia dominante é a instrução para toda a turma, com a fala do professor ocupando uma proporção considerável do tempo de ensino, e com oportunidades limitadas para que os estudantes respondam ao novo conteúdo, recebam feedback sobre sua compreensão ou conduzam sua própria aprendizagem, por exemplo, trabalhando em questões e projetos de sua própria escolha. Quando os professores lecionam ou preparam aulas, uma das decisões que precisam tomar é para qual tipo de estudante direcionar a aula. Como as turmas são heterogêneas, aqueles que não se enquadram no nível para o qual a

aula foi planejada não serão engajados de forma eficaz. Alguns ficarão entediados, porque a aula está abaixo do nível que representa desafio, enquanto outros ficarão para trás, pois a aula será complexa demais. A personalização envolve ser capaz de planejar a instrução de modo a haver maneiras produtivas de apoiar todos os estudantes na aprendizagem. Mas isso exige informações sobre os interesses e habilidades dos estudantes, dados contínuos sobre seu engajamento e aprendizado, e competência por parte dos professores para ajustar a instrução a essas diferenças. Em muitas turmas, essa personalização não ocorre, seja porque as classes são muito numerosas, seja porque faltam informações sobre os interesses e habilidades dos estudantes, ou porque os professores não possuem habilidades para direcionar a instrução a estudantes em diferentes níveis ou para apoiar estudantes com diferentes necessidades de aprendizagem.

Essas diferenças entre os estudantes podem se estender ao conhecimento prévio, ao domínio da língua predominante de instrução, ao contexto cultural e à familiaridade com os referenciais culturais do currículo, ou ainda a necessidades educacionais especiais ou a deficiências. Um currículo e uma instrução eficazes podem atender os estudantes a partir de sua situação nessas dimensões, por exemplo, mobilizando os fundos culturais de conhecimento para relacionar o que é ensinado a temas que lhes são familiares, ou ensinando na língua que os estudantes falam em casa, ou ainda oferecendo apoio específico a estudantes com necessidades educacionais especiais. No entanto, assim como ocorre com as diferenças de interesses e habilidades dos estudantes, muitos deles vivenciam um ensino que não foi concebido para eles. Por exemplo, a maioria dos estudantes com necessidades educacionais especiais no Sul Global é ensinada por professores que não estão preparados para apoiá-los de forma eficaz.

Dadas essas deficiências do sistema público de educação, não é surpreendente que a maioria dos estudos existentes sobre aprendizagem estudantil conclua que os estudantes aprendem apenas uma pe-

quena fração do currículo pretendido. Esses desafios são maiores em países pobres e para estudantes em situação de pobreza, sendo conhecidos como a “crise global de aprendizagem”, discutida no Capítulo 2.

Com base no modelo de aprendizagem escolar de Carroll, podemos concluir que esses baixos níveis de aprendizagem são, em grande parte, uma função da rigidez nos sistemas educacionais, que os impede de oferecer aos estudantes o tempo necessário para dominar o conteúdo de maneiras que possam compreender, além de refletir a limitação de oportunidades para verificar a compreensão dos estudantes e fornecer-lhes feedback. Em outras palavras, os sistemas de educação em massa, construídos para fornecer acesso escolar a todas as crianças, são incapazes de personalizar a aprendizagem de forma que permita que todos os estudantes aprendam.

Mas a “crise global de aprendizagem” foca apenas em um dos objetivos pretendidos da educação pública: o objetivo de oferecer aprendizagem fundamental aos estudantes. Ela ressalta que, mesmo em relação às aspirações minimalistas de Joseph Lancaster de ensinar aos estudantes o básico, discutidas no Capítulo 1, as escolas públicas estão falhando com muitos estudantes. Mas e quanto a uma visão mais ampla da aprendizagem? E quanto às oportunidades dos estudantes de desenvolver um conjunto mais amplo de habilidades? Perseguir seus próprios interesses? Alcançar seu pleno potencial ao cultivar diferentes interesses e capacidades, como ambicionava Pestalozzi? As evidências sobre esse tema são mais escassas, mas o que sabemos a partir de estudos internacionais sobre a aprendizagem dos estudantes em ciências ou educação cívica é que os resultados são tão limitados quanto aqueles observados nas habilidades fundamentais de leitura e matemática.

Além das deficiências que os estudantes enfrentam para serem apoiados na aquisição de habilidades fundamentais, bem como de um conjunto ampliado de habilidades que possa capacitá-los a atender às demandas de um mundo e de mercados de trabalho mais exigentes,

como ciências e educação cívica, surge a questão de o que os estudantes estão aprendendo que lhes permitiria utilizar ou desenvolver inteligência artificial de forma eficaz, ou compreender como ela funciona e suas limitações — o que poderíamos chamar de letramento em IA. As evidências sobre esse tema ainda são muito limitadas, mas o que está disponível sugere que as oportunidades para os estudantes adquirirem habilidades para se engajar com a IA como uma forma de cointeligência são escassas.

3.3. A inteligência artificial pode enfrentar essas deficiências?

A inteligência artificial (IA) apresenta um potencial significativo para enfrentar muitas das deficiências crônicas dos sistemas públicos de educação — particularmente aquelas decorrentes de um modelo “tamanho único” que não apoia de forma eficaz a maioria das crianças em turmas heterogêneas. Plataformas de aprendizagem adaptativa movidas por IA podem analisar as respostas dos estudantes, velocidades de aprendizagem, interesses e lacunas de conhecimento para ajustar dinamicamente a instrução, o ritmo e o feedback para cada aprendiz.

As plataformas de IA também podem fornecer aos professores conhecimentos especializados para apoiar as necessidades de aprendizagem particulares dos estudantes (Bajpai, 2024; Martínez-Comeña et al., 2023). Elas podem oferecer aos estudantes oportunidades de aprender contornando as deficiências de seus próprios professores em termos de conhecimento e habilidades, por exemplo, ensinando idiomas estrangeiros mesmo que seus professores não estejam qualificados para ministrar tais instruções. A IA também pode expandir o currículo disponível para os estudantes, permitindo que persigam interesses individuais. Em teoria, esse nível de personalização, inacessível

para a maioria dos professores em salas grandes e heterogêneas, poderia apoiar o engajamento, aprofundar a compreensão e ajudar a garantir que menos estudantes fiquem para trás ou desmotivados. Para estudantes com deficiência, a IA pode ampliar o acesso e a participação por meio de recursos como reconhecimento de fala para texto, tradução automática e adaptação personalizada de conteúdo. Em áreas com escassez aguda de professores, aplicações de IA podem complementar a instrução humana, oferecendo prática, avaliação formativa e feedback onde, de outra forma, esses elementos estariam ausentes.

Ferramentas habilitadas por IA também podem apoiar os professores ao automatizar tarefas administrativas demoradas, o que liberaria tempo para a instrução, além de fornecer análises em tempo real sobre o desempenho dos estudantes e até sugerir estratégias instrucionais diferenciadas para necessidades de aprendizagem diversas, tudo isso contribuindo para a personalização (Anwar et al., 2023). Além disso, a IA pode ajudar a incorporar exemplos culturalmente relevantes, adaptar conteúdos para diferentes idiomas ou contextos de aprendizagem e auxiliar na identificação precoce de estudantes em risco, de modo que intervenções possam ser aplicadas de maneira oportuna.

Coletivamente, essas capacidades têm o potencial de reduzir as desigualdades de desempenho, aumentar a equidade e apoiar de forma mais eficaz o desenvolvimento holístico defendido por educadores como Pestalozzi. A seguir, examinamos as evidências relacionadas ao uso da IA para apoiar diretamente os estudantes, enquanto os usos da IA para apoiar os professores na instrução serão apresentados no Capítulo 6. Essa distinção é claramente arbitrária, pois os usos diretos das ferramentas de IA pelos estudantes normalmente serão apoiados pelos professores, refletindo, de fato, uma escolha instrucional, não diferente de planejar uma aula. No entanto, vemos algum valor em distinguir entre aplicações projetadas para interagir diretamente com os estudantes e aquelas projetadas para interagir com os professores, constituindo uma forma de desenvolvimento profissional e suporte incorporados ao trabalho.

Para a aprendizagem dos estudantes, a tecnologia desempenha múltiplos papéis: é um aspecto da infraestrutura que requer investimento e manutenção cuidadosos; um meio de entrega de conteúdo, que deve ser contextualizado; uma habilidade básica por si só, a ser fomentada em estágios apropriados; e uma ferramenta de planejamento, ajudando os sistemas educacionais a coletar e agir sobre dados relacionados à aprendizagem e ao bem-estar dos estudantes. No entanto, se a tecnologia for implementada sem abordar as desigualdades subjacentes — como diferenças no acesso à eletricidade, conectividade ou dispositivos — ela pode aprofundar a divisão digital. Por essa razão, em contextos nos quais os estudantes não têm acesso igual a dispositivos ou conectividade, os usos mais equitativos da IA podem não ser voltados aos estudantes, mas sim aos professores. Esse é o conceito de “IA desconectada” (*AI unplugged*), desenvolvido pelo Professor Seiji Isotani, e ilustrado com plataformas em que os professores tiram fotos do trabalho dos estudantes, que são carregadas em uma plataforma de IA que utiliza uma rubrica para avaliar esse trabalho e fornecer feedback para que os professores acompanhem os estudantes (Portela et al., 2025).

Também surgem preocupações em relação à privacidade e segurança dos estudantes, ao tempo de tela apropriado e às motivações comerciais que, por vezes, impulsionam a adoção de tecnologias educacionais.

À luz dessas considerações, os esforços para utilizar IA e ferramentas digitais na aprendizagem dos estudantes devem ser guiados por princípios fundamentais de inclusão, equidade e autonomia estudantil. As tecnologias devem ser projetadas e avaliadas para complementar e enriquecer as oportunidades dos aprendizes, e não para substituir a interação humana direta ou reforçar desigualdades existentes. Portanto, formuladores de políticas e educadores têm a responsabilidade de estabelecer estruturas que protejam os direitos dos

estudantes e garantam que a tecnologia seja sempre uma ferramenta — e não uma barreira — para a oportunidade educacional e o desenvolvimento holístico (Tabela 3.1).

3.4. O que dizem as evidências?

A inteligência artificial está rapidamente transformando a educação básica e secundária em todo o mundo, oferecendo novas ferramentas para personalizar a aprendizagem, apoiar os professores e aprimorar a gestão educacional. No entanto, sua adoção vem acompanhada de desafios complexos relacionados ao acesso, equidade, preparação de professores e ética.

A maioria dos estudos conclui que o potencial da IA na educação básica e secundária é considerável, mas depende, em grande parte, de uma implementação responsável, do aprimoramento das competências dos educadores e de atenção cuidadosa à ética e à equidade (Crompton et al., 2022;

Tabela 3.1 - Resumo dos desafios discutidos e as possíveis aplicações da IA para enfrentá-los.

Desafios	Possíveis soluções pela IA
Incapacidade da instrução centrada no professor de atender às diferentes circunstâncias dos estudantes, considerando outras demandas sobre seu tempo ou necessidades de apoio, por exemplo, em termos de contexto linguístico ou cultura	A aplicação da IA na entrega do currículo permitiria uma mudança da instrução centrada no professor para a aprendizagem centrada no estudante, permitindo que os estudantes progredissem no seu próprio tempo, no seu próprio ritmo e com suportes para as características linguísticas e culturais dos estudantes
Oportunidades limitadas para que os estudantes sejam ensinados em um nível acessível a eles, decorrentes da grande heterogeneidade das turmas e da instrução centrada no professor	A instrução personalizada por IA permitiria estruturar sequências de aprendizagem detalhadas com verificações periódicas, adaptando a sequência ao nível de compreensão dos estudantes
Oportunidades limitadas para verificar a compreensão dos estudantes e fornecer feedback baseado nessa compreensão	A instrução centrada no estudante por IA permite a avaliação contínua da compreensão do estudante e o ajuste da apresentação do conteúdo e das atividades de acordo com essa compreensão
Oportunidades limitadas para os estudantes desenvolverem habilidades de ordem superior e transferíveis	Plataformas de entrega de conteúdo por IA, como livros didáticos digitais com IA, podem facilitar a exploração de conexões entre diferentes disciplinas, o acesso a recursos suplementares, o acesso a um currículo ampliado em múltiplas matérias e atividades que focam em habilidades de ordem superior, como colaboração, comunicação, criatividade, entre outras
Oportunidades limitadas para desenvolver o letramento em IA	O currículo pode desenvolver conhecimentos e habilidades em IA
Oportunidades limitadas para que os estudantes aprendam com base em seus próprios interesses	Plataformas de entrega de conteúdo por IA podem ampliar as oportunidades para que os estudantes sigam seus próprios interesses em uma variedade de disciplinas, incluindo aquelas não contempladas pelo currículo escolar

Majkić & Vranješ, 2024; da Silva et al., 2024; Melnyk, 2024). A pesquisa aponta a necessidade de novos estudos empíricos para avaliar os impactos de longo prazo, as melhores práticas para a preparação de professores e estratégias para mitigar vieses e aumentar a inclusão (Zafari et al., 2022; Chetry, 2024).

Embora o potencial transformador da IA na educação seja amplamente discutido, as evidências atuais são limitadas, apresentam nuances e dependem do contexto. Uma revisão recente sobre os usos da IA na educação na América Latina, conduzida por pesquisadores do Banco Mundial, conclui:

As inovações em IA na educação ainda estão em estágios iniciais. Embora o potencial de impacto transformador seja significativo, atualmente há uma falta de evidências rigorosas quanto à sua eficácia e escalabilidade em contextos do mundo real. Para garantir uma adoção responsável e resultados ótimos, essas inovações precisarão de avaliações e validações adicionais por meio de estudos-piloto cuidadosamente planejados e avaliações de impacto. (Molina et al., 2024, p. 9)

Embora a revisão tenha discutido o potencial da IA para apoiar os estudantes por meio de tutores habilitados por IA, capazes de personalizar a aprendizagem em larga escala, os estudos limitados citados que avaliaram esses tutores concentraram-se no ensino superior. Nenhum estudo da revisão focou na educação básica e secundária.

Uma avaliação do impacto da Khan Academy — incluindo recursos online e offline, como exercícios práticos, vídeos instrucionais e um painel de aprendizagem autodirigida — na Guatemala concluiu que os estudantes obtiveram ganhos significativos em matemática ao utilizá-la (Fundación Sergio Paiz Andrade, 2016). Deve-se notar que a tecnologia envolvida nessa intervenção, realizada quase uma década atrás, era mais básica do que o que a IA possibilita hoje.

Uma avaliação recente de impacto de um programa de tutoria com IA após o período escolar para estudantes do ensino secundário no Estado de Edo, Nigéria, demonstrou que seis semanas de participação no programa melhoraram a aprendizagem em uma avaliação que incluía inglês, habilidades em IA e digitais. Os ganhos obtidos são equivalentes a 1,5–2 anos de aprendizagem nesse sistema, com as estudantes do sexo feminino e aqueles com níveis mais altos de desempenho no início do programa apresentando os maiores ganhos (De Simone et al., 2025).

No entanto, o impacto da IA provavelmente é fortemente mediado por variáveis contextuais, especialmente no Sul Global. Desafios como acesso limitado a dispositivos, conectividade de internet instável e lacunas na formação de professores podem limitar a escalabilidade e a eficácia das intervenções de IA. Além disso, há evidências rigorosas limitadas provenientes de contextos com poucos recursos ou implementações em larga escala. O uso da IA no apoio ao desenvolvimento de habilidades não cognitivas (como criatividade ou colaboração) e na promoção do letramento em IA ainda é uma área emergente de pesquisa.

Uma recente revisão sistemática da pesquisa atual sobre a integração e eficácia do letramento em IA no contexto escolar do ensino fundamental e médio (K-12) conclui que a maioria dos currículos e intervenções educacionais em IA ainda não está incorporada aos cursos escolares padrão, sendo oferecida como programas extracurriculares, como atividades após o período escolar, acampamentos ou programas eletivos. As intervenções revisadas frequentemente empregam métodos ativos e práticos — incluindo aprendizagem baseada em projetos, atividades baseadas em jogos e projetos colaborativos — para ajudar os estudantes a compreender tópicos complexos de IA e refletir sobre seus impactos sociais. O artigo observa a escassez de professores preparados e confiantes para ensinar sobre IA. Muitas intervenções são limitadas pela necessidade de uma formação docente mais abrangente e sistemática. Embora os estudos relatem resultados positivos de curto

prazo — como maior compreensão de conceitos de IA, maior confiança e melhor raciocínio ético —, a revisão identifica a falta de pesquisas sobre a sustentabilidade a longo prazo desses ganhos e sobre os impactos mais amplos, como interesse contínuo em cursos de IA ou escolhas de carreira (Lee & Kwon, 2024).

Preparação e percepção dos professores: As percepções dos professores são mistas — enquanto alguns notam benefícios em eficiência e individualização, outros percebem mais limitações, incluindo receios quanto ao uso inadequado, falta de revisão crítica e diminuição da autonomia docente (Delgado et al., 2024).

Garantia de qualidade: Nem todo conteúdo gerado por IA possui alto valor educacional, e a dependência excessiva de IA generativa pode levar à aprendizagem superficial ou ao desengajamento dos professores se ela não for cuidadosamente projetada e acompanhada de uma sólida base pedagógica (Matos et al., 2024).

3.4.1. Aprendizagem Personalizada e Adaptativa

Um tema dominante na literatura é a capacidade da IA de apoiar caminhos de aprendizagem personalizados, tanto no suporte ao aprendizado do currículo existente para personalizar o tempo de aprendizagem efetivamente engajado, quanto na ampliação do currículo para apoiar interesses pessoais (Harry, 2023; Jara e Ochoa, 2020). Plataformas baseadas em IA e sistemas de tutoria inteligentes adaptam conteúdos e instruções às necessidades de cada estudante, permitindo experiências autodirigidas e personalizadas (Tapalova et al., 2022; Guan, 2023; Durães et al., 2024). Exemplos incluem motores de recomendação baseados em aprendizado de máquina que sugerem exercícios apropriados e tutores virtuais que oferecem feedback em tempo real (Zafari et al., 2022; Hidayat et al., 2022). Estudos relatam

aumento na motivação, engajamento e desempenho dos estudantes quando a personalização baseada em IA é implementada (Tapalova et al., 2022).

3.4.1.1. Personalizando o Currículo

Plataformas de IA podem personalizar a aprendizagem em escrita, fornecendo feedback aos estudantes. O Letrus, no Brasil, analisa textos produzidos pelos alunos e fornece feedback em relação à gramática, coerência, coesão e estilo, oferecendo recomendações para aprimoramento. O Petrus, também no Brasil, oferece funcionalidade semelhante (Rivas, 2025).

A integração da IA nas salas de aula também permite avaliação contínua e feedback imediato, aumentando ainda mais a personalização. Por exemplo, sistemas de IA podem identificar lacunas de conhecimento e sugerir intervenções direcionadas, apoiando tanto estudantes com dificuldades nos conceitos quanto aqueles prontos para aceleração (Martin et al., 2023; Chetry, 2024).

Diversas plataformas apoiam a personalização em todo o currículo. Por exemplo, o Geekie, no Brasil, oferece avaliação personalizada, gerando lições de estudo personalizadas e exercícios de fixação (Rivas, 2025). O Flex-Flix, na Argentina, fornece streaming sob demanda de vídeos baseados no currículo nacional, apoiado por assistentes de IA que engajam os estudantes em interações personalizadas durante os vídeos (Rivas, 2025).

O KHistoriA é uma plataforma de aprendizagem de história que permite aos estudantes interagir em conversas com figuras históricas importantes (Rivas, 2025).

A Plataforma AZ utiliza um modelo generativo de texto para personalizar o currículo em uma rede de 400 escolas no Brasil, oferecendo planos de estudo personalizados, videoaulas, exercícios de fixação e feedback imediato (Rivas, 2025).

3.4.1.2. Personalização: Ampliando o Currículo

Plataformas educacionais habilitadas por IA podem ampliar o currículo de instrução, por exemplo, apoiando o ensino de inglês como língua estrangeira na América Latina, oferecendo oportunidades para que os estudantes aprendam o idioma mesmo diante da escassez de professores qualificados. Exemplos incluem o TeeRead na Argentina, Musiglota no Chile e Leah na Colômbia (Rivas, 2025). O TeeRead envolve os estudantes em exercícios de leitura e pronúncia por meio de conversas reais. O Musiglota ajuda os estudantes a aprender inglês através de lições geradas com base na música que o usuário possui em seu dispositivo. O Leah avalia as habilidades em inglês dos usuários e gera um painel para monitorar o progresso. Aplicações semelhantes permitem que estudantes mais velhos aprendam programação de forma independente, como a *Escuela de Datos Viva* na Argentina, um bootcamp para ensinar ciência de dados, ou a Platzi na Colômbia, uma plataforma de cursos online que utiliza um assistente de IA para ajudar os estudantes a desenvolver um percurso de aprendizagem profissional e personalizar o aprendizado (Rivas, 2025). Na Colômbia, o Magnus Learning ensina habilidades de pensamento crítico por meio de um catálogo de cursos online apoiados por um assistente de IA, que pode fornecer trajetórias de aprendizagem personalizadas aos estudantes (Rivas, 2025).

Nos Estados Unidos, o MATHia é um tutor cognitivo, uma tecnologia adaptativa amplamente adotada para apoiar a aprendizagem de matemática. Ele diagnostica o nível de conhecimento dos estudantes com base em avaliações e utiliza os erros dos alunos como base para

compreender suas concepções equivocadas, fornecendo um detalhado feedback automatizado. A plataforma determina quando os estudantes atingiram a maestria em um tópico e fornece aos professores orientações sobre estratégias pedagógicas que podem ajudá-los. A plataforma também disponibiliza relatórios para professores e administradores, além de recursos para planejamento. Mais de 600.000 estudantes utilizam a plataforma, e há evidências de que seu uso leva a melhores resultados de aprendizagem em matemática (Koedinger & Corbett, 2006; Fancsali et al., 2023; Pane et al., 2014; Ritter et al., 2007), em comparação tanto com métodos em papel quanto com outras intervenções em Sistemas Tutores Inteligentes (OECD, 2021).

Uma tecnologia de aprendizagem adaptativa semelhante nos Países Baixos, a Snappet, focada em Matemática e Língua para os anos 1–6, avalia o conhecimento dos estudantes com base em avaliações, fornece problemas alinhados ao nível de compreensão dos alunos, oferece feedback e depois avalia o crescimento da aprendizagem. A plataforma determina quando os estudantes estão prontos para avançar para o próximo nível ou área de conteúdo com base na maestria do currículo. Ela fornece aos professores painéis que refletem o progresso e desempenho dos alunos na turma, com informações sobre seu desenvolvimento. A plataforma tem sido utilizada em 2.800 escolas nos Países Baixos (aproximadamente 45% de todas as escolas primárias) e em 1.000 escolas na Espanha. Há evidências de que, após seis meses de uso, o conhecimento dos estudantes em matemática aumentou (Faber et al., 2017; Molenaar & van Campen, 2016) e o conhecimento em ortografia aumentou marginalmente (Molenaar & van Campen, 2016), apresentando resultados heterogêneos ao longo de vários anos de implementação (Molenaar et al., 2017), em comparação com métodos similares em papel (OECD, 2021).

De particular interesse, devido à sua acessibilidade em contextos sem acesso à internet, são o Beekee Box e o Beekee Hub, uma sala de aula digital que funciona com uma rede sem fio local, proporcionando aos estudantes acesso a uma sala de aula digital e permitindo aprendizagem interativa por meio de conteúdos e avaliações digitais offline.

3.4.2. Apoio a Estudantes Diversos e Inclusão

A IA pode ampliar a inclusão ao fornecer ferramentas acessíveis para estudantes com deficiência ou aqueles que necessitam de suporte individualizado (Santos et al., 2024). Sistemas de tutoria inteligentes e ferramentas de acessibilidade baseadas em IA, como leitores de tela ou tradutores de idiomas, facilitam a participação de aprendizes com diferentes habilidades e origens (Khazanchi & Khazanchi, 2021) (Tabela 3.2).

3.5. Conclusão

Este capítulo examinou o papel central dos estudantes e da aprendizagem dentro dos sistemas educacionais, explorando as promessas e os riscos da integração da inteligência artificial para apoiar os estudantes de forma direta—especialmente nos diversos contextos do Sul Global.

Tabela 3.2 - Resumo das aplicações da IA no currículo educacional com relação a:

Desafios	Possíveis soluções pela IA
Incapacidade da instrução centrada no professor de atender às diferentes circunstâncias dos estudantes em relação a outras demandas sobre seu tempo ou necessidade de apoio, por exemplo, no que se refere ao contexto linguístico ou cultural.	A Plataforma AZ, no Brasil, desenvolve planos de aprendizagem personalizados. Sistemas tutoriais inteligentes e ferramentas de acessibilidade baseadas em inteligência artificial, como leitores de tela ou tradutores de idiomas, facilitam a participação de estudantes com diferentes habilidades e origens
Oportunidades limitadas para que os estudantes sejam ensinados em um nível acessível a eles, resultantes da grande heterogeneidade das turmas e da instrução centrada no professor	Tutores habilitados por IA estão personalizando a instrução, adaptando-se ao nível de compreensão dos estudantes; exemplos incluem KhanAmigo, em Edo State, Nigéria
Oportunidades limitadas de verificar a compreensão dos estudantes e de fornecer feedback baseado nessa compreensão	Entrega do currículo por IA fornecendo feedback aos estudantes, como Petrus e Geekie no Brasil
Oportunidades limitadas para que os estudantes desenvolvam habilidades de ordem superior e transferíveis	Plataformas de entrega de conteúdo por IA, como livros didáticos inteligentes, podem facilitar a exploração de conexões entre diferentes disciplinas e o acesso a recursos suplementares, como Flex-Flix na Argentina ou KHistoriA no Brasil. As seguintes plataformas apoiam o aprendizado de inglês: TeeRead na Argentina, Musiglota no Chile e Leah na Colômbia. Plataformas para aprender programação incluem Escuela de Datos Viva na Argentina e Platzi na Colômbia. O Magnus foca no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico.
Oportunidades limitadas para desenvolver a literacia em IA.	Plataformas para aprender programação, como Escuela de Datos Viva na Argentina ou Platzi na Colômbia. Encontramos poucos exemplos desse tipo
Oportunidades limitadas para que os estudantes aprendam com base em seus próprios interesses	Não encontramos exemplos desse caso

Os capítulos subsequentes examinarão o papel da tecnologia no desenho e na implementação do currículo, bem como na formação e no apoio aos professores. Com base em uma perspectiva sistêmica e nos três temas transversais apresentados no Capítulo 1, emergem diversos insights importantes para formuladores de políticas educacionais, profissionais da educação e para as comunidades mais amplas de educação e tecnologia.

3.5.1. Principais Conclusões para Formuladores de Políticas e Profissionais da Educação

O que a IA está fazendo e não fazendo pelos estudantes e pela aprendizagem?

3.5.1.1. Letramento com IA

O letramento utilizando-se IA é cada vez mais considerado como uma competência central para o futuro; no entanto, o acesso a oportunidades significativas para desenvolvê-lo continua extremamente desigual. A maioria das iniciativas identificadas é direcionada a contextos urbanos ou com bons recursos e tende a concentrar-se em conhecimentos básicos ou habilidades de programação, em vez de promover uma compreensão holística — abrangendo dimensões éticas, sociais e criativas da IA. Assim, a contribuição da IA para a construção de uma literacia ampla ainda é limitada e não alcançou, até o momento, a escala ou a inclusão necessárias para gerar mudanças transformadoras.

3.5.1.2. Alfabetização básica

Há evidências convincentes, embora ainda incipientes, de que ferramentas baseadas em IA — como plataformas de aprendizagem adaptativa e sistemas de tutoria inteligentes — podem melhorar habilidades fundamentais, como literacia e numeracia, especialmente em contextos de escassez de professores ou de baixa qualidade instrucional. No entanto, a maioria das implementações documentadas ainda se encontra em fase piloto ou de adoção inicial, com disparidades significativas no acesso. Até o momento, as evidências apontam para inovações incrementais, mas não para uma transformação ampla e sistêmica.

3.5.1.3. Habilidades do Século 21 e Relevância

A IA começou a apoiar a aquisição de habilidades do século 21, incluindo resolução de problemas, criatividade e colaboração — principalmente por meio de programas complementares ou de aprendizagem baseada em projetos em contextos selecionados. No entanto, a integração em larga escala nos currículos principais, especialmente em escolas com poucos recursos, ainda é rara. Os usos atuais costumam se concentrar no que é facilmente mensurável, em vez de abordar os conjuntos de habilidades mais amplos e complexos necessários para a preparação para o futuro.

3.5.1.4. Inovação versus transformação

A influência da IA na aprendizagem dos estudantes tem se caracterizado mais pela inovação — melhorando métodos de ensino existentes ou suplementando a capacidade dos professores — do que por uma transformação completa dos modelos educacionais. Mudanças paradigmáticas em todo o sistema, nas quais a IA reconfigura fundamentalmente os processos de aprendizagem para torná-los personali-

zados, interdisciplinares e orientados para a equidade, são raramente observadas. Quando a inovação ocorre, geralmente é local, em pequena escala e fortemente dependente de condições iniciais favoráveis (como destacado no Capítulo 1).

3.5.1.5. Equidade e a Divisão Digital

É importante destacar que há evidências crescentes de que os benefícios educacionais da IA estão se concentrando principalmente entre grupos privilegiados — estudantes de escolas privadas ou urbanas — com menor alcance entre comunidades marginalizadas. Existem riscos de aprofundamento das desigualdades existentes devido ao acesso desigual à tecnologia, às diferentes competências digitais entre os professores e às disparidades regionais de recursos (Matos et al., 2024; Svoboda, 2024; Tambat, 2024). Sem uma intervenção política consciente, essa divisão digital tende a agravar as desigualdades já existentes, contrariando a promessa da tecnologia como força democratizadora.

3.5.1.6. Perspectiva Sistêmica.

As evidências analisadas corroboram os insights sistêmicos apresentados no Capítulo 1:

- Condições iniciais: A infraestrutura, as competências dos professores e o contexto político influenciam significativamente os resultados da adoção da IA. A integração da IA requer políticas de suporte que abordem lacunas de infraestrutura, formação docente, uso ético e avaliação contínua. A participação dos professores no design, algoritmos transparentes e o engajamento da comunidade são essenciais para construir confiança e garantir que a IA sirva a todos os estudantes de forma equitativa (Vincent-Lancrin & Vlies, 2020; Guan, 2023).

- Efeitos interativos e sinergias: O sucesso ocorre quando a IA é integrada ao suporte aos professores, à reforma curricular e a ciclos contínuos de feedback.
- Pequenas mudanças, Grandes Efeitos: Mesmo mudanças tecnológicas ou pedagógicas pequenas, quando alinhadas às necessidades do sistema, podem gerar benefícios desproporcionais — mas apenas quando as condições habilitadoras são atendidas.
- Ciclos de feedback: Exemplos de monitoramento contínuo e melhoria iterativa por meio de análises baseadas em dados demonstram o potencial inicial para aprendizado em nível sistêmico. A perspectiva sistêmica destaca, portanto, o impacto complexo e muitas vezes não-linear da IA na educação e enfatiza a necessidade de abordagens holísticas, integradas e coordenadas, em vez de soluções fragmentadas.

3.5.2. Implicações para Desenvolvedores de IA

Implicações para desenvolvedores de IA: Desafios e oportunidades não atendidas:

- Equidade e localização: Há necessidade de ferramentas projetadas considerando ambientes de poucos recursos, com conectividade limitada e acesso restrito a dispositivos, que apoiem múltiplos idiomas, contextos socioculturais diversos e estudantes com deficiências.
- Além da eficiência: Os desenvolvedores devem ir além de soluções focadas estritamente na eficiência, avançando para a co-criação de ferramentas com educadores que apoiem não apenas habilidades básicas, mas também o pensamento crítico e resultados de aprendizagem mais amplos. É essencial que as ferramentas de

- IA sejam usadas para resolver problemas que estudantes e professores percebem ter, e não problemas que os desenvolvedores imaginam que deveriam ter.
- Capacitando a transformação: Poucas ferramentas desafiam ou transformam fundamentalmente a prática em sala de aula ou a estrutura curricular. Reduzir a lacuna entre inovação e transformação do sistema exigirá uma colaboração mais profunda com professores e formuladores de políticas, bem como abertura para processos de desenvolvimento iterativos e de longo ciclo.

3.5.3. Questões e Preocupações Éticas

Apesar de seu potencial, a integração da IA para apoiar diretamente os estudantes traz vários desafios éticos.

As implementações de IA levantam preocupações significativas em relação à privacidade de dados, viés algorítmico e responsabilidade por decisões automatizadas (Akgun & Greenhow, 2021; Weber, 2020; Chetry, 2024). À medida que os sistemas de IA coletam grandes quantidades de informações sobre os estudantes, há o risco de que dados sensíveis possam ser mal utilizados, insuficientemente protegidos ou explorados, especialmente em ambientes com regulamentação fraca.

O viés algorítmico é outro problema central; se as ferramentas de IA forem treinadas com dados que refletem desigualdades históricas, elas podem reforçar ou até exacerbar as disparidades educacionais, fornecendo recomendações menos eficazes ou até prejudiciais para certos grupos de estudantes. Quando sistemas de IA são treinados com dados enviesados ou limitados, correm o risco de reforçar as desigualdades educacionais em vez de reduzi-las.

Há uma necessidade urgente de estruturas e componentes curriculares que abordem as implicações éticas e sociais da IA nas escolas (Akgun & Greenhow, 2021).

Transparência e explicabilidade também são cruciais. Estudantes, professores e pais devem compreender como as decisões orientadas por IA são tomadas — especialmente em contextos de alta relevância, como avaliação ou rastreamento. A falta de explicabilidade nas decisões baseadas em IA pode minar a confiança e diminuir a autonomia de estudantes e professores. Além disso, há preocupações sobre a dependência excessiva da tecnologia, possível desqualificação de professores e consequências não intencionais da automação de processos educacionais centrais que exigem humanidade, julgamento e consciência cultural.

Por fim, questões de inclusão e equidade são de grande relevância: se o acesso às ferramentas de IA for desigual, a divisão digital pode ampliar as desigualdades educacionais existentes em vez de reduzi-las. A distribuição desigual dos benefícios da IA marginaliza ainda mais estudantes já desfavorecidos, representando uma ameaça ao ethos central da equidade na educação.

3.5.4. Questões de pesquisa emergentes

Este capítulo traz à tona diversas questões que merecem investigação adicional:

- Em que condições as ferramentas de aprendizagem baseadas em IA melhoram os resultados dos estudantes, particularmente dos mais desfavorecidos?
- Como a IA pode ser aproveitada para apoiar não apenas as habilidades fundamentais e o desenvolvimento cognitivo, mas também a criatividade, o raciocínio ético e outras habilidades de nível superior?

- Quais são os impactos de longo prazo, tanto pretendidos quanto não pretendidos, da aprendizagem personalizada mediada por IA sobre a motivação dos estudantes, a autorregulação, as habilidades sociais e a equidade educacional?
- Quais são as melhores práticas para a integração eficaz da IA às práticas existentes em sala de aula, e como os professores podem ser preparados e apoiados nesse processo?
- Como garantir a coleta, o uso e o armazenamento responsáveis dos dados dos estudantes em sistemas de IA, assegurando a privacidade e os direitos?
- Como diferentes modelos de governança de dados, transparência e responsabilização afetam a confiança e a aceitação entre estudantes, professores e famílias?
- Que estruturas ou salvaguardas são necessárias para detectar e mitigar vieses algorítmicos em aplicações de IA na educação?
- Como a IA pode ser concebida para promover relevância cultural, diversidade linguística e inclusão para populações estudantis heterogêneas no Sul Global?
- Em que medida a introdução da IA nas escolas altera o papel e a identidade profissional dos professores, e como o desenvolvimento profissional pode evoluir em conformidade?

Em síntese, este capítulo reafirma que, embora a IA apresente grande potencial para promover a aprendizagem dos estudantes, concretizar seu potencial transformador exigirá ação deliberada, equitativa e sistêmica, com atenção à infraestrutura, à capacitação docente, à reforma curricular e a uma governança ética robusta. Formuladores de políticas públicas e desenvolvedores de IA devem ir além de inovações baseadas em projetos-piloto e avançar para abordagens que fortaleçam a própria estrutura dos sistemas educacionais equitativos, assegurando que todos os estudantes possam prosperar em um mundo em rápida transformação.

Referências

- Akgun, S., & Greenhow, C. (2021). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 1, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- Anwar, A., Yoganathan, A., Thillainathan, A., Kathirkamanathan, S., Tissera, W., & Rajendran, K. (2023). Empowering secondary education through AI-supported e-learning. *International Conference on Automation and Computing*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICAC60630.2023.10417346>
- Bajpai, P. (2024). Artificial Intelligence and its use in the field of education. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(6), 1–7. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.61986>
- Carroll, J. B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64(8), 723–733. Chetry, D. K. K. (2024). Transforming education: How AI is revolutionizing the learning experience. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(5), 1–8. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0524.1277>
- Crompton, H., Jones, M. V., & Burke, D. (2022). Affordances and challenges of artificial intelligence in K-12 education: A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(4), 436–460. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2121344>
- da Silva, M. C. F., Saraiva, A. C. G. T., Malta, D. P. D. L. N., da Silva, J. E. C. D., da Silva, R. L., & dos Santos, S. A. (2024). The integration of artificial intelligence into the personalization of education: A new paradigm for basic education. *ARACÊ*, 6(3), 15–28. <https://doi.org/10.56238/arev6n3-100>

- De Simone, M., Tiberti, F., Barron Rodriguez, M., Manolio, F., Mosuro, W., & Dikoru, E. J. (2025). *From chalkboards to chatbots. Evaluating the impact of generative AI on learning outcomes in Nigeria*. World Bank. Policy Research Working Paper 11125.
- Delgado, N., Campo Carrasco, L., Sainz de la Maza, M., & Etxabe-Urbietta, J. M. (2024). Aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en Educación: Los beneficios y limitaciones de la IA percibidos por el profesorado de educación primaria, educación secundaria y educación superior. *Revista Electronica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27(1), 50–66. <https://doi.org/10.6018/reifop.577211>
- Durães, D., Bezerra, R. M. A., & Novais, P. (2024). AI-driven educational transformation in secondary schools: Leveraging data insights for inclusive learning environments. In *Proceedings of the IEEE global engineering education conference* (pp. 1–6). <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578910>
- Faber, J. M., Luyten, H., & Visscher, A. J. (2017). Effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement: Results of a randomized experiment. University of Twente. https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/256182908/Thesis_JM_Faber.pdf
- Fancsali, S. E., Sandbothe, M., & Ritter, S. (2023). Orchestrating classrooms and tutoring with Carnegie Learning's MATHia & LiveLab. *CEUR Workshop Proceedings*, 3491. <https://ceur-ws.org/Vol-3491/paper1.pdf>
- Fundación Sergio Paiz Andrade. (2016). *Impact evaluation report. Assessing the use of technology and Khan Academy to improve educational outcomes in Sacatepéquez, Guatemala*. MANAUS Consulting.

- Guan, H. (2023). Advantages and challenges of using artificial intelligence in primary and second- ary school education. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 22(1), 12–16. <https://doi.org/10.54097/ehss.v22i.12469>
- Harry, A. (2023). Role of AI in education. *Interdisciplinary Journal and Humanity (INJURITY)*, 2(3), 210–223. <https://doi.org/10.58631/injury.v2i3.52>
- Hidayat, R., Mohamed, M., Suhaizi, N. N. B., Mat Sabri, N. B., Mahmud, M. K. H. B., & Baharuddin, S. K. B. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0717. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Jara, I., & Ochoa, J. (2020). *Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación*. Inter- American Development Bank Discussion Paper, pp. 1–25. <https://doi.org/10.18235/0002380>
- Khazanchi, R., & Khazanchi, P. (2021). Artificial intelligence in education. In *Advances in early childhood and K-12 education* (pp. 1–15). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7630-4.CH014>
- Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006). Cognitive tutors: Technology bringing learning sciences to the classroom. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 61–78). Cambridge University Press. <https://www.cs.cmu.edu/~aleven/Papers/2006/KoedingerCorbett2006.pdf>
- Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6(2024), 100211.

- Majkić, Z., & Vranješ, D. (2024). The integration of artificial intelligence across educational levels: From primary school to university. In *Proceedings of the 10th international scientific conference technics, informatic, and education* (pp. 391–400). <https://doi.org/10.46793/tie24.391m>
- Martin, F., Min, Z., & Schaefer, D. (2023). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100195>
- Martínez-Comesaña, M., Rigueira-Díaz, X., Larrañaga-Janeiro, A., Martínez-Torres, J., Ocaranza-Prado, I., & Kreibel, D. (2023). Impact of artificial intelligence on assessment methods in primary and secondary education: Systematic literature review. *Revista de Psicodidáctica (English ed.)*, 28(2), 123–136. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2023.06.002>
- Matos, F. D. A. O., Giroto Junior, G., Arnt, A. D. M., & Lippi, A. (2024). A proposal in Brazil to use generative AI in education threatens quality and equity. *Patterns*, 5(1), 101020. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2024.101020>
- Melnyk, I. (2024). Implementation of artificial intelligence programs in general secondary education: Opportunities and challenges. *Educational Analytics of Ukraine*, 2, 31–44. <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2024-2-31-44>
- Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. (2016). *Learning analytics in practice: The effects of adaptive educational technology Snappet on students' arithmetic skills*. LAK '16 (pp. 389–390). ACM. <https://www.deepdyve.com/lp/association-for-computing-machinery/learning-analytics-in-practice-the-effects-of-adaptive-educational-btgDVxVWJb>

- Molenaar, I., Knoop-van Campen, C., & Hasselman, F. (2017). The effects of a learning analytics- empowered technology on students' arithmetic skill development. LAK '17 (pp. 578–579). ACM. https://www.academia.edu/61773104/The_effects_of_a_learning_analytics_empow-ered_technology_on_students_arithmetic_skill_development
- 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.
- OECD. (2021). *OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intel- ligen- ce, blockchain and robots*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., & Karam, R. (2014). Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36(2), 127–144. <https://www.jstor.org/stable/43773458>
- Portela, C., et al. (2025). AI in education unplugged support equity between rural and urban areas in Brazil. In *Proceedings of the 13th international conference on information & communication technologies and development (ICTD '24)* (pp. 143–154). <https://doi.org/10.1145/3700794.3700810>
- Ritter, S., Anderson, J. R., Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2007). Cognitive tutor: Applied research in mathematics education. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 249–255. <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03194060>
- Rivas, A. (2025). The arrival of AI in education in Latin America: under construction. ProFuturo– OEI. <https://oei.int/wp-content/uploads/2025/06/en-final-oei-profuturo-the-arrival-of-ai-in-education-in-latin-america-under-constructionindd.pdf>

- Santos, S. M. A. V., Da Silva, C. G., De Carvalho, I. E., De Castilho, L. P., Das Neves Meroto,
- M. B., Tavares, P. R., Pires, R. D. R., & Moniz, S. S. D. O. R. (2024). The art of personalization of education: Artificial Intelligence on the stages of special education. *Contribuciones a las ciencias sociales*, 17(2), 1–14. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.2-008>
- Svoboda, P. (2024). Digital competencies and artificial intelligence for education: Transformation of the education system. *International Advances in Economic Research*, 30, 52–68. <https://doi.org/10.1007/s11294-024-09896-z>
- Tambat, P. (2024). Harnessing artificial intelligence to transform secondary education in India: Innovations, challenges, and future directions. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(6), 22–35. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i06.30145>
- Tapalova, O., Zhiyenbayeva, N., & Gura, D. (2022). Artificial intelligence in education: AIEd for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(5), 676–692. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>
- Vincent-Lancrin, S., & Vlies, R. V. D. (2020). *Trustworthy artificial intelligence (AI) in education*.
- OECD Education Working Papers 221, pp. 1–31. <https://doi.org/10.1787/a6c90fa9-en>
- Weber, A. (2020). Ethics concerns in artificial intelligence use in education. In *INTED2020 proceedings* (pp. 7558–7566). IATED. <https://doi.org/10.21125/inted.2020.1262>
- Zafari, M., Safari Bazargani, J., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S.-M. (2022). Artificial intelligence applications in K-12 education: A systematic literature review. *IEEE Access*, 10, 78214–78236. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3179356>

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Licença Internacional Creative Commons Atribuição–Não Comercial–Sem Derivações 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite qualquer uso não comercial, compartilhamento, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja dado o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, seja fornecido um link para a licença Creative Commons e seja indicado se o material licenciado foi modificado. Esta licença não concede permissão para compartilhar material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros neste capítulo estão incluídos na licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário em uma linha de crédito do material. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente com o detentor dos direitos autorais.

CAPÍTULO 4

IA e Currículo

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_4

4.1. Introdução

Da sua carteira de madeira em uma sala de aula movimentada em Multan, no Punjab, Paquistão, Saad tenta acompanhar a explicação. Sua professora apresenta um conceito de matemática no quadro-negro, sua voz é gentil, mas suas palavras avançam rápido demais. Saad olha para o livro didático, repleto de problemas que parecem estar escritos em outra língua. Ele vê outros colegas assentindo, levantando a mão para responder, enquanto ele ainda está preso ao primeiro passo. Uma sensação de pânico se mistura à vergonha; ele tenta esconder a página em branco, esperando que a professora não o chame.

Algumas fileiras à frente, sua amiga Fátima rabisca no caderno, já terminou o exercício e está entediada. Para ela, a aula é lenta demais, uma repetição do que já compreende. Saad e Fátima estão na mesma sala de aula, seguindo o mesmo currículo, mas parece que vivem em mundos diferentes. O currículo, que deveria ser um caminho para todos percorrerem, se assemelha mais a uma corda bamba para Saad, impossível de equilibrar, e a uma barreira para Fátima, que a impede de avançar.

Essa é a realidade diária de milhões de estudantes. Eles se sentam em salas de aula onde um currículo único, padronizado, que enfatiza a abrangência em vez da profundidade, precisa, de alguma forma, atender a um mosaico vibrante de aprendizes com necessidades e interesses muito distintos. Apesar dos melhores esforços da professora para adaptar suas aulas, o grande número de alunos, o tempo limitado, o conteúdo extenso e a falta de recursos tornam o atendimento às necessidades de cada criança uma tarefa hercúlea. Para muitos como Saad, esse descompasso gera frustração e a sensação de estar sendo deixado para trás; para outros, como Fátima, produz desengajamento. O currículo, concebido para ser um grande equalizador, frequentemente se torna, em vez disso, um motor de desigualdade, recompensando aqueles que possuem bases sólidas ou apoio significativo fora da escola.

O dilema desses estudantes e da professora está no cerne deste capítulo, no qual exploramos uma das estruturas mais fundamentais de qualquer sistema educacional: o currículo que orienta o que e quando as crianças devem aprender. Examinaremos por que esse modelo tantas vezes falha em atender os estudantes a partir de seus pontos de partida reais e discutiremos como a Inteligência Artificial já vem sendo aplicada na tentativa de enfrentar esses desafios, onde demonstra potencial e onde ainda não conseguiu criar uma trajetória de aprendizagem mais personalizada, equitativa e eficaz para todos.

Como explicado no Cap. 1 deste livro, pensar a educação de forma sistêmica exige que vejamos não apenas os componentes individuais de um sistema educacional, como estudantes, professores, escolas e políticas, mas também a rede de interações que os conecta. Uma das estruturas centrais de sustentação desse sistema é o currículo, a progressão estruturada de objetivos e atividades de aprendizagem que orienta os professores na criação de oportunidades para que os estudantes aprendam. As interações entre o currículo e outros componentes do sistema educacional, como avaliação, capacidade docente ou recursos instrucionais, são essenciais para a oferta de oportunidades efetivas de aprendizagem.

Podemos conceber o currículo como um constructo de múltiplas camadas. A UNESCO (2023) o caracteriza como o DNA do sistema educacional, um código instrucional e instrumento fundamental para a qualidade educacional. Quando esse código é falho, fragmentado ou desalinhado com outros componentes do sistema, como a capacidade docente, os recursos instrucionais ou a avaliação, surge uma lacuna entre o que é pretendido, o que é implementado e o que é alcançado em termos de resultados de aprendizagem dos estudantes. Essas lacunas definem três camadas do currículo: o currículo pretendido, o implementado e o alcançado, uma distinção útil formulada nos estudos comparativos internacionais da International Association for the Evaluation of Educational Achievement, particularmente no TIMSS (Mullis e Martin, 2013). Cada camada constitui uma condição de possibilidade para a

seguinte, mas não a determina. Ou seja, o currículo pretendido torna possível o currículo implementado, mas são necessários mais do que intenções para uma implementação eficaz. O currículo implementado, por sua vez, torna possível o currículo alcançado, mas não o determina, pois é a ação docente que molda o que os estudantes efetivamente aprendem. Essas camadas são exploradas mais detalhadamente a seguir.

- **Currículo pretendido:** os objetivos formais, metas e conteúdos prescritos pelas autoridades educacionais. Há ampla variação no mundo quanto ao grau de especificidade do currículo pretendido. Em alguns sistemas, ele abrange metas de aprendizagem, na forma de padrões ou diretrizes, para todo o sistema educacional e para cada ano escolar e disciplina, deixando a definição de uma sequência e escopo específicos de atividades a cargo dos professores. Em outros sistemas, o currículo pretendido inclui o escopo e a sequência, por vezes de maneira altamente prescritiva, definindo não apenas qual conteúdo específico os professores devem abordar em cada momento do ano letivo, mas também como devem ensiná-lo e como os estudantes devem ser avaliados.
- **Currículo implementado:** o que de fato ocorre em sala de aula, moldado pelas interpretações dos professores, suas escolhas pedagógicas, os recursos disponíveis e as atividades de aprendizagem efetivamente realizadas.
- **Currículo alcançado:** os resultados concretos de aprendizagem, habilidades e competências demonstrados pelos estudantes como resultado de suas experiências educacionais.

4.1.1. Desafios do Currículo

Exploraremos três áreas centrais discutidas no capítulo introdutório sobre currículo e IA. Primeiro, qual conjunto de competências, como letramento em IA e pensamento crítico, precisa ser desenvolvido no currículo. Segundo, se ferramentas habilitadas por IA podem apoiar a implementação do currículo nas literacias fundamentais, em vez de enfraquecê-las. Terceiro, se a IA pode apoiar o desenvolvimento de um conjunto ampliado de habilidades e conhecimentos, o que alguns chamam de “competências do século 21”. Ao examinarmos esses desafios e questões centrais, retornaremos às tensões fundamentais discutidas nos capítulos anteriores. Como um currículo concebido para a educação de massa pode lidar com a vasta heterogeneidade estudantil explorada no Cap. 3? Como pode permanecer relevante diante da crise global de aprendizagem no que se refere à alfabetização fundamental, ao mesmo tempo em que enfrenta demandas do século 21 em rápida evolução, como detalhado no Cap. 2? E como a IA pode ser mobilizada não apenas para aumentar a eficiência de atividades existentes, como o desenvolvimento de currículos padronizados por meio de simples substituição, mas para transformar o que fazemos, alinhando currículo, pedagogia, avaliação e as diversas necessidades dos estudantes, de modo a melhorar os resultados educacionais? Iniciamos com uma discussão sobre a realidade atual em muitas salas de aula do Sul Global.

4.1.1.1. Currículo Baseado em Conhecimento, Habilidades Fundamentais e Habilidades Transferíveis

Os currículos da educação básica em muitos países do Sul Global são frequentemente criticados pela falta de relevância para o contexto local, por serem excessivamente teóricos e sobrecarregados de conteúdos que priorizam a memorização mecânica em detrimento do desenvolvimento de competências essenciais do século 21 (UNESCO,

2017). A ênfase tradicional na ampla cobertura de conteúdos, muitas vezes às custas de uma compreensão conceitual profunda, dificulta o desenvolvimento de habilidades transferíveis necessárias à aprendizagem ao longo da vida e à adaptabilidade. Com frequência, há pressão política e social para oferecer um currículo abrangente, que inclua uma ampla gama de disciplinas e temas contemporâneos. De um currículo superlotado e excessivamente ambicioso, centrado na transmissão de conhecimentos, emergem dois desafios. O primeiro é que ele cria demandas cognitivas que excedem a zona de desenvolvimento proximal da maioria dos aprendizes, resultando em estudantes que não dominam habilidades fundamentais. O segundo é que o foco na transmissão de conteúdo excessivo impede o desenvolvimento de habilidades transferíveis.

As pressões para incluir demasiados conteúdos no currículo frequentemente resultam em um documento que, embora pareça robusto e ambicioso no papel, falha sistematicamente com uma grande parcela dos estudantes ao avançar rápido demais e deixar muitos para trás (Linden, 2017). O grande número de estudantes que passam vários anos na escola e ainda assim não conseguem ler em nível fundamental é o que as agências de desenvolvimento têm denominado “crise global de aprendizagem” ou “pobreza de aprendizagem”, discutida no Cap. 2.

Esse desafio é agravado pelo fato de que, à medida que aumentam as exigências de participação social e econômica, os estudantes também precisam de habilidades transferíveis. Essas habilidades, cruciais para navegar em um mundo cada vez mais complexo, incluem pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade, comunicação e colaboração, de modo a estarem preparados para a universidade, o trabalho e a vida comunitária, conforme delineado em estruturas como o OECD Learning Compass 2030 (OECD, 2015; National Research Council, 2012). Apoiar o desenvolvimento desse conjunto ampliado de competências é o foco de ambiciosos esforços nacionais de reforma curricular em numerosos países (Reimers & Chung, 2016; Reimers, 2020).

Um equívoco comum é considerar o desenvolvimento de habilidades fundamentais e transferíveis como opostos. Esse equívoco decorre da compreensão de que as limitações nos recursos instrucionais, como tempo de ensino, capacidade docente, recursos disponíveis e foco da avaliação, exigem priorizar um desses objetivos em detrimento do outro. Por exemplo, se entendemos que o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico ou de colaboração requer tempo específico no currículo, esse tempo necessariamente compete com o dedicado ao ensino da alfabetização fundamental ou da matemática. O desafio, portanto, é transcender essa mentalidade de escassez educacional e substituí-la por outra que reconheça o desenvolvimento de habilidades fundamentais e transferíveis como indissociáveis. Por exemplo, pensamento crítico e colaboração não são desenvolvidos apenas em uma disciplina específica dedicada a essas competências, mas em todo o currículo, inclusive na forma como os estudantes aprendem alfabetização e matemática fundamentais. É evidente que a capacidade de enxergar habilidades fundamentais e transferíveis como um “ambos” e não como “ou um ou outro” ainda não é amplamente compartilhada. Esse é um campo em que aplicações de IA podem ajudar a deslocar o pensamento curricular de uma lógica de escassez para uma lógica de abundância.

4.1.1.2. Desafios na Coerência Vertical e Horizontal do Currículo

A coerência curricular abrange duas dimensões centrais.

- 1) Coerência vertical: a sequência lógica de conteúdos, habilidades e conceitos ao longo dos diferentes anos escolares, assegurando que a aprendizagem seja estruturada em uma progressão consistente que permita avanços cumulativos.
- 2) Coerência horizontal: a interconexão e integração de conceitos e habilidades entre diferentes áreas do conhecimento dentro de um mesmo ano escolar.

A coerência efetiva em ambas as dimensões permite que os estudantes construam sobre conhecimentos prévios, estabeleçam conexões significativas entre diferentes áreas de aprendizagem, reduzam a sobrecarga cognitiva ao reforçar ideias-chave em múltiplos contextos e, em última instância, desenvolvam uma compreensão mais holística do conteúdo (Schmidt & Prawat, 2006). Embora a coerência vertical dentro de disciplinas específicas, isto é, a consistência do que é ensinado ao longo do currículo em diferentes anos escolares, possa ser buscada, ela pode ser prejudicada por fatores como metas do currículo pretendido que não são alcançadas em determinados anos, altas taxas de absenteísmo de professores e estudantes, redução do tempo de instrução, repetência escolar e ausência de parâmetros padronizados de aprendizagem. A coerência horizontal, isto é, a articulação entre disciplinas dentro de um mesmo ano escolar, costuma ser ainda mais difícil de alcançar, pois a avaliação docente e as avaliações somativas frequentemente entram em conflito com outras partes do sistema, como materiais curriculares ou formação profissional, nas quais o conhecimento é tratado como um conjunto de fatos desconectados (RAND, 2021). Isso frequentemente resulta em um currículo organizado em silos disciplinares rigidamente demarcados. Embora essa estrutura possa preparar os estudantes para exames específicos por disciplina, ela pode limitar sua capacidade de estabelecer conexões interdisciplinares, aplicar conhecimentos em diferentes domínios e desenvolver o tipo de pensamento integrado que é crucial para enfrentar problemas complexos do mundo real e para a construção de uma compreensão mais transferível.

4.1.1.3. Enfrentando a Heterogeneidade dos Aprendizes

Vimos no Cap. 2 que a crise global de aprendizagem é caracterizada por milhões de crianças que, apesar de estarem na escola, não dominam habilidades fundamentais. Um fator central que contribui para essa crise é o fenômeno do currículo excessivamente ambicioso.

Pressões políticas e sociais frequentemente conduzem a currículos concebidos muito acima dos níveis reais de aprendizagem da maioria dos estudantes. Isso cria um paradoxo: um currículo que parece impressionante no papel, mas que falha sistematicamente com a maioria dos aprendizes, que ficam para trás desde cedo e nunca conseguem recuperar o atraso. Esse aspecto está diretamente ligado ao desafio da heterogeneidade estudantil examinado no Cap. 3; um currículo único e acelerado não pode, de fato, atender a uma sala de aula em que os níveis de aprendizagem abrangem vários anos escolares. Em vez de funcionar como um equalizador, ele se torna um poderoso motor de desigualdade.

Esse descompasso fundamental entre um currículo uniforme e a realidade de uma heterogeneidade extrema dos aprendizes é um dos principais vetores da desigualdade educacional no Sul Global. Essa imensa variação na preparação dos estudantes significa que um currículo padronizado, de tamanho único, ministrado por meio de instrução coletiva, inevitavelmente não atenderá às necessidades de um grande número de alunos. Aqueles que estão à frente podem ficar entediados e desengajados, enquanto os que estão atrás têm dificuldade para acompanhar, ficam ainda mais defasados e podem abandonar a escola. Como observam Beatty e Pritchett (2012), quando os currículos são excessivamente ambiciosos em relação aos níveis reais de aprendizagem dos estudantes, muitas crianças efetivamente deixam de aprender, mesmo permanecendo na escola, porque a instrução é apresentada muito acima de sua compreensão atual.

4.1.1.4. Desalinhamento entre Currículo, Pedagogia e Práticas de Avaliação

Sob a perspectiva do pensamento sistêmico, para que um sistema educacional funcione de forma eficaz, deve haver forte alinhamento entre o currículo (o que os estudantes devem aprender, o “quê”), a pedagogia (como os professores facilitam essa aprendizagem, o “como”) e a avaliação (como a aprendizagem dos estudantes é medida e avaliada, o “quão bem”) (Hwa et al., 2020). Pesquisas indicam que, quando os professores utilizam materiais curriculares bem alinhados a padrões educacionais e a boas práticas pedagógicas, é mais provável que engajem os estudantes em atividades de aprendizagem desejadas e de pensamento de nível superior (EdReports, 2021). Quando esses componentes críticos estão desalinhados, os estudantes recebem sinais contraditórios sobre o que é importante, os professores enfrentam dificuldades para tomar decisões instrucionais informadas, e torna-se extremamente difícil medir com precisão o progresso da aprendizagem ou aprimorar a eficácia do ensino.

Um caso frequente de incoerência em muitos contextos do Sul Global é a relação entre os objetivos curriculares e as práticas de avaliação. Mesmo quando os currículos são reformados para adotar aprendizagem baseada em competências, pensamento crítico ou pedagogias centradas no estudante, os sistemas de avaliação, especialmente os exames nacionais de alta relevância, frequentemente continuam priorizando a memorização de conhecimentos factuais por meio de formatos tradicionais de prova (UNESCO, 2017). A natureza desses exames acaba por ditar a pedagogia em sala de aula e o currículo implementado, independentemente das intenções curriculares oficiais. Os professores podem passar a “ensinar para o teste”, o que não seria necessariamente problemático se as avaliações realmente medissem os resultados desejados, embora isso possa limitar objetivos curriculares mais amplos ou abordagens pedagógicas mais inovadoras (UNESCO, 2017).

4.1.2. Reformas para Enfrentar o Desafio da Falta de Alinhamento entre Currículo e Contexto

Durante décadas, reformas têm buscado enfrentar os desafios mencionados anteriormente, incluindo a defesa de pedagogias mais centradas no estudante e a transição da memorização mecânica para aprendizagens ativas e participativas (Schweisfurth, 2013). Abordagens baseadas em competências, que enfatizam o que os estudantes são capazes de fazer com o conhecimento, também têm sido amplamente promovidas. O fortalecimento da aprendizagem fundamental tem sido um objetivo permanente, acompanhado de esforços para tornar os currículos mais relevantes ao contexto local e culturalmente sensíveis. As reformas também frequentemente procuram aprimorar as práticas de avaliação para medir melhor uma gama mais ampla de resultados de aprendizagem e fornecer feedback mais significativo. A instrução diferenciada, que envolve modificar conteúdos curriculares, processos de ensino, produtos de aprendizagem (como os estudantes demonstram compreensão) e o ambiente de aprendizagem para atender às necessidades individuais, é um princípio amplamente defendido, como no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA).

Apesar dessas iniciativas bem-intencionadas, muitas reformas ambiciosas têm enfrentado dificuldades para alcançar impacto sustentável devido a desafios sistêmicos e à falta de coerência do sistema, possivelmente refletindo baixa vontade política, limitações de recursos ou capacidade reduzida de coleta de dados e de implementação, além de uma ampla gama de outros fatores que variam conforme o contexto.

Como mencionado, o currículo pretendido em muitos países do Sul Global frequentemente se encontra desconectado das realidades concretas, refletindo aspirações nacionais e tendências educacionais globais. Contudo, sua tradução em prática é fortemente mediada por diversos fatores. Uma ênfase excessiva na revisão do documento curricular formal, sem enfrentar os elementos que moldam sua inter-

pretação e implementação em contextos diversos de sala de aula, é uma das principais razões para o sucesso limitado de muitas reformas curriculares.

Esses fatores incluem os processos de interpretação do currículo, sua adoção pelos professores e as realidades contextuais das escolas. Eles são tão críticos quanto o próprio documento curricular. A capacidade docente, incluindo o domínio do conteúdo e as habilidades pedagógicas para ensiná-lo, bem como a formação para implementar o novo currículo; a disponibilidade e qualidade dos recursos de aprendizagem, como escassez de materiais didáticos ou livros desatualizados ou desalinhados; as condições físicas e pedagógicas das salas de aula, incluindo turmas muito numerosas; a influência das pressões avaliativas, especialmente exames de altas consequências; o apoio disponível para que professores adquiram o conhecimento necessário para ensinar o currículo; as demandas impostas aos docentes e o tempo que resta para a instrução; a preparação prévia dos estudantes para o currículo pretendido; e o contexto sociocultural da escola e da comunidade, tudo isso deve ser considerado (Asebiomo, 2015; Chirwa et al., 2022; Gurung et al., 2019; Ngwenya, 2020). Um padrão recorrente é a produção de currículos sem fornecer aos professores o suporte necessário para desenvolver o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico indispensáveis à sua implementação, como ocorreu na implementação da educação baseada em resultados na África do Sul nos anos 1990 (Jansen, 1998) e, mais recentemente, em reformas curriculares no Quênia (Fomiškina et al., 2021) e no Zimbábue (Gory et al., 2021).

Focar apenas no currículo pretendido, sem abordar o ecossistema que sustenta ou fragiliza sua implementação, é uma das principais razões pelas quais tantas reformas fracassaram. Assim, reformas curriculares devem adotar uma perspectiva sistêmica, direcionando-se não apenas ao documento do currículo pretendido, mas a todo o ambiente que possibilita sua implementação eficaz.

4.2. IA e o Currículo

Como, então, a IA pode ser utilizada para enfrentar esses desafios profundamente enraizados? A tecnologia, incluindo a IA, não deve ser vista como uma solução milagrosa, nem como um recurso isolado ou mera adição de conteúdo ao currículo, mas como um dos fios que compõem a complexa tapeçaria da transformação curricular. A integração bem-sucedida da IA exige repensar o que conta como aprendizagem significativa em sociedades em rápida mudança.

É necessário cautela contra estratégias curriculares excessivamente estreitas ou desequilibradas, que possam priorizar habilidades digitais e a transmissão de conteúdo em detrimento das literacias fundamentais, das habilidades socioemocionais, da ética e da cidadania. Em vez disso, o currículo deve permanecer holístico, incorporando artes e humanidades ao lado das ciências e da tecnologia, e colocando em primeiro plano valores de equidade, empatia, pensamento crítico e cidadania global. Particularmente no Sul Global, as reformas devem assegurar que a inovação curricular impulsionada por IA não agrave desigualdades decorrentes de infraestrutura limitada, barreiras linguísticas ou desalinhamento com tradições e realidades locais (UNESCO, 2023). Qualquer reforma curricular mediada por tecnologia requer adaptação contínua, revisão e realinhamento para garantir coerência entre políticas pretendidas, implementação em sala de aula e resultados efetivamente alcançados pelos estudantes. Isso reforça a importância da formação continuada dos professores, da escuta da voz estudantil e de sistemas robustos de feedback nas iniciativas de mudança curricular, para que tecnologias emergentes e conteúdos permaneçam relevantes e benéficos para todos os aprendizes (UNESCO, 2023).

4.2.1. Ensino sobre IA: Desenvolvimento do Letramento em IA no Currículo

À medida que as nações reconhecem a importância de preparar os estudantes para um mundo impulsionado por IA, um desafio central é determinar o que e como ensinar sobre IA. A UNESCO categoriza amplamente o conteúdo curricular de IA em nove áreas temáticas, incluindo algoritmos, letramento em dados, resolução de problemas, ética, implicações sociais e a aplicação, compreensão e desenvolvimento de tecnologias de IA (UNESCO, 2022). Essas preocupações temáticas refletem-se nas diversas abordagens que os países vêm adotando para promover o letramento em IA. Tais abordagens podem ser agrupadas em dois grandes eixos: currículos nacionais abrangentes e obrigatórios e iniciativas programáticas mais flexíveis.

O que está sendo feito: Abordagens para o Letramento em IA

Tema 1: Currículos Nacionais Abrangentes e Obrigatórios.

Algumas nações estão adotando uma abordagem sistêmica, de cima para baixo, tornando obrigatória a educação em IA em todos os níveis escolares, a fim de assegurar acesso padronizado e universal para todos os estudantes. Essa estratégia busca incorporar o letramento em IA como um componente central da educação nacional, sinalizando sua importância para o futuro desenvolvimento econômico e social.

- **Evidências da China:** Em um movimento para assegurar liderança global em IA, o Ministério da Educação da China (2024) determinou a implementação de um currículo abrangente, escalonado e em espiral de educação em IA, do ensino fundamental ao ensino médio, com implementação nacional prevista para setembro de 2025. O currículo foi concebido para ser adequado às diferentes faixas

etárias, despertando o interesse no nível primário, desenvolvendo compreensão técnica no ensino fundamental II e avançando para pensamento sistêmico e inovação no ensino médio. As competências centrais incluem letramento em IA, pensamento crítico, colaboração humano-IA e responsabilidade social. A implementação prevê a transição de projetos-piloto locais para adoção nacional, com a educação em IA oferecida como disciplina independente ou incorporada a matérias como Ciências e Tecnologia da Informação.

- **Evidências dos Emirados Árabes Unidos (EAU):** Os EAU também adotaram uma abordagem sistêmica, anunciando a integração da IA como disciplina oficial da educação infantil ao 12º ano, a partir do ano letivo de 2025–2026. Os principais objetivos são equipar os estudantes com conhecimentos práticos em IA, fomentar a ética tecnológica e capacitá-los a criar soluções localmente relevantes. O currículo apresenta unidades adaptadas a diferentes faixas etárias, progredindo da descoberta lúdica na educação infantil até cenários avançados de aplicação no mundo real e engenharia de prompts no ciclo final. Professores designados ministrarão o conteúdo nas disciplinas de Computação, Design Criativo e Inovação, apoiados por materiais abrangentes fornecidos pelo Ministério da Educação e seus parceiros.

Tema 2: Estruturas Flexíveis e Iniciativas Programáticas.

Em contraste com os currículos nacionais obrigatórios, outros países estão adotando abordagens mais flexíveis, frequentemente de baixo para cima. Essas estratégias podem envolver o desenvolvimento de marcos pedagógicos, a implementação de programas direcionados ou a realização de iniciativas-piloto que permitem maior adaptação local e experimentação antes da ampliação em escala.

- **Evidências do Uruguai:** O Plan Ceibal desenvolveu um marco pedagógico para orientar a integração da educação em IA, apoiando-se em seu já consolidado programa de Pensamento Computacional. Em vez de um currículo rígido, o marco estrutura-se em torno de questões-chave (O que é IA? Como funciona? O que ela pode fazer?) e em cinco dimensões centrais, incluindo aprendizagem de máquina, resolução computacional de problemas e os impactos éticos e sociais da IA. Essa abordagem enfatiza o cultivo do pensamento crítico, da criatividade e da compreensão das implicações sociais da IA (Arakelian et al., 2025; Ceibal, 2025).
- **Evidências da Índia:** A abordagem indiana inclui iniciativas em nível nacional e estadual, tendo como exemplo central o programa YUVAi, destinado a estudantes do 8º ao 12º ano. O programa concentra-se no desenvolvimento de competências em IA por meio de aprendizagem baseada em projetos, centrada em temas do mundo real, como IA na agricultura, saúde e educação. Esse modelo capacita os estudantes a se tornarem designers e usuários de IA centrados no ser humano, aplicando seus conhecimentos para resolver problemas concretos.
- **Evidências da Estônia:** A Estônia lançou a iniciativa AI Leap, um programa nacional que começará com uma fase piloto em setembro de 2025. A iniciativa busca aprimorar a aprendizagem personalizada e melhorar a gestão educacional, fornecendo a 20.000 estudantes e 3.000 professores acesso a aplicações educacionais baseadas em IA. Essa abordagem baseada em projetos-piloto permite testes e refinamentos antes de uma possível expansão em larga escala, concentrando-se inicialmente na aplicação prática de ferramentas de IA em sala de aula, em vez de um currículo de IA como disciplina independente.

4.2.2. Aprimorando o Ensino com IA: Enfrentando os Desafios Curriculares por meio da Implementação e do Design.

O que a IA pode fazer: Papéis potenciais na transformação curricular.

Para além do ensino sobre IA, há um enorme potencial de se utilizá-la como ferramenta para enfrentar os desafios curriculares profundamente enraizados discutidos anteriormente. A IA pode ser não apenas um objeto de estudo, mas também um instrumento de apoio ao design curricular e um motor para a oferta de aprendizagem personalizada.

- **IA como parceira no design curricular e na produção de conteúdos:** para enfrentar currículos superlotados, desalinhados e pouco relevantes, a IA pode atuar como parceira de design. Ferramentas de IA podem auxiliar ministérios e professores a adaptar currículos, identificando e eliminando conteúdos não essenciais, gerando materiais complementares ajustados a contextos e línguas locais e revisando conteúdos existentes para melhor alinhá-los aos níveis reais de aprendizagem dos estudantes. Isso enfrenta diretamente o problema da falta de relevância local.
- **IA como motor de aprendizagem personalizada:** Para lidar com a heterogeneidade extrema dos aprendizes, plataformas adaptativas habilitadas por IA podem oferecer percursos de aprendizagem personalizados. Ao superar o modelo único para todos, esses sistemas podem fornecer apoio escalonado e adequado ao estágio de desenvolvimento em larga escala, permitindo que os estudantes avancem em seu próprio ritmo e recebam ajuda direcionada onde mais precisam.

- **IA como centro de inteligência em nível sistêmico:** Para reduzir a distância entre currículo pretendido, implementado e alcançado, a IA oferece potencial para análises em nível sistêmico. Ao agregar e analisar eticamente dados sobre o desempenho dos estudantes, “centros de inteligência” baseados em IA podem identificar lacunas sistêmicas de aprendizagem, criar ciclos de retroalimentação para ministérios e orientar a melhoria contínua do currículo com base em evidências.

O que a IA está fazendo: Aplicações temáticas na prática

Embora o pleno potencial transformador da IA ainda não tenha sido concretizado, iniciativas em diversos países do Sul Global já estão aplicando IA nessas áreas temáticas, demonstrando sua utilidade prática no design curricular, na geração de conteúdos, na personalização da aprendizagem e na acessibilidade.

Tema 1: Design Curricular e Geração de Materiais com IA

Um fardo significativo para os educadores é o tempo necessário para o planejamento das aulas e a criação de materiais envolventes e culturalmente relevantes. Ferramentas de IA estão surgindo para automatizar e aprimorar esse processo, ajudando a superar a escassez de recursos e a melhorar a qualidade do currículo implementado.

- **Evidências em planejamento de aulas e criação de conteúdos:** No Brasil, a ferramenta “Planos de Aula com IA” da Nova Escola, acessível via WhatsApp, permite que professores gerem planos de aula personalizados por meio da interação com um chatbot de IA, reduzindo significativamente sua carga de trabalho. Resultados iniciais mostram mais de 15.000 usuários criando mais de 63.000 planos de aula. De forma semelhante, um projeto-piloto

apoiado pelo Banco Mundial no Peru capacita professores a usar o Microsoft Copilot para gerar atividades personalizadas e planos de aula em segundos, uma tarefa que antes levava dias. Essa tendência também é observada globalmente, com educadores utilizando ferramentas de IA de uso geral, como o ChatGPT, para criar atividades diferenciadas, questionários e outros materiais (Microsoft, 2025).

- **Evidências no desenvolvimento de recursos localizados e culturalmente relevantes:** O projeto GPE KIX STEPS utilizou IA para auxiliar na elaboração de livros didáticos de ciências de alta qualidade e culturalmente relevantes para escolas primárias no Benim, Camarões e na República Democrática do Congo. No Mali, a iniciativa RobotsMali empregou IA para produzir mais de 180 livros infantis na língua local bambara em menos de um ano, enfrentando a escassez crítica de materiais de leitura na língua materna. Na Coreia do Sul, a implementação planejada para 2025 de livros didáticos digitais baseados em IA em disciplinas centrais visa oferecer experiências de aprendizagem personalizadas e reduzir a dependência de tutoria privada (Cho, 2025). Contudo, essa iniciativa foi parcialmente revertida em agosto de 2025 devido à resistência de professores e pais, motivada pela falta de preparação docente, preocupações com excesso de tempo de tela e proteção de dados.

Tema 2: IA para a Oferta Personalizada do Currículo e Tutoria

Enfrentar a ampla variação nos níveis de aprendizagem dos estudantes dentro de uma mesma sala de aula é um desafio central no Sul Global. Plataformas baseadas em IA estão sendo implementadas para oferecer instrução e apoio individualizados em uma escala que seria impossível apenas com métodos tradicionais.

- **Evidências em plataformas de aprendizagem adaptativa:** Na Índia, o Mindspark é uma ferramenta consolidada de aprendizagem adaptativa baseada em IA para Matemática e Hindi. Ela cria uma trajetória de aprendizagem personalizada para cada criança, decompondo conceitos em microetapas, oferecendo feedback imediato e ajustando dinamicamente o nível de dificuldade das questões com base no desempenho do estudante. De modo semelhante, o Kolibri, uma plataforma concebida prioritariamente para funcionar offline e utilizada em mais de 220 países, permite que educadores alinhem Recursos Educacionais Abertos aos currículos locais e ofereçam percursos de aprendizagem personalizados, sendo altamente eficaz em ambientes com baixa conectividade (Learning Equality, n.d.).
- **Evidências em tutoria e assistência baseadas em IA:** Um programa-piloto no estado de Edo, na Nigéria, implementou o Microsoft Copilot como tutor virtual para estudantes do ensino secundário, resultando em ganhos significativos de aprendizagem equivalentes a 1,5 ou 2 anos de escolaridade típica (World Bank, 2025). O programa foi particularmente benéfico para meninas, evidenciando seu potencial para reduzir desigualdades de gênero. No Brasil, o assistente inteligente Plu AI, em expansão para mais de 5.000 escolas, apoia tanto professores, ao gerar planos de aula e atividades, quanto estudantes, ao fornecer resumos, gerar perguntas e criar planos de estudo (Índice, 2025).

Tema 3: IA para um Currículo Inclusivo e Acessível

A IA também está sendo utilizada para tornar o conteúdo curricular acessível a todos os aprendizes, particularmente àqueles com deficiências ou pertencentes a minorias linguísticas, promovendo assim maior equidade na educação.

- **Evidências em ferramentas de tradução e acessibilidade:** Pesquisadores da Universidade de Maseno, no Quênia, desenvolveram uma ferramenta baseada em IA que traduz o inglês para a Língua de Sinais Queniana (KSL), melhorando diretamente a forma como estudantes surdos acessam e vivenciam o currículo. Na Tanzânia, há planos para adaptar o Bookbot, um tutor digital de leitura que utiliza reconhecimento de voz, para a língua kiswahili, ampliando seu acesso a uma população maior de jovens aprendizes. Essas iniciativas demonstram o potencial da IA para romper barreiras históricas de aprendizagem.

Tabela 4.1 - O que a IA pode fazer

Categoria	Descrição
IA como parceira no design curricular e na produção de conteúdos	Atuar como parceira de design junto a ministérios da educação e professores para adaptar currículos. Gerar materiais complementares ajustados a contextos e línguas locais, além de revisar conteúdos existentes para melhor alinhá-los aos níveis reais de aprendizagem dos estudantes. Mapear conteúdos às competências do século 21 e sugerir conexões interdisciplinares, criando experiências de aprendizagem mais coerentes e integradas
IA como motor de aprendizagem personalizada	Para enfrentar a heterogeneidade extrema dos aprendizes, plataformas adaptativas baseadas em IA podem oferecer percursos de aprendizagem personalizados. Fornecer apoio adequado ao estágio de desenvolvimento, estruturado de forma gradual e em larga escala, permitindo que os estudantes avancem em seu próprio ritmo e recebam apoio direcionado onde mais necessitam.

Categoria	Descrição
IA como centro de inteligência em nível sistêmico	“Centros de Inteligência Curricular” podem agregar e analisar eticamente dados sobre o desempenho dos estudantes para identificar lacunas sistêmicas de aprendizagem e criar ciclos de retroalimentação para os ministérios da educação. Transformar dados em instrumento formativo para a melhoria contínua do currículo com base em evidências. Melhoria por meio de identificação de padrões, como concepções equivocadas recorrentes ou distritos com dificuldades persistentes, orientando intervenções direcionadas

Tabela 4.2 - O que a IA pode fazer

Categoria	Descrição	Exemplos e evidências do capítulo
Design curricular e geração de materiais com IA	Ferramentas de IA estão sendo utilizadas para automatizar o planejamento de aulas e gerar recursos educacionais culturalmente relevantes ou adaptados a contextos locais.	Brasil: A ferramenta da Nova Escola via WhatsApp permite que professores gerem planos de aula personalizados. Peru: Um projeto-piloto apoiado pelo Banco Mundial capacita professores a utilizar o Microsoft Copilot para gerar atividades personalizadas e planos de aula. Mali: A iniciativa RobotsMali produziu mais de 180 livros infantis na língua local bambara. Benim, Camarões e República Democrática do Congo: O projeto GPE KIX STEPS utilizou IA para elaborar livros didáticos de ciências culturalmente relevantes

Categoria	Descrição	Exemplos e evidências do capítulo
IA para a oferta personalizada do currículo e tutoria	Plataformas de IA estão sendo implementadas para oferecer instrução individualizada, aprendizagem adaptativa e tutoria virtual, a fim de enfrentar as variações nos níveis de aprendizagem dos estudantes	Índia: O Mindspark oferece aprendizagem adaptativa em Matemática e Hindi, personalizando a trajetória de aprendizagem com base no desempenho dos estudantes. Nigéria: Um projeto-piloto no estado de Edo utilizou o Microsoft Copilot como tutor virtual, resultando em ganhos significativos de aprendizagem. Brasil: O assistente inteligente Plu AI apoia estudantes com resumos e planos de estudo. Global: O Kolibri oferece percursos de aprendizagem personalizados em ambientes offline ou de baixa conectividade
IA para um currículo inclusivo e acessível	A IA está sendo utilizada para traduzir conteúdos e tornar os currículos acessíveis a estudantes com deficiência ou pertencentes a minorias linguísticas.	Quênia: A Universidade de Maseno desenvolveu uma ferramenta de IA que traduz o inglês para a Língua de Sinais Queniana (KSL), ampliando o acesso de estudantes surdos ao currículo. Tanzânia: Há planos para adaptar o Bookbot, um tutor digital de leitura, para a língua kiswahili
Ensino sobre IA (estratégias de letramento em IA)	Países estão implementando currículos para o ensino do letramento em IA, variando desde mandatos nacionais abrangentes até estruturas flexíveis baseadas em projetos-piloto	China: Implementação obrigatória de um currículo escalonado e em espiral de IA, do ensino primário ao ensino médio, com foco em letramento em IA e pensamento crítico. Emirados Árabes Unidos (EAU): Integração da IA como disciplina oficial da educação infantil ao final do ensino médio (K–12). Uruguai: Desenvolvimento de um marco pedagógico baseado em pensamento computacional e dimensões éticas e sociais da IA, em vez de um currículo rígido. Índia: O programa YUVAi concentra-se na aprendizagem baseada em projetos e no desenvolvimento de competências em IA para estudantes do 8º ao 12º ano

4.3. Conclusões

Este capítulo examinou o papel da IA no enfrentamento dos desafios curriculares no Sul Global. Observando a partir das temáticas centrais do livro e orientando-se pela perspectiva sistêmica apresentada no Cap. 1, emergem várias conclusões importantes para formuladores de políticas públicas, profissionais da educação e desenvolvedores de IA.

4.3.1. Principais Lições para Formuladores de Políticas Educacionais e Profissionais da Educação.

4.3.1.1. O que a IA está fazendo — e o que não está fazendo — no âmbito do currículo?

1) Desenvolvimento do Letramento em IA:

Há avanços claros no reconhecimento de que o letramento em IA é essencial para todos os estudantes, e não apenas para futuros engenheiros ou cientistas da computação. Muitos currículos começam a se transformar para incluir conceitos fundamentais de IA, habilidades digitais e consciência ética. Contudo, o acesso permanece altamente desigual, com esforços concentrados principalmente em um número limitado de escolas ou sistemas educacionais mais bem estruturados. Em muitos ambientes de poucos recursos, a integração do letramento em IA compete com necessidades urgentes de superação das lacunas em habilidades fundamentais, e sua implementação prática é limitada pela falta de formação, de recursos e de relevância local.

- **Letramento em IA de forma holística:** Diversos países desenvolveram currículos de IA. Uma tendência promissora é a transição de uma educação em IA puramente técnica para um letramento em IA mais ampla e holística. Como observado em marcos curriculares em desenvolvimento em diferentes partes do mundo, essa abordagem enfatiza, de forma adequada, a ética, o impacto social e o pensamento crítico, além das competências técnicas. Isso é fundamental para formar estudantes como cidadãos críticos, capazes de cointeligência com a IA, e não apenas consumidores passivos dessa tecnologia.
- **Integração transversal ao currículo:** Em vez de criar disciplinas isoladas de IA, a integração de conceitos de IA ao currículo existente mostra-se uma estratégia mais pragmática e escalável. Esse método evita a sobrecarga curricular e torna os conceitos de IA mais relacionáveis, ao demonstrar sua relevância em disciplinas já familiares, como estudos sociais e ciências.
- **Trilhas diferenciadas de aprendizagem em IA:** Os exemplos examinados sugerem a possibilidade de desenvolver trajetórias de IA sensíveis ao contexto para diferentes grupos de estudantes, incluindo uma trilha universal que integre letramento em IA para todos e uma trilha especializada que ofereça a estudantes do ensino secundário oportunidades de desenvolver competências mais aprofundadas em IA, como ocorre na Índia e na China.

2) **Melhoria das Alfabetizações Fundamentais:**

Conteúdos adaptativos baseados em IA e ferramentas inteligentes de apoio ao currículo oferecem potencial para enfrentar lacunas de alfabetização e numeracia. No entanto, as evidências analisadas sugerem que essas inovações frequentemente são “acopladas” a currículos já excessivamente ambiciosos ou desalinhados, em vez de catalisarem um verdadeiro alinhamento entre currículo, pedagogia e avaliação,

como previsto em reformas sistêmicas. Na prática, a inovação curricular tende a ser incremental, apoiando o desenvolvimento das alfabetizações fundamentais principalmente entre estudantes em contextos mais favorecidos, com alcance limitado em contextos marginalizados ou rurais.

3) **Melhoria da Relevância para as Competências do Século 21:**

Algumas reformas incorporam competências como resolução de problemas, criatividade e colaboração juntamente com letramento em IA, especialmente em projetos-piloto ou instituições de elite. Contudo, assim como ocorre com as alfabetizações fundamentais, o sucesso permanece majoritariamente local ou restrito a projetos específicos. A maioria dos currículos continua sobrecarregada de conteúdos e orientada por avaliações, e a aprendizagem genuinamente interdisciplinar e rica em competências, habilitada por IA, ainda é rara em escala.

Não foram identificadas aplicações que sustentem visões verdadeiramente transformadoras de currículo, como currículos interdisciplinares estruturados ou modelos em que estudantes individuais possam seguir interesses diferenciados. Embora tenhamos identificado as seguintes iniciativas:

- **Localização de conteúdos:** Estudos de caso iniciais mostram uma tendência promissora no uso de IA para adaptar e traduzir currículos para línguas e contextos locais. Isso enfrenta diretamente o desafio da escassez de recursos e da relevância, uma questão histórica em muitos sistemas educacionais do Sul Global.
- **Personalização diante da heterogeneidade:** Plataformas de aprendizagem adaptativa, como Mindspark e Plu AI, demonstram um potencial claro para enfrentar o grande desafio da heterogeneidade dos aprendizes em uma mesma sala de aula, por meio da personalização dos percursos de aprendizagem.

Uma implicação das evidências analisadas é a necessidade de oferecer aos professores formação continuada suficiente e adequada para que possam apoiar o letramento em IA e também utilizar aplicações de IA de forma efetiva. Os docentes precisam ser capacitados em pedagogia digital crítica para integrar ferramentas de IA de maneira eficaz, compreender suas implicações éticas e utilizar dados para orientar sua prática.

Duas advertências emergem desta revisão. A evidência direta ainda é muito limitada quanto ao impacto em larga escala das intervenções baseadas em IA e, como resultado, sabemos muito pouco sobre seus efeitos nos estudantes no curto ou no longo prazo.

Também é evidente que a promessa das ferramentas de IA não pode ser concretizada sem enfrentar as restrições de infraestrutura do Sul Global, incluindo conectividade limitada, falta de dispositivos e fornecimento irregular de eletricidade. Iniciativas em IA devem ser concebidas tendo a equidade como princípio central, para evitar o aprofundamento das desigualdades.

4.3.1.2. Inovação versus Transformação

A emergência da IA no design curricular exemplifica a inovação, com melhorias pontuais como personalização do ritmo de aprendizagem ou suplementação digital. No entanto, a transformação em nível sistêmico, em que o currículo é realmente reconfigurado para articular habilidades fundamentais e competências futuras, permanece rara. Onde a transformação começa a ocorrer, como em projetos-piloto que integram IA, formação docente e avaliação autêntica, ela quase sempre é sustentada por liderança forte, coerência política e investimento significativo de recursos.

4.3.1.3. Equidade e Currículo

O risco de ampliação das desigualdades persiste. A maioria dos exemplos de inovação curricular envolvendo IA concentra-se em contextos urbanos, instituições privadas ou países de alta renda; a maioria marginalizada ainda não se beneficia dessas iniciativas. A digitalização do currículo, se não for contextualizada e adequadamente apoiada, pode intensificar a exclusão, deixando para trás línguas locais, culturas e as necessidades diversas dos aprendizes.

4.3.1.4. Perspectiva Sistêmica

Uma abordagem sistêmica revela a interconexão entre currículo, ensino e avaliação:

- **Condições iniciais:** O impacto da inovação curricular é moldado pela capacidade docente, pela infraestrutura, pelas prioridades das políticas locais e pelas restrições mais amplas do sistema educacional.
- **Efeitos interativos e sinergias:** Os maiores ganhos ocorrem quando a mudança curricular está alinhada à formação continuada de professores, à reforma das práticas de avaliação e ao engajamento da comunidade.
- **Ciclos de retroalimentação:** Dados provenientes de ferramentas curriculares digitais podem orientar o aprimoramento contínuo, mas ainda não são utilizados de forma sistemática nem equitativa para a melhoria permanente.
- **Papel das pequenas mudanças:** Ajustes pontuais e sensíveis ao contexto no design curricular, quando reforçados por intervenções alinhadas, podem gerar efeitos desproporcionais. Contudo, impactos amplos e duradouros dependem do alinhamento abrangente de todo o sistema.

4.3.2. Implicações para Desenvolvedores de IA e Atores do Setor Educacional

Desenvolvedores de IA enfrentam tanto oportunidades quanto responsabilidades:

- **A localização é essencial:** Ferramentas curriculares baseadas em IA devem refletir a diversidade linguística, os contextos culturais e as realidades concretas das salas de aula, especialmente onde materiais impressos ainda predominam.
- **Da transmissão de conteúdo ao desenvolvimento de competências:** Desenvolvedores devem ir além da simples digitalização de conteúdos e atuar em parceria com educadores na co-criação de currículos que promovam pensamento crítico, colaboração, raciocínio ético e adaptabilidade.
- **Transformação genuína:** As ferramentas atuais frequentemente digitalizam currículos existentes, em vez de reimaginar o que, como e por que os estudantes aprendem. É necessário um trabalho sistêmico mais profundo para que a tecnologia se torne catalisadora de transformação autêntica.
- **Lacunas existentes:** Poucas soluções atuais conseguem articular salas de aula digitais e físicas, apoiar a adaptação curricular conduzida por professores ou viabilizar avaliação formativa e contínua do currículo em diferentes níveis do sistema educacional.

O verdadeiro potencial transformador da IA não está apenas em otimizar práticas atuais, mas em criar capacidades inteiramente novas para o design curricular e para o aprimoramento dos sistemas educacionais.

- **De ferramenta de entrega a parceira de design:** Enquanto a IA atual concentra-se principalmente na entrega do currículo, a próxima fronteira é o uso da IA no design curricular. Os vastos

conjuntos de dados coletados por plataformas adaptativas sobre desempenho, engajamento e concepções equivocadas dos estudantes constituem uma verdadeira mina de ouro. Esses dados podem alimentar ferramentas de IA capazes de apoiar ministérios da educação e equipes de desenvolvimento curricular a:

- Analisar currículos existentes para identificar lacunas e desalinhamentos.
 - Mapear conteúdos às competências do século 21 e aos padrões de aprendizagem.
 - Identificar e sugerir conexões interdisciplinares, criando experiências de aprendizagem mais coerentes e integradas.
- **Criação de “Centros de Inteligência Curricular” em nível sistêmico:** Imagine um futuro em que dados anonimizados provenientes de diversas plataformas educacionais baseadas em IA sejam agregados de forma ética em nível distrital ou nacional. Esses “Centros de Inteligência Curricular” funcionariam como um sistema nervoso do setor educacional.
 - **Função:** Utilizando análises baseadas em IA, esses centros poderiam identificar padrões sistêmicos em tempo real, detectando concepções equivocadas recorrentes, distritos com dificuldades persistentes ou os percursos de aprendizagem mais eficazes para disciplinas específicas.
 - **Ação:** Isso criaria um poderoso ciclo de retroalimentação de dados, fornecendo insights acionáveis e baseados em evidências para desenvolvedores curriculares, editoras de livros didáticos e instituições de formação docente. Os dados deixariam de ser apenas uma ferramenta de monitoramento e passariam a atuar como instrumento formativo para a melhoria contínua em todo o sistema, enfrentando diretamente a lacuna entre o currículo pretendido e o currículo alcançado.

4.3.3. Questões e Preocupações Éticas

Embora os benefícios potenciais da IA no currículo da educação básica sejam significativos, é fundamental reconhecer e mitigar os riscos inerentes, especialmente no contexto do Sul Global.

- **Sobrecarga curricular:** Existe o risco real de ampliar ainda mais um currículo da educação básica já sobrecarregado ao simplesmente adicionar letramento em IA. O princípio orientador deve ser a integração, e não a mera adição de novos conteúdos.
- **Risco de ampliação das desigualdades:** Se iniciativas curriculares baseadas em IA beneficiarem principalmente escolas bem estruturadas ou estudantes que já possuem acesso e competências digitais, poderão aprofundar desigualdades educacionais existentes. Estratégias de implementação devem priorizar a equidade, garantindo que estudantes marginalizados, escolas rurais e pessoas com deficiência não sejam ainda mais deixados para trás. Alfabetização fundamental, numeracia e aprendizagem profunda devem permanecer prioridades, com a IA sendo explorada como ferramenta de apoio a esses objetivos, e não como distração.
- **Viés e falta de relevância contextual:** Algoritmos de IA são treinados com dados e, se esses dados refletirem vieses sociais existentes, as ferramentas podem perpetuar ou até amplificar tais vieses em conteúdos e avaliações educacionais. Além disso, ferramentas desenvolvidas em um contexto cultural podem não ser relevantes ou adequadas em outros. Garantir adaptação local, conjuntos de dados diversos e auditorias contínuas de viés é essencial. A não incorporação de línguas e conhecimentos locais pode marginalizar aprendizes, intensificar a homogeneização global e reduzir a relevância educacional.
- **Privacidade de dados e vigilância:** Ferramentas curriculares digitais frequentemente coletam dados de estudantes, por vezes sem salvaguardas ou transparência adequadas.

- **Influência comercial:** A dependência excessiva de elementos curriculares de IA fornecidos por empresas privadas pode enviesar a educação em direção a interesses comerciais, em detrimento de objetivos sociais ou centrados no aprendiz.
- **Equidade e voz:** Sem desenvolvimento participativo, reformas curriculares impulsionadas por IA podem silenciar vozes de educadores, comunidades e estudantes, comprometendo a legitimidade e a responsividade das mudanças.

4.3.4. Questões de Pesquisa Emergentes

Compreensivelmente, dado o ritmo acelerado do desenvolvimento e da aplicação da IA, grande parte das evidências atuais concentra-se em insumos e descrições de ferramentas de IA, em vez de em seus impactos de longo prazo. O campo necessita urgentemente explorar as seguintes questões de pesquisa orientadas a resultados.

Os desafios fundamentais delineados neste livro, como a criação de currículos vertical e horizontalmente coerentes, relevantes e alinhados aos objetivos nacionais, são problemas de design em nível sistêmico. Contudo, a maioria das aplicações atuais de IA consiste em ferramentas voltadas à implementação em sala de aula. Embora essenciais, essas ferramentas de entrega funcionam como remendos em um problema estrutural. Elas ajudam a administrar os sintomas, como lacunas de aprendizagem, mas ainda não enfrentam a causa raiz, como um currículo mal concebido ou desalinhado das necessidades dos estudantes.

- **Sobre o uso da IA para aprimorar o currículo (ensinar com IA):**
 - Qual é o impacto, sobre os estudantes, da aprendizagem com plataformas baseadas em IA no alcance dos objetivos pretendidos do currículo, no desenvolvimento de habilidades transferíveis de ordem superior e de competências sociais e colaborativas? Que impacto isso tem sobre a autonomia intelectual? Quais diferenças existem nos potenciais ganhos de aprendizagem entre diferentes perfis de estudantes? Embora plataformas adaptativas como o Mindspark e tutores generativos de IA do projeto-piloto de Edo State apresentem ganhos significativos de curto prazo, quais são os efeitos de longo prazo sobre os estudantes? Essas ferramentas fomentam aprendizes independentes e autorregulados, capazes de enfrentar tarefas cognitivamente desafiadoras, ou criam dependência, em que estudantes têm dificuldades sem o apoio da mediação da IA? Como o uso prolongado afeta a motivação, a curiosidade e as habilidades metacognitivas?
 - Qual é o impacto das ferramentas de IA que apoiam a instrução, como aquelas que permitem aos professores gerar planos de aula, personalizar o ensino ou localizar conteúdos contextualmente, sobre os resultados dos estudantes? Iniciativas como o RobotsMali e o projeto GPE KIX demonstram que a IA pode produzir rapidamente materiais localizados e culturalmente relevantes (International Development Research Centre, 2025). A questão crítica seguinte é: qual é o impacto mensurável desses materiais sobre a alfabetização, o engajamento e os resultados de aprendizagem, em comparação com recursos desenvolvidos por métodos tradicionais? Como a interação com conteúdos culturalmente sintonizados afeta o senso de identidade dos estudantes e sua conexão com a educação?

- Se comprovadamente eficazes, como iniciativas curriculares baseadas em IA podem ser escaladas de forma equitativa, adaptadas e localizadas em contextos diversos do Sul Global?
- O projeto-piloto de Edo State sugeriu que meninas, que começaram em desvantagem, obtiveram maiores ganhos com tutoria por IA. Esse achado é replicável em larga escala e em diferentes disciplinas e contextos culturais? Quão eficazes são as ferramentas curriculares atuais baseadas em IA para estudantes com deficiência (além de ferramentas de tradução como a da Universidade de Maseno), aprendizes neurodivergentes e estudantes de minorias linguísticas? Estamos efetivamente reduzindo lacunas de desempenho ou criando novas formas de desigualdade digital?
- Como o feedback de estudantes, professores e dados gerados por IA pode ser utilizado de forma segura e significativa para orientar a melhoria iterativa do currículo?
- O caso da Nova Escola mostra que professores economizam de 30 a 60 minutos no planejamento das aulas, mas permanece uma questão central: como esse tempo economizado é realocado? Ele se converte de modo consistente em atividades de maior valor pedagógico, como feedback personalizado aos estudantes, instrução em pequenos grupos e reflexão pedagógica mais aprofundada, ou é absorvido por outras tarefas administrativas? Qual é o efeito demonstrável sobre a qualidade do currículo implementado?
- As ferramentas de IA podem efetivamente reduzir as lacunas sistêmicas entre o currículo pretendido, o implementado e o alcançado? Por exemplo, se uma ferramenta de IA ajuda um professor a criar um plano de aula alinhado a objetivos baseados em competências, essa mudança no currículo

implementado leva a melhor desempenho em avaliações que medem essas competências específicas, reduzindo a distância em relação ao currículo alcançado?

- **Sobre o currículo de IA (ensinar sobre IA):**
 - Avaliação de competências autênticas em IA: Currículos nacionais na China, nos Emirados Árabes Unidos e no Uruguai buscam desenvolver competências como “habilidades de colaboração humano-IA”, “pensamento crítico” e um “forte senso de ética tecnológica”. Como essas habilidades complexas e não técnicas podem ser avaliadas de forma confiável? Que novas formas de avaliação são necessárias, indo além de questões de múltipla escolha, para medir como os estudantes aplicam princípios éticos e pensamento crítico a cenários reais envolvendo IA?
 - Eficácia comparativa de modelos curriculares: Quais são os resultados de longo prazo de diferentes modelos nacionais para o ensino sobre IA? Por exemplo, será que o mandato abrangente e conduzido pelo Estado na China produz habilidades e perspectivas éticas diferentes em comparação com o marco do Uruguai, baseado em pensamento computacional, ou com a abordagem integrada dos Emirados Árabes Unidos? Quais modelos são mais eficazes para preparar os estudantes não apenas para o trabalho, mas para uma cidadania crítica e engajada em um mundo moldado pela IA?
 - Quais mecanismos de governança protegem contra a exploração comercial ou os vieses em plataformas curriculares baseadas em IA?
 - Como a formação continuada de professores e os sistemas de avaliação podem apoiar reformas curriculares que utilizam IA?

Em síntese, este capítulo demonstra que a integração da IA ao currículo oferece potencial para apoiar aprendizagens relevantes e oportunas, mas as evidências de transformação e de impacto sobre os resultados dos estudantes, especialmente entre os aprendizes mais desfavorecidos, ainda são limitadas. Um impacto duradouro e equitativo exige que a inovação curricular esteja enraizada no contexto local, alinhada a reformas sistêmicas e desenvolvida em parceria com educadores e comunidades. As lições para os atores envolvidos são claras: mudanças significativas não advirão de projetos isolados de currículo digital, mas de esforços integrados e em escala sistêmica, que posicione a IA como um elemento dentro de um ecossistema educacional mais amplo, justo e responsivo.

Referências

- Arakelian, V., Diaz, V., Garófalo, L., & Lafourcade, P. (2025). A pedagogical framework to teach artificial intelligence from an Uruguayan experience. *Proceedings of the 17th International Conference on Computer Supported Education*, 1, 209–220. SciTePress.
- Asebiomo, A. M. (2015). Moving with global trends in curriculum innovation: Mitigating the challenges of curriculum implementation for effective teaching and learning in Nigeria. *International Journal of Managerial Studies and Research*, 3(1), 26–33.
- Beatty, A., & Pritchett, L. (2012). *From schooling goals to learning goals: How fast can student learning improve?* (CGD Policy Paper 012). Center for Global Development. <http://www.cgdev.org/content/publications/detail/1426531>

- Ceibal. (2025). *A pedagogical framework to teach Artificial Intelligence from an Uruguayan experience*. https://documentos.ceibal.edu.uy/portal/2025/03/CSEDU_2025_142_CR.pdf
- Chirwa, G. W., Banda, E., & Mwakapenda, W. (2022). *Challenges facing the implementation of the new secondary school curriculum in Malawi*. Afrika Focus.
- Cho, J.-E. (2025). *AI textbooks to arrive in Korea—The good, the bad, and the ugly*. World Education Blog. <https://world-education-blog.org/2025/01/03/ai-textbooks-to-arrive-in-korea-the-good-the-bad-and-the-ugly/>
- EdReports.org. (2021, August 24). *Quality curriculum drives evidence-based teacher practices*. <https://edreports.org/resources/article/quality-curriculum-drives-evidence-based-teacher-practices>
- Fomiškina, J., Woogen, E., Peiris, A., Abdulrazzak, S., & Cameron, E. (2021). Nurturing every learner's potential: Education reform in Kenya. In F. M. Reimers (Ed.), *Implementing deeper learning and 21st century education reforms*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57039-2_6
- Gory, D., Bhatia, J., & Reddy, V. R. M. (2021). From content knowledge to competencies and exams to exit profiles: Education reform in Zimbabwe. In F. M. Reimers (Ed.), *Implementing deeper learning and 21st century education reforms*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57039-2_7
- Gurung, G. B., Moltow, D., & Brett, P. (2019). Exploring the influence of the curriculum on student learning in culturally and ethnically diverse classroom contexts: Praxis, paradoxes and perspectives of stakeholders. *Waikato Journal of Education*, 24(2), 53–64. <https://doi.org/10.15663/wje.v24i2.671>
- Hwa, Y.-Y., Kaffenberger, M., & Silberstein, J. (2020). *Aligning levels of instruction with goals and the needs of students (ALIGNS)*:

A framework for varied approaches, with a common purpose.

RISE Programme. <https://riseprogramme.org/publications/aligning-levels-instruction-goals-and-needs-students-aligns-varied-approaches-common.html>

- Índice. (2025). *Plu, the intelligent assistant set to revolutionize education in Brazilian schools*. <https://indicelatam.cl/plu-the-intelligent-assistant-set-to-revolutionize-education-in-brazilian-schools/>
- International Development Research Centre. (2025). *From commitment to action: Advancing the use of AI in education in Africa*. <https://www.gpekix.org/blog/commitment-action-advancing-use-ai-education-africa-through-regional-collaboration-and>
- Jansen, J. D. (1998). Curriculum Reform in South Africa: A critical analysis of outcomes-based education. *Cambridge Journal of Education*, 28(3), 321–331. <https://doi.org/10.1080/0305764980280305>
- Learning Equality. (n.d.). *About Kolibri*. <https://learningequality.org/kolibri/about-kolibri/>
- Linden, T. (2017, June 12). *Over-loaded, over-ambitious, and under-focused? Three key problems with curriculum, and what to do about them*. World Bank Blogs|Education for Global Development. <https://blogs.worldbank.org/en/education/over-loaded-over-ambitious-and-under-focused-three-key-problems-curriculum-and>
- Microsoft. (2025). *From skepticism to success: How AI is helping teachers transform classrooms in Peru*. Microsoft Source. <https://news.microsoft.com/source/latam/features/ai/world-bank-peru-teachers-copilot/?lang=en>

- Ministry of Education of the People's Republic of China. (2024). *MOE responds to proposal for AI education*. http://en.moe.gov.cn/news/press_releases/202412/t20241210_1166454.html
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2013). *TIMSS 2015 assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- National Research Council. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13398>
- Ngwenya, V. C. (2020). Curriculum implementation challenges encountered by primary school teachers in Bulawayo metropolitan province, Zimbabwe. *Africa Education Review*, 17(2), 158–176.
- OECD. (2015). *Future of education and skills 2030/2040*. <https://www.oecd.org/en/about/projects/future-of-education-and-skills-2030.html>
- RAND Corporation. (2021). *Coherence in K-12 instructional systems: What we know and where we can go*. https://www.rand.org/pubs/research_briefs/RBA279-1.html
- Reimers, F. (Ed.). (2020). *Audacious education purposes*. Springer.
- Reimers, F., & Chung, C. (Eds.). (2016). *Teaching and learning in the 21st century*. Harvard Education Press.
- Schmidt, W. H., & Prawat, R. S. (2006). Curriculum coherence and national control of education: Does it matter? *Journal of Curriculum Studies*, 38(6), 631–648.

- Schweisfurth, M. (2013). *Learner-centred education in international perspective: Whose pedagogy for whose development?* Routledge.
- UNESCO. (2017). *Global Education Monitoring Report 2017/8: Accountability in education: Meeting our commitments*. UNESCO. <https://doi.org/10.54676/VVRO7638>.
- UNESCO. (2022). *K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>
- UNESCO. (2023). *Curriculum in transformation mode: Rethinking curriculum for the, transformation of education and education systems*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387188>
- World Bank. (2025). *From chalkboards to chatbots: Transforming learning in Nigeria, one prompt at a time*. World Bank Blogs. <https://blogs.worldbank.org/en/education/From-chalkboards-to-chatbots-Transforming-learning-in-Nigeria>

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Licença Internacional Creative Commons Atribuição–Não Comercial–Sem Derivações 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite qualquer uso não comercial, compartilhamento, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja atribuído o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, seja fornecido um link para a licença Creative Commons e seja indicado se o material licenciado foi modificado. Esta licença não concede permissão para compartilhar material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros incluídos neste capítulo estão cobertos pela licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário em uma linha de crédito específica. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente com o detentor dos direitos autorais

CAPÍTULO 5

Avaliação e IA

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_5

5.1. Introdução: A visão a partir de Accra

Uma alta funcionária do Ministério da Educação de Gana está sentada à sua mesa em Accra. Diante dela repousam dois documentos: um que conta uma história de aspiração e outro, uma história de inércia. O primeiro é o ambicioso novo marco curricular baseado em competências de Gana, um material bem estruturado, repleto da linguagem da transformação: pensamento crítico, colaboração, resolução de problemas. O segundo é uma planilha em preto e branco com os resultados mais recentes dos exames nacionais. Ela conta uma história diferente. Os distritos com melhor desempenho são, previsivelmente, aqueles mais habilidosos em treinar estudantes para a memorização mecânica, prática que o novo currículo foi concebido justamente para superar. Essa cena, que se repete em ministérios de todo o Sul Global, encapsula a tensão das reformas educacionais contemporâneas: o abismo entre o que os sistemas educacionais desejam medir e o que seus sistemas de avaliação herdados conseguem medir e, de fato, incentivar nas práticas de ensino em sala de aula, pois aquilo que medimos e a forma como medimos tornam-se aquilo que realmente importa.

Este capítulo argumenta que a integração cuidadosa da IA oferece uma oportunidade de resolver esse paradoxo. Ela apresenta um caminho para a transição de avaliações que servem principalmente à responsabilização, o que chamamos de avaliação somativa, para avaliações que impulsionam e moldam ativamente a aprendizagem, prática conhecida como avaliação formativa. Contudo, esta não é uma narrativa de inevitabilidade tecnológica. Adotando o princípio do agnosticismo de mente aberta que orienta este livro, demonstraremos que, sem um desenho deliberado, baseado em evidências e orientado pela equidade, bem como uma governança adequada, a IA corre o risco de se tornar uma ferramenta de vigilância sem precedentes, aprofundando a própria crise de aprendizagem que pretende resolver. A questão central não é se a IA transformará a avaliação, mas como

podemos direcionar seu desenvolvimento para uma transformação educacional genuína, em vez de meros ganhos de eficiência em um modelo herdado da era industrial.

O mais recente Relatório Global de Monitoramento da Educação da UNESCO (2023) oferece orientações essenciais para sistemas educacionais que consideram a integração de tecnologia e IA na avaliação dos estudantes. Ele destaca que, embora avaliações digitais e baseadas em IA possam aumentar a eficiência, criar novas formas de monitorar a aprendizagem e até ampliar o alcance da avaliação para aprendizes anteriormente desatendidos, seu impacto não é garantidamente benéfico em todos os contextos.

Uma lição central é que a tecnologia não constitui um atalho para uma avaliação melhor; seu uso deve estar fundamentado em uma compreensão clara das realidades locais. Em muitos contextos, o acesso desigual a dispositivos, conectividade à internet ou competências digitais pode ampliar as lacunas de avaliação, em vez de reduzi-las. Há também o risco de que a dependência de correção automatizada e de avaliações algorítmicas reforce vieses ou marginalize dimensões da aprendizagem, como criatividade, colaboração e habilidades socioemocionais, que resistem à quantificação simples (UNESCO, 2023).

Uma avaliação digital eficaz deve, portanto, buscar equilíbrio: aproveitar o potencial da IA e da tecnologia para aprimorar o desenvolvimento e o uso de resultados de avaliações formativas e somativas, preservando ao mesmo tempo o papel insubstituível dos educadores na interpretação dos resultados, no apoio aos estudantes e na garantia de justiça e contextualização. Devem existir marcos robustos que assegurem privacidade de dados, equidade de acesso e uso ético das informações de avaliação dos estudantes.

Em última instância, a integração da IA às avaliações deve fazer parte de uma reforma mais ampla em nível sistêmico, alinhada ao currículo e à pedagogia, concebida para apoiar, e não restringir, tanto es-

tudantes quanto professores. Onde a tecnologia for adotada, ela deve servir ao objetivo de promover aprendizagens mais profundas, justas e significativas para todos, e não apenas uma correção mais eficiente.

5.2. O Paradoxo da Avaliação: Problemas, Contexto e Desafios

A ideia de que a avaliação dos conhecimentos e habilidades dos estudantes deve desempenhar um papel no processo educacional e na governança dos sistemas de ensino é relativamente recente. Na verdade, é muito mais recente do que a aceitação da ideia de que todas as crianças devem ser educadas, compromisso global formalmente adotado apenas em 1948, quando a educação foi incluída como um dos direitos na Declaração Universal dos Direitos Humanos. Somente em 1960 um grupo de educadores propôs que a avaliação dos conhecimentos e habilidades dos estudantes em diferentes sistemas educacionais poderia ser utilizada para identificar práticas e políticas educacionais benéficas. Essa ideia foi proposta por Torsten Husén, educador sueco, e levou à criação da International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). O primeiro estudo da IEA foi conduzido em 1960, avaliando matemática, leitura, geografia e ciências entre estudantes de 13 anos em 12 países. Nos Estados Unidos, apenas em 1966 um estudo de referência sobre os conhecimentos e habilidades de concluintes do ensino médio, encomendado pelo Departamento de Educação, passou a focar a aprendizagem como resultado central de interesse para examinar o impacto da educação e das políticas sociais.

Outra forma de avaliação emergiu simultaneamente ao interesse em medir os resultados da aprendizagem dos estudantes, como parte do desenvolvimento do campo dos estudos curriculares: a avaliação

formativa. Tratava-se de uma avaliação com o propósito de aprimorar o currículo, uma ideia introduzida de forma independente por Michael Scriven e Benjamin Bloom no final dos anos 1960.

Em grande parte do Sul Global, contudo, as políticas educacionais basearam-se principalmente em medidas de acesso à educação e progressão escolar como resultados de interesse até o final das décadas de 1970 e 1980. A incorporação da avaliação dos conhecimentos dos estudantes como instrumento de política pública foi impulsionada por agências internacionais de desenvolvimento, no contexto de programas de assistência internacional na década de 1980. Nos anos 1990, uma conferência global de educação convocada pela ONU e parceiros de desenvolvimento, realizada em Jomtien, na Tailândia, emitiu uma declaração reafirmando a educação como prioridade do desenvolvimento, enfatizando a aprendizagem como resultado central da educação. Isso forneceu a base intelectual para o desenvolvimento de sistemas nacionais de avaliação como prioridade fundamental das políticas educacionais.

Diferentes formas de avaliação antecedem esses esforços formais de mensurar conhecimentos e habilidades estudantis como parte dos processos de melhoria educacional. Entre elas estão as avaliações realizadas por professores e escolas para decidir a promoção dos estudantes de um ano para outro e para determinar se concluíram com sucesso um curso de estudos. Essas avaliações de altas consequências, muitas vezes baseadas em julgamentos docentes, foram em diversos casos concebidas mais para alocar as escassas vagas disponíveis em um nível educacional aos candidatos que concluíam o nível anterior, do que para informar o processo de ensino e aprendizagem. Na mesma tradição, situam-se avaliações de aptidões e habilidades usadas para selecionar indivíduos para ocupações específicas, como o serviço militar.

A prática da avaliação educacional no Sul Global, enquanto ferramenta do repertório de esforços de melhoria educacional, é fortemente moldada pela capacidade de realizar avaliações adequadas com instrumentos de propriedades psicométricas conhecidas, pela cultura institucional e por uma série de outras pressões políticas.

A Influência da Avaliação sobre a Instrução

Duas características da avaliação dos conhecimentos dos estudantes constituem importantes restrições à melhoria educacional. A primeira é que, em grande parte do Sul Global, particularmente em ex-colônias britânicas, o exame de altas consequências utilizado para determinar quais estudantes concluíram satisfatoriamente um nível de ensino e, portanto, estão aptos a transitar para o nível seguinte, é o sol em torno do qual orbita todo o sistema educacional. Esses testes, como o Matriculation, O Levels e A Levels, aplicados ao final do ensino primário, secundário inferior ou secundário superior, dependendo do sistema educacional, funcionam como o principal mecanismo de responsabilização, seleção de estudantes e avaliação docente. Suas consequências são profundas, determinando a progressão do estudante ao próximo nível de ensino, sua elegibilidade para bolsas de estudo e, muitas vezes, sua trajetória de vida (Kellaghan & Greaney, 2001).

A segunda característica da avaliação com impacto sobre a melhoria educacional é que muitas avaliações no Sul Global se concentram em habilidades cognitivas de baixa ordem, medindo a memorização de curto prazo, pois estas são mais fáceis de avaliar.

Esses dois fatores, a natureza de altas consequências das avaliações e a maior viabilidade de medir habilidades cognitivas de baixa ordem, criam um poderoso conjunto de incentivos perversos. O mais amplamente documentado é o estreitamento do currículo, fenômeno em que escolas e professores, sob intensa pressão para obter bons resultados, concentram-se exclusivamente nos conteúdos e formatos

que provavelmente aparecerão no exame (Au, 2007). Disciplinas não avaliadas são negligenciadas e, mesmo dentro das disciplinas avaliadas, a compreensão conceitual profunda é sacrificada em favor da memorização de fatos e procedimentos. Isso gera um desalinhamento fundamental entre o currículo pretendido, que pode defender competências do século 21, e o currículo implementado, ditado pelo exame (D'Angelo, 2021). O exame torna-se o currículo de facto, diluindo a intenção de reformas ambiciosas.

Essa dinâmica revela um gargalo sistêmico crítico. Mesmo com um currículo progressista, como discutido no Cap. 4, e professores bem apoiados, como será abordado no Cap. 6, o sistema não pode se transformar enquanto a medida final de sucesso permanecer um exame tradicional e restrito. Avaliações tradicionais têm dificuldade em fornecer feedback oportuno e personalizado, em avaliar habilidades de ordem superior como pensamento crítico, criatividade e colaboração (Swiecki et al., 2022; Hopfenbeck et al., 2023; Fan et al., 2023a, 2023b, 2023c) ou em atender às necessidades diversas dos aprendizes, exacerbando desigualdades e limitando oportunidades de aprendizagem formativa (Saal et al., 2025a, 2025b; Funda & Mbangeleli, 2024). A falta de formação docente em design e interpretação de avaliações restringe ainda mais o uso eficaz da avaliação para fins de melhoria (González-Calatayud et al., 2021a, 2021b).

Esses exames, portanto, frequentemente aprofundam as desigualdades descritas no Cap. 2. Tendem a penalizar estudantes de origens desfavorecidas, de escolas rurais com poucos recursos, de famílias de baixa renda, que falam uma língua minoritária em casa ou que têm menor acesso aos recursos necessários para uma preparação intensiva para testes. Em vez de constituir uma medida neutra de mérito, o exame de alta relevância pode se tornar um instrumento de reprodução da estratificação social, convertendo privilégio em mérito.

A Promessa Não Realizada da Avaliação Formativa

Como mencionado, a avaliação educacional surgiu, ao menos em algumas tradições intelectuais, com um propósito claramente formativo. Nessa tradição da avaliação formativa, frequentemente chamada de “avaliação para a aprendizagem”, o processo avaliativo não é um evento único, mas um processo contínuo de coleta de evidências sobre a compreensão dos estudantes, a fim de fornecer feedback em tempo real que modifique as atividades de ensino e aprendizagem (UNESCO, n.d.-a, n.d.-b). Quando eficaz, trata-se de uma das alavancas mais poderosas para melhorar os resultados dos estudantes (Tao, 2025).

Ainda assim, no Sul Global, há um uso muito limitado da avaliação com finalidade formativa por razões estruturais. Em salas de aula com 50, 60 ou mais estudantes, avaliar os alunos com frequência é uma tarefa extremamente difícil (Van der Nest et al., 2018). A isso somam-se os desafios da capacidade docente, que serão discutidos no Cap. 6, resultando em falta de formação profissional contínua e prática para que professores dominem técnicas formativas. Além disso, os docentes frequentemente estão sobrecarregados por tarefas administrativas (Rahman et al., 2021). Por fim, em alguns sistemas, toda a cultura escolar, impulsionada por exames de alta relevância, é orientada para a responsabilização somativa, deixando pouco espaço para avaliações que não sejam classificatórias (UNESCO, n.d.-a, n.d.-b).

Em alguns casos, a lógica da avaliação somativa chegou até mesmo a cooptar práticas formativas, com notas de questionários e atividades em sala de aula sendo utilizadas para decisões de promoção escolar, retirando delas seu caráter de baixas consequências, diagnóstico e potencialmente formativo (Tsuruta & Kuroda, 2021).

O desafio de avaliar competências do século 21 e habilidades “unicamente humanas”

Esses desafios são agravados por uma crescente crise de mensuração. À medida que as economias evoluem, há um consenso global de que a educação deve cultivar um conjunto mais amplo de habilidades transferíveis e genuinamente humanas, como colaboração, criatividade, pensamento crítico e comunicação, competências resistentes à automação. No entanto, essas habilidades complexas são notoriamente difíceis de avaliar por meio de testes tradicionais em papel e lápis.

As ferramentas de avaliação existentes foram, em grande parte, desenvolvidas e validadas em contextos de alta renda. Elas não podem simplesmente ser transplantadas para outros contextos em que o idioma pode ser diferente, as referências culturais desconhecidas e os requisitos tecnológicos proibitivos (Ramírez-Casas-Del-Valle et al., 2023). Uma avaliação baseada em jogos para a resolução de problemas, desenvolvida nos Estados Unidos, pode ser inválida em uma escola rural do Haiti, onde os estudantes não utilizaram computadores e não estão familiarizados com o enredo cultural do jogo. Isso cria uma lacuna crítica: os sistemas educacionais são incentivados a ensinar competências para as quais não dispõem de formas confiáveis, válidas ou escaláveis de mensuração e avaliação.

5.3. Avaliação Reimaginada: O que a IA pode fazer

Embora o cenário atual esteja repleto de desafios, a IA oferece um conjunto de capacidades que, se orientadas de forma adequada, podem reformular de maneira fundamental o propósito e a prática da avaliação. Não se trata apenas de aprimorar práticas existentes, mas

de possibilitar paradigmas de compreensão e de apoio à aprendizagem dos estudantes que antes eram considerados acessíveis apenas a poucos privilegiados, e não em escala (Tabela 5.1).

Do episódico ao contínuo: o ciclo de feedback formativo impulsionado pela IA

Imagine um futuro em que a avaliação não seja um evento temido, mas um processo ubíquo e contínuo, incorporado para apoiar o próprio processo de aprendizagem. Plataformas de aprendizagem adaptativa e sistemas de tutoria inteligente baseados em IA podem fornecer aos estudantes um fluxo contínuo de feedback personalizado e em tempo real (Tao, 2025). Enquanto um estudante na Índia resolve um problema de matemática em um tablet, a IA pode detectar não apenas que a resposta final está incorreta, mas por que está incorreta, identificando o equívoco conceitual específico no momento em que ocorre e oferecendo uma dica direcionada ou um tipo diferente de problema para corrigi-lo (Gjermeni & Prodani, 2024). Essas plataformas adaptativas também podem oferecer instrução adicional em domínios que o estudante ainda não domina, enquanto aquele que já compreendeu um conceito pode avançar para aprender novas habilidades, garantindo que todos sejam desafiados de forma adequada. Isso transforma a avaliação de um julgamento somativo em um diálogo formativo, superando diretamente as barreiras do tamanho das turmas e da carga de trabalho docente que historicamente limitaram o alcance da avaliação formativa.

Tabela 5.1 - O que a IA pode fazer

Principais desafios da avaliação	Oportunidades e intervenções potenciais impulsionadas por IA
Exames de altas consequências impulsionando a memorização mecânica e o estreitamento do currículo	Transição da responsabilização somativa para a aprendizagem formativa: • Feedback formativo impulsionado por IA pode ser incorporado a plataformas de aprendizagem para fornecer um diálogo contínuo e em tempo real, capaz de modificar o ensino e a aprendizagem. • Avaliação por portfólio baseada em IA pode analisar o conjunto completo de produções de um estudante ao longo do tempo para gerar um perfil holístico de competências, indo além de uma única nota de exame
Dificuldade em avaliar competências complexas do século 21 (como colaboração e criatividade)	IA para tornar visíveis habilidades invisíveis: • Simulações analisadas por IA ou plataformas educacionais podem avaliar a colaboração ao medir contribuições individuais, padrões de comunicação e dinâmicas de equipe em ambientes baseados em jogos ou por meio da análise de dados de chats e transcrições. A Análise do Processo Criativo permite que a IA avalie o pensamento crítico examinando como o estudante interage com ferramentas generativas, analisando seus comandos, rascunhos e a evolução das ideias, em vez de considerar apenas o produto final.
Falta de feedback oportuno e personalizado, especialmente em turmas numerosas	IA para feedback personalizado, em tempo real e em escala: • Sistemas Tutores Inteligentes (ITS) e plataformas adaptativas podem detectar não apenas que uma resposta está incorreta, mas também por que está incorreta, oferecendo apoio direcionado no exato momento em que o erro ocorre
Avaliações importadas sem validade cultural e linguística no Sul Global	Avaliação por IA cultural e linguisticamente adaptativa: • IA generativa pode criar itens de avaliação profundamente inseridos em contextos e línguas locais (por exemplo, utilizando exemplos de ecossistemas da região para avaliar conceitos de biologia), tornando a avaliação mais justa e significativa

Tornando o invisível visível: avaliando competências complexas

O potencial mais transformador da IA talvez resida em sua capacidade de avaliar habilidades complexas e orientadas ao processo que os testes tradicionais não conseguem captar.

Colaboração: Em ambientes simulados e baseados em jogos, ou por meio da análise de chats e transcrições de fala, a IA pode examinar a dinâmica de equipes de estudantes trabalhando para resolver um problema. Ela pode ir além de uma simples nota de grupo, medindo contribuições individuais, padrões de comunicação, alternância de turnos e uso de linguagem inclusiva, fornecendo uma avaliação rica e baseada em evidências das competências de colaboração que antes eram impossíveis de captar em escala (Andrews-Todd & Kerr, 2019).

- **Criatividade e pensamento crítico:** Em vez de avaliar apenas um ensaio final, um sistema de IA pode analisar todo o processo criativo. Ao examinar a interação do estudante com uma ferramenta de IA generativa, os prompts que elabora, os rascunhos que descarta e as fontes que sintetiza, é possível avaliar sua capacidade de iterar, refinar ideias e questionar pressupostos. O foco desloca-se do artefato final para o pensamento que o sustenta.
- **Avaliação por portfólio baseada em IA:** Indo além da atribuição de escores pontuais, a IA pode analisar o conjunto completo de produções de um estudante ao longo de meses ou anos, como redações, relatórios de laboratório, códigos, criações artísticas e contribuições em projetos. Ao identificar padrões e trajetórias de desenvolvimento nesse portfólio diversificado, a IA pode gerar um perfil holístico e multidimensional das competências do estudante, oferecendo uma visão muito mais significativa de suas capacidades do que qualquer nota isolada de exame poderia proporcionar (Mafanga, 2024).

Avaliação em seus próprios termos: IA cultural e linguisticamente adaptativa

Talvez de forma mais crucial para o Sul Global, a IA ofereça o potencial de resolver a crise de validade das avaliações importadas. A IA generativa pode ser utilizada para criar itens de avaliação que não sejam apenas traduzidos, mas profundamente inseridos em contextos culturais e locais. Imagine uma avaliação de ciências em Gana que utilize exemplos de ecossistemas locais e práticas agrícolas tradicionais para testar conceitos de biologia, ou um exame de história no Peru que se baseie em tradições orais locais (Onyebuchi et al., 2025). Ao alinhar-se às experiências vividas dos estudantes, essas avaliações podem medir com maior precisão a compreensão dos conceitos centrais, em vez da familiaridade com um contexto cultural estrangeiro, tornando a avaliação mais justa e significativa.

Assim, a IA oferece potencial para apoiar a avaliação por meio da automação da correção, da geração de testes adaptativos e do fornecimento de feedback personalizado em tempo real (Owan et al., 2023a, 2023b; Fan et al., 2023a, 2023b, 2023c). A IA generativa pode criar itens de avaliação diversos e contextualmente relevantes, simular cenários complexos de resolução de problemas e apoiar a avaliação holística de habilidades como criatividade, colaboração e pensamento crítico (Mao et al., 2023; Owan et al., 2023a, 2023b). No Sul Global, a IA pode contribuir para reduzir lacunas de recursos, apoiar avaliações multilíngues e inclusivas e possibilitar a avaliação formativa em larga escala mesmo em contextos com poucos recursos (Saal et al., 2025a, 2025b). Análises baseadas em IA também podem ajudar a identificar estudantes em risco e orientar intervenções direcionadas (Borna et al., 2024; Cruz-Jesus et al., 2020). Olhando para o futuro, a IA pode facilitar avaliações contínuas e integradas, alinhadas à visão educacional mais ampla apresentada nos capítulos anteriores.

5.4. Avaliação e IA na prática: o que a IA está fazendo

A jornada da imaginação à implementação já está em curso, mas as evidências revelam um campo que avança em duas direções distintas: uma voltada para aprimorar o modelo antigo e outra que busca criar um modelo novo (Tabela 5.2).

Aprimoramento: Automatizando o Modelo Antigo

Grande parte da aplicação atual da IA na avaliação concentra-se em tornar mais eficientes práticas existentes, muitas vezes problemáticas.

- **Sistemas de correção automatizada:** Ferramentas de IA estão sendo cada vez mais utilizadas para corrigir tanto questões de múltipla escolha quanto, com sofisticação crescente, respostas abertas escritas. Os principais benefícios são rapidez e consistência, o que pode reduzir significativamente a carga de trabalho docente. Esses usos são possíveis inclusive em contextos em que o acesso à internet é irregular e os estudantes não dispõem de dispositivos computacionais. No entanto, trata-se, em grande medida, de um movimento de aprimoramento, e não de transformação.

Tabela 5.2 - O que a IA está fazendo

Categoria	Descrição	Exemplos e evidências do capítulo
Correção automatizada e avaliação formativa	Uso de IA para automatizar a correção do trabalho dos estudantes e fornecer aos professores ferramentas de avaliação formativa para identificar lacunas de aprendizagem	• Geral: O Countingwell tem sido utilizado para avaliações formativas em matemática. • Libéria: Um chatbot baseado em IA está sendo usado para ajudar estudantes a se prepararem para os exames do WAEC- Conselho de Exames da África Ocidental (West African Examinations Council). • África do Sul: projeto EGRA AI para avaliar a leitura inicial em línguas africanas Brasil: AIED Unplugged para correção de redações manuscritas
Testes adaptativos e personalizados	Emprego de algoritmos para ajustar, em tempo real, a dificuldade das questões de avaliação com base no desempenho dos estudantes, fornecendo uma medida mais precisa de suas habilidades	• Uruguai: Plataforma SEA+ para atividades de aprendizagem personalizadas. • Colômbia: Plataforma OE Saber para prática personalizada do exame de ingresso universitário. • Índia: Plataforma de aprendizagem adaptativa Mindspark
Fiscalização de provas e integridade dos exames impulsionadas por IA	Uso de IA com webcams e algoritmos para monitorar estudantes durante exames remotos e detectar possíveis casos de fraude	África do Sul: Uso de serviços de fiscalização de provas baseados em IA (AI proctoring) no ensino superior
Avaliação de competências do século 21	Uso de IA em ambientes simulados ou baseados em jogos para medir competências complexas, como colaboração e resolução de problemas	Brasil: Plataforma Icapiedu, que utiliza narrativas gamificadas para identificar indícios de bullying e desenvolver habilidades socioemocionais

Isso torna o modelo somativo tradicional mais rápido, mas não altera fundamentalmente sua natureza nem enfrenta suas limitações na avaliação de pensamentos complexos e nuanceados.

Sistemas de correção automatizada e ferramentas de avaliação baseadas em IA estão sendo cada vez mais utilizados para fornecer avaliação rápida e consistente do trabalho dos estudantes (González-Calatayud et al., 2021a, 2021b; Martínez-Comesaña et al., 2023). A IA pode analisar grandes conjuntos de dados para prever o desempenho estudantil, identificar alunos em risco e fornecer informações aos educadores, possibilitando intervenções mais precoces e tomadas de decisão orientadas por dados (Durães et al., 2024; Martin, 2023). Um exemplo de assistente para professores de Matemática é o Countingwell, ferramenta que apoia a realização de avaliações formativas e orienta docentes sobre como enfrentar lacunas de aprendizagem, incluindo o fornecimento de recursos e planos de aprendizagem experiencial. Na educação matemática, a robótica e os sistemas de “agentes ensináveis” permitem uma aprendizagem e avaliação interativas, com impactos positivos na compreensão conceitual e na aquisição de habilidades (Hidayat et al., 2022). Na Colômbia, por exemplo, o OE Saber é uma plataforma que prepara estudantes do ensino médio para o exame de ingresso universitário, criando um percurso de estudo personalizado para cada aluno (Rivas, 2025). No Uruguai, o SEA+ avalia conhecimentos e habilidades dos estudantes em Matemática, Língua e Ciências, fornecendo feedback imediato e atividades de aprendizagem personalizadas.

Outro exemplo vem do Center for Integrated Solutions (CIS), que está desenvolvendo uma ferramenta educacional para aprimorar a experiência de aprendizagem de estudantes que se preparam para os exames do WAEC na Libéria. Essa ferramenta consiste em um chatbot alimentado por IA, que utiliza modelos especializados de linguagem (LLMs) para cada área disciplinar do currículo do WAEC. O chatbot fornecerá apoio à aprendizagem personalizado, acessível e eficaz, adaptado de maneira singular às necessidades de cada estudante (AI for Education, n.d.-a).

Ou, na África do Sul, com o projeto EGRA AI, modelos de IA estão sendo utilizados para avaliar automaticamente as habilidades iniciais de leitura de crianças — como reconhecimento de sons das letras e leitura de palavras — em línguas africanas (AI for Education, n.d.-a).

- **Fiscalização de provas baseada em IA:** O aumento do ensino online impulsionou o crescimento dos serviços de supervisão com inteligência artificial, que utilizam webcams e algoritmos para monitorar os alunos em busca de sinais de fraude durante exames remotos. Essa tecnologia tem sido adotada no ensino superior em países como a África do Sul (Tamassia, 2020). Embora seja apresentada como uma ferramenta para a integridade acadêmica, a supervisão por IA reforça fortemente o paradigma de alto risco e alta vigilância dos exames tradicionais. Ela levanta questões éticas profundas sobre a privacidade dos alunos e cria uma relação potencialmente adversária entre o aluno e o sistema de avaliação (Vloeberghs et al., 2022).

Transformação: possibilitando um novo paradigma de avaliação.

Paralelamente a essas aplicações orientadas pela eficiência, começa a emergir um paradigma mais transformador, centrado na personalização e na adaptação.

- **Testes Adaptativos Computadorizados (CAT):** Um avanço significativo em relação aos testes tradicionais de formato fixo, o CAT utiliza algoritmos para ajustar a avaliação a cada estudante em tempo real. Se o estudante responde corretamente, a próxima questão torna-se mais difícil; se responde incorretamente, torna-se mais fácil. Essa abordagem, juntamente com sua variante, o Teste Adaptativo em Múltiplas Etapas (MSAT), permite uma medição muito mais precisa e eficiente do nível de habilidade de cada estudante, especialmente daqueles nos extremos superior e inferior do desempenho, que são mal atendidos por testes padronizados de tamanho único (J-PAL, 2019).

- **Sistemas Tutores Inteligentes (ITS):** São plataformas computacionais que utilizam IA para oferecer instrução e feedback individualizados aos aprendizes (Fang et al., 2019). Representam a integração entre avaliação formativa e ensino personalizado. Esses sistemas frequentemente empregam algoritmos avançados para adaptar conteúdos e métodos instrucionais com base nas interações e no progresso de cada estudante, proporcionando uma experiência de aprendizagem personalizada.

Uma análise cuidadosa dessas plataformas de aprendizagem adaptativa revela uma tensão fundamental no cerne do design da IA para a educação no Sul Global: o equilíbrio entre infraestrutura e pedagogia. A Eneza Education alcança notáveis níveis de escala e equidade de acesso ao utilizar SMS de baixa tecnologia, que funciona em celulares simples sem internet (UNESCO, n.d.-a, n.d.-b). Contudo, essa escolha tecnológica limita a profundidade pedagógica a questionários básicos. No extremo oposto, o Mindspark oferece uma avaliação adaptativa altamente sofisticada, que produz ganhos de aprendizagem expressivos e rigorosamente documentados, mas exige laboratórios de informática e conectividade confiável, restringindo seu alcance a contextos mais estruturados. O Kolibri busca um caminho intermediário com seu modelo inovador offline-first, tornando conteúdos digitais ricos acessíveis em ambientes desconectados, porém sacrificando a adaptabilidade dinâmica em tempo real de um sistema totalmente on-line (Oche & Aleyomi, 2024). Não se trata apenas de um dilema técnico, mas de uma escolha central de política pública. Cada ministério, financiador e desenvolvedor precisa decidir se prioriza o poder pedagógico, correndo o risco de excluir os mais marginalizados, ou se prioriza o acesso, o que pode significar adotar ferramentas menos sofisticadas.

Uma possível resposta a esse impasse encontra-se no trabalho do Artificial Intelligence in Education Unplugged (Isotani et al., 2023). Esse programa permite a implementação de soluções de IA em contextos sem conectividade regular à internet. Por meio de um aplicativo móvel, imagens de redações manuscritas dos estudantes são captu-

radas e enviadas a um servidor central quando a conexão se torna disponível. O servidor utiliza processamento de linguagem natural para avaliar os textos com base em uma rubrica. A partir dessa avaliação, os professores recebem um painel (dashboard) projetado para orientar o feedback aos estudantes e apoiar o ensino (Freitas et al., 2022; Patel et al., 2022; Isotani et al., 2023; Portela et al., 2023).

Uma avaliação de impacto da aplicação do Artificial Intelligence in Education Unplugged no ensino de escrita, envolvendo 164.545 estudantes em 8.238 escolas no Brasil, demonstrou ganhos semelhantes entre estudantes de áreas rurais e urbanas, evidenciando o potencial dessa abordagem para não reproduzir desigualdades de equidade (Portela et al., 2025).

Testando competências do século 21

A combinação de IA e gamificação cria ambientes envolventes para o desenvolvimento de competências. Professores estão utilizando essas plataformas para:

- Promover colaboração: Jogos impulsionados por IA frequentemente exigem que os estudantes trabalhem juntos em ambientes virtuais para resolver problemas complexos.
- Aprimorar o pensamento crítico: Esses sistemas podem apresentar desafios e quebra-cabeças adaptativos que requerem raciocínio estratégico e análise.
- Estimular a criatividade: Cenários gamificados podem incentivar soluções inovadoras e pensamento fora dos padrões convencionais.

Embora sediada nos Estados Unidos, a ACTNext desenvolveu uma versão piloto de uma avaliação baseada em jogos (Game-Based Assessment), intitulada Crisis in Space, concebida para avaliar a re-

solução colaborativa de problemas e habilidades socioemocionais relacionadas em estudantes do ensino fundamental II (ISCED-2). Nesse jogo, uma dupla de participantes deve trabalhar em conjunto para solucionar uma série de problemas em uma estação espacial, sendo que um assume o papel de astronauta na estação e o outro o de controlador da missão em terra. Ao promover a colaboração dos estudantes em um jogo cooperativo, o *Crisis in Space* oferece uma experiência autêntica e envolvente e supera tentativas anteriores de medir colaboração por meio da interação estudante–“agente” (chatbot). O sistema utiliza uma ampla gama de tipos de dados, incluindo telemetria gerada pela interface do usuário, gravações de áudio das conversas entre os estudantes e dados de rastreamento ocular dos participantes. A ACT-Next implementou tecnologias avançadas de aprendizado de máquina, como o processamento de linguagem natural (PLN), para analisar esses dados e pontuar as manifestações de colaboração (Chopade et al., 2018; OECD, 2021).

Uma avaliação baseada em jogos que utiliza a IA dessa maneira está sendo desenvolvida para avaliar a alfabetização fundamental na África (AI for Education., n.d.-b).

A IA também pode ajudar a avaliar necessidades estudantis mais complexas. No Brasil, por exemplo, a Icapiedu oferece uma plataforma com histórias gamificadas que auxiliam na identificação de indícios de bullying. Esses dados são então utilizados por uma equipe de especialistas em apoio escolar, que trabalha com as escolas no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e em programas de prevenção ao bullying (Rivas, 2025).

Em síntese, estudos empíricos mostram que ferramentas de avaliação impulsionadas por IA já estão aprimorando a precisão, a eficiência e a personalização em diversos contextos (Owan et al., 2023a, 2023b; Fan et al., 2023a, 2023b, 2023c; Almasri, 2024). Na Nigéria, um marco de IA centrado no ser humano forneceu feedback acionável para professores em avaliações em larga escala (Uko et al., 2025). Na

África do Sul, sistemas de correção baseados em IA estão sendo testados para reduzir a carga de trabalho docente e fornecer feedback oportuno, embora persistam preocupações relacionadas à empatia e à privacidade de dados (Twabu & Nakene-Mgingi, 2024; Ragolane & Patel, 2024). Contudo, a maior parte das pesquisas e implementações ainda se concentra no ensino superior e em ambientes bem estruturados, havendo evidências limitadas provenientes do ensino primário e secundário no Sul Global (Owan et al., 2023a, 2023b; Williams, 2023; Ofem & Chukwujama, 2024).

5.5. Conclusão: Traçando um caminho para o futuro da avaliação

Este capítulo explorou o papel complexo da IA na reformulação da avaliação educacional, particularmente no contexto do Sul Global. Ao examinar a interação entre avaliação somativa e formativa, e ao refletir sobre as evidências e práticas emergentes, extraímos diversas conclusões centrais para formuladores de políticas, profissionais da educação, desenvolvedores de IA e pesquisadores, à luz dos três temas centrais do livro e da perspectiva sistêmica apresentada no Cap. 1.

5.5.1. Principais lições para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação.

5.5.1.1. O que a IA está fazendo — e não está fazendo — na avaliação educacional?

1) Desenvolvimento do letramento em IA:

Há uma conscientização crescente sobre a necessidade de que estudantes e educadores compreendam tanto o potencial quanto os limites da avaliação baseada em IA. No entanto, poucos sistemas integraram explicitamente o letramento em IA às práticas de avaliação. A maioria dos usuários, incluindo professores, interage com correções, análises ou feedbacks impulsionados por IA sem entender os algoritmos subjacentes ou seus vieses, o que limita o desenvolvimento do letramento digital crítico e de avaliação.

2) Melhoria da eficácia do sistema em alfabetização e habilidades fundamentais:

Plataformas de avaliação impulsionadas por IA têm grande potencial para fornecer feedback rápido e individualizado, automatizar a correção e ampliar o leque de habilidades que podem ser avaliadas, incluindo leitura, escrita e matemática. Isso pode possibilitar uma instrução mais orientada por dados e intervenções precoces para estudantes com dificuldades. No entanto, o impacto tem sido observado principalmente em escolas bem estruturadas ou em projetos de pequena escala, raramente resultando em melhorias mensuráveis e sistêmicas na aprendizagem fundamental, especialmente em contextos com infraestrutura ou capacidade limitadas.

3) Aumento da relevância por meio da avaliação de competências do século 21:

A IA oferece oportunidades para avaliar competências mais complexas — como colaboração, pensamento crítico e criatividade — que são difíceis de capturar por meio de testes tradicionais. Algumas plataformas utilizam análises de aprendizagem ou simulações para avaliar essas habilidades de maneiras inovadoras. Contudo, a maioria das avaliações nacionais ou de alto impacto ainda se concentra na me-

morização de fatos e em habilidades básicas, devido ao alinhamento com currículos herdados e sistemas de exames tradicionais. Dessa forma, o potencial da IA para transformar fundamentalmente a relevância da avaliação está apenas começando a ser explorado e é aplicado de maneira desigual.

5.5.1.2. Inovação versus Transformação

O uso da IA na avaliação representa, na maioria das vezes, inovação: automatizando práticas existentes, agilizando o feedback ou ampliando a coleta de dados formativos. Mudanças realmente transformadoras, em que a avaliação se desloca fundamentalmente da responsabilização somativa para uma aprendizagem autêntica, formativa e holística, são raras e frequentemente limitadas pela falta de coerência com o currículo e as práticas de ensino.

5.5.1.3. Equidade e a divisão digital

Avaliações impulsionadas por IA correm o risco de ampliar desigualdades existentes, já que o acesso a essas ferramentas normalmente está concentrado em contextos urbanos, privados ou de escolas bem estruturadas. Estudantes marginalizados, aqueles sem acesso regular à internet ou com deficiências, continuam menos propensos a se beneficiar, havendo potencial de exclusão ainda maior caso a avaliação automatizada seja utilizada para decisões de altas consequências.

5.5.1.4. Perspectiva Sistêmica

Condições iniciais: As avaliações com suporte de IA são altamente sensíveis à infraestrutura básica, à formação docente e à clareza dos objetivos de aprendizagem.

Ciclos de feedback e sinergias: Quando os dados gerados pela IA são utilizados de forma ativa para ajustes contínuos na instrução e para informar o design curricular, observam-se ganhos iniciais, mas esses exemplos ainda são raros.

Consequências não intencionais: Sem integração e suporte deliberados, a IA pode reforçar culturas problemáticas de “ensinar para o teste”, o desalinhamento entre avaliações e currículo e o engajamento superficial com competências do século 21, evidenciando a interconexão e a não linearidade dos sistemas educacionais descritas no Cap. 1.

5.5.2. Implicações para desenvolvedores de IA e atores da educação

A próxima fronteira da IA na avaliação vai além de simplesmente fornecer melhores respostas ou uma correção mais eficiente. A verdadeira transformação virá do desenvolvimento de IA que facilite a avaliação como aprendizagem. Isso poderia envolver metacognição aprimorada por IA, que ajuda os estudantes a analisar e refletir sobre seus próprios processos de pensamento, sugerindo perguntas como: “Percebi que você abordou este problema de uma forma nova. O que o levou a essa estratégia?” Também poderia envolver ferramentas que facilitem avaliação e feedback de alta qualidade entre pares em uma escala impossível de ser gerida por um único professor. O objetivo final é construir ferramentas que cultivem metacognição, autorregulação e curiosidade intelectual — as habilidades unicamente humanas necessárias no século 21. Isso precisaria ser feito de maneira em que as ferramentas de IA sejam adaptadas a contextos multilíngues, de poucos recursos e com necessidades especiais.

Os desenvolvedores de IA têm uma oportunidade única, e uma responsabilidade, de apoiar sistemas de avaliação mais equitativos, significativos e transparentes com:

Design centrado no ser humano e inclusivo: Ferramentas devem ser desenvolvidas considerando estudantes e professores diversos, incorporando acomodação para línguas locais, deficiências e ambientes com baixa conectividade.

Transparência e explicabilidade: Ferramentas atuais funcionam frequentemente como caixas-pretas. Os desenvolvedores devem priorizar a transparência, permitindo que educadores e estudantes compreendam como as pontuações são geradas e possam auditar justiça e vieses.

Apoio à mudança sistemática: Indo além da automação de avaliações legadas, os desenvolvedores devem co-desenhar ferramentas que promovam modelos de avaliação formativa, holística e culturalmente responsiva em parceria com educadores e formuladores de políticas.

O que está faltando: Poucas plataformas integram completamente ciclos de feedback formativo, alinham-se de forma contínua à prática em sala de aula ou capacitam professores a adaptar avaliações impulsionadas por IA às necessidades locais.

5.5.3. Questões Éticas

- 1) Privacidade e segurança de dados: Sistemas de avaliação baseados em IA frequentemente coletam dados sensíveis dos estudantes, às vezes sem proteções adequadas ou consentimento informado.
- 2) Viés algorítmico e justiça: O risco de codificar e amplificar vieses sociais é considerável, especialmente quando os algoritmos de avaliação não são rigorosamente auditados ou contextualizados.

- 3) Responsabilidade e supervisão humana: A dependência excessiva de correção automatizada ou análises pode reduzir a agência de professores, estudantes ou pais, com erros em contextos de alta relevância às vezes não sendo questionados.
- 4) Inclusão e acessibilidade: Há o risco de exclusão de estudantes com acesso limitado a dispositivos, conectividade precária ou que aprendem de maneiras diferentes, caso as ferramentas não sejam projetadas de forma inclusiva.

5.5.4. Questões de pesquisa emergentes

Dado o estado incipiente da IA na avaliação educacional, o campo apresenta mais perguntas do que respostas. Avançar de forma responsável requer um compromisso com uma agenda de pesquisa rigorosa e independente, focada nos contextos específicos do Sul Global, especialmente na educação básica (K-12), uma vez que a maior parte das pesquisas atualmente concentra-se no ensino superior:

- Eficácia e Equidade: Como o feedback formativo em tempo real habilitado por IA pode ser incorporado à prática cotidiana em sala de aula em contextos diversos? Quais são os impactos de longo prazo da avaliação formativa baseada em IA sobre os resultados de aprendizagem, práticas de ensino, motivação estudantil e equidade em nível de sistema? Sob quais condições as ferramentas de avaliação impulsionadas por IA melhoram de forma mensurável os resultados de aprendizagem, especialmente para os alunos mais desfavorecidos?
- Avaliação de Competências Complexas: Como podemos validar que ferramentas de IA estão medindo com precisão e justiça competências complexas, como colaboração e criatividade, em

contextos culturais e linguísticos diversos? Quais novos modelos psicométricos são necessários para garantir que essas avaliações sejam confiáveis?

- **Fator de Confiança:** Como estudantes e professores vivenciam a interação com ferramentas de avaliação baseadas em IA, e quais fatores promovem ou corroem a confiança?
- **Cointeligência Professor-IA:** Quais mecanismos integram efetivamente a avaliação conduzida por IA e o julgamento humano para apoiar a melhoria profunda e equitativa da aprendizagem em larga escala? Quais modelos de desenvolvimento profissional (Cap. 6) são mais eficazes para preparar professores a serem consumidores críticos e colaboradores dos dados de avaliação por IA, em vez de implementadores passivos da tecnologia? Como podem ser desenvolvidos treinamento docente e estruturas éticas para apoiar o uso responsável da IA em avaliação?
- **Deteção e Mitigação de Vieses:** Quais são os métodos eficazes e de baixo custo para auditar ferramentas educacionais de IA quanto a vieses? Quais modelos de política e governança asseguram segurança de dados, auditam a justiça algorítmica e mantêm supervisão humana na avaliação com IA?
- **Custo-Benefício e Escalabilidade:** Quais são os custos totais reais de diferentes modelos de avaliação por IA (por exemplo, SMS versus laboratório de informática versus servidor offline)? Quais modelos sustentáveis de financiamento e governança (Cap. 8) podem apoiar a escalabilidade equitativa? Como a avaliação impulsionada por IA pode ser adaptada a ambientes diversos e com recursos limitados no Sul Global?

Lacunas, desalinhamentos e o caminho a seguir

A lacuna mais significativa no campo atualmente é a distância entre o potencial transformador da IA para criar avaliações formativas, capacitadoras e equitativas e a realidade atual da maioria das aplicações, que se concentram em aumentar a eficiência de modelos somativos existentes, frequentemente baseados em memorização. Os desafios da avaliação no Sul Global são sistêmicos, enraizados em currículos desalinhados, professores sobrecarregados e desigualdades profundas. Ferramentas de IA inseridas nesse sistema complexo sem considerar essa realidade provavelmente fracassarão ou, pior, ampliarão disfunções existentes. O caminho a seguir requer uma abordagem sistêmica, em que ferramentas de avaliação por IA sejam co-desenhadas com educadores locais, cuidadosamente alinhadas aos objetivos pedagógicos e regidas por princípios éticos sólidos que coloquem os estudantes mais vulneráveis no centro do seu design. A evidência, e não o modismo, deve iluminar o caminho.

Em resumo, a IA traz o potencial de revolucionar a avaliação educacional, mas as evidências até o momento refletem, em grande parte, inovação incremental e acentuam desigualdades históricas quando não estão inseridas em esforços de reforma sistêmica e coerente. A transformação dependerá de políticas, design e pesquisas que priorizem inclusão, transparência, uso ético e o empoderamento de professores e estudantes dentro do próprio processo de avaliação.

Referências

- Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab. (2019). *Mindspark in Rajasthan: Personalized adaptive learning tools to improve learning outcomes*. J-PAL. Retrieved from <https://www.povertyactionlab.org/sites/default/files/2019.11.13-JPAL-Mindspark.pdf>
- AI for Education. (n.d.-a). *EGRA AI: Using AI to automatically assess early reading abilities in African languages*. Retrieved from <https://ai-for-education.org/lbd-egra-ai/>
- AI for Education. (n.d.-b). *Leapfrogging by design*. Retrieved from <https://ai-for-education.org/lbd>
- Almasri, A. (2024). A systematic review of AI-powered personalized feedback systems in higher education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100204. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100204>
- Andrews-Todd, J., & Kerr, D. (2019). Automated conversation analysis for the assessment of collaborative problem solving skills. *Computers in Human Behavior*, 98, 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.023>
- Au, W. (2007). High-stakes testing and curricular control: A qualitative metasynthesis. *Educational Researcher*, 36(5), 258–267. <https://doi.org/10.3102/0013189X07306523>
- Borna, K., Poitras, E. G., & Xhakaj, F. (2024). A systematic review of AI-powered and human- in-the-loop approaches for student support in higher education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100194. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100194>
- Chopade, P., Stoeffler, K., Khan, S. M., Rosen, Y., Swartz, S., & von Davier, A. (2018). Human- agent assessment: Interaction and sub-skills scoring for collaborative problem solving. In

- C. Penstein Rosé et al. (Eds.), *Artificial intelligence in education. AIED 2018* (Lecture notes in computer science) (Vol. 10948). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93846-2_10
- Cruz-Jesus, F., Marques, M., & Oliveira, T. (2020). The role of AI in higher education: A systematic review. In *Proceedings of the 15th Iberian conference on information systems and technologies (CISTI)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140995>
- D'Angelo, S. (2021). Effective pedagogy in the context of a competency-based curriculum reform: Perceptions of teachers in the Dominican Republic. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 5(1), 7–18. <https://doi.org/10.32541/recie.2021.v5i1.pp7-18>
- Durães, D., Gonçalves, F., Al-Ramahi, M., & Machado, J. (2024). A systematic review of predicting students' performance using artificial intelligence. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 15, 223–244. <https://doi.org/10.1007/s12652-023-04711-6>
- Fan, O., Dinh, T., & Xu, W. (2023a). A systematic review of AI-driven educational assessment in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 6, 408–426. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00112-x>
- Fan, Y., Chen, J., Wang, Y., & Chen, X. (2023b). The role of artificial intelligence in education: A review and new perspectives. *Journal of Educational Technology and Society*, 26(3), 125–141. Fan, Y., Qian, Y., & Singh, H. (2023c). A systematic review of the use of artificial intelligence in K-12 education. *Education and Information Technologies*, 28(12), 16301–16327. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11881-8>

- Fang, C., She, H.-C., & Lee, C.-Y. (2019). Design and performance of a web-based intelligent tutoring system for learning programming. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(4), 543–553. <https://doi.org/10.1111/jcal.12365>
- Freitas, E., Batista, H. H., Barbosa, G. A., Wenceslau, M., Portela, C., & Isotani, S. (2022). Learning analytics desconectada: Um estudo de caso em análise de produções textuais. *Anais do I Workshop de Aplicações Práticas de Learning Analytics em Instituições de Ensino no Brasil* (pp. 40–49).
- Funda, V., & Mbangeleli, N. (2024). Artificial Intelligence (AI) as a tool to address academic challenges in South African higher education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(11), 312–328. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.11.27>
- Gjermeni, F., & Prodani, F. (2024). AI and student engagement: A comparative analysis. *Interdisciplinary Journal of Research and Development*, 11(3), 195. <https://doi.org/10.56345/ijrdv11n326>
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021a). Artificial intelligence for student assessment: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(12), 5467. <https://doi.org/10.3390/APP11125467>
- González-Calatayud, V., Usart, M., & Valdivia, I. (2021b). Teachers' perceptions of an automated assessment tool for programming exercises. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(6), 1601–1616. <https://doi.org/10.1111/jcal.12591>
- Hidayat, T., Shofwan, I., Sujarwo, S., & Prahani, B. K. (2022). The effectiveness of educational robotics in enhancing student learning in mathematics education: A meta-analysis. *International Journal of Instruction*, 15(2), 73–90. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1525a>

- Hopfenbeck, T., Zhang, Z., Sun, S., Robertson, P., & McGrane, J. (2023). Challenges and opportunities for classroom-based formative assessment and AI: A perspective article. *Frontiers in Education*, 8, 1270700. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1270700>
- Isotani, S., Bittencourt, I. I., Chalco, G. C., Dermeval, D., & Mello, R. F. (2023). AIED unplugged: Leapfrogging the digital divide to reach the underserved. In N. Wang, G. Rebolledo-Mendez, V. Dimitrova, N. Matsuda, & O. C. Santos (Eds.), *Artificial intelligence in education. Posters and late breaking results, workshops and tutorials, industry and innovation tracks, practitioners, doctoral consortium and blue sky* (pp. 772–779). Springer Nature Switzerland.
- Kellaghan, T., & Greaney, V. (2001). *Using assessment to improve the quality of education*. UNESCO: International Institute for Educational Planning.
- Mafanga, T. P. (2024). AI grading systems in education: A panacea or drawback for South African higher education. In *Navigating the AI revolution in South African higher education* (pp. 147–169). AOSIS.
- Mao, J., Liu, Y., & Chen, Y. (2023). Generative AI in education: A review of opportunities and challenges. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33, 769–792. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00369-5>
- Martin, F. G. (2023). Artificial intelligence in education. In S. A. Fincher & A. V. Robins (Eds.), *The Cambridge handbook of computing education research* (2nd ed., pp. 719–746). Cambridge University Press.
- Martínez-Comesaña, M., Caeiro-Rodríguez, M., Otero-García, M., Santos-Gago, J. M., & Mikic-Fonte, F. A. (2023, May). An AI-based approach for the assessment of transversal competences in

project-based learning. In *2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1–8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125219>

- Oche, E. O., & Aleyomi, M. (2024). *Educational assessments in the age of generative AI: Transforming educational assessment in Africa—Opportunities and challenges of generative AI*. ResearchGate. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/387534217>
- Ofem, I. I., & Chukwujama, N. C. (2024). Artificial intelligence in primary and secondary education in Sub-Saharan Africa: A systematic review. *Heliyon*, 10(7), e28646. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28646>
- Onyebuchi, C. F., Agu, M. N., & Nwankwo, N. C. (2025). Creating inclusive AI and Blockchain curricula in developing countries: Frameworks, strategies and implementation. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 25(03), 1435–1448. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.3.0483>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the frontiers with AI, blockchain and robots*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/06/oecd-digital-education-outlook-2021_0f1487d9/589b283f-en.pdf
- Owan, V. J., Abang, I. B., Idika, D. O., Etta, E. O., & Echeng, R. (2023a). A systematic review of the applications and challenges of artificial intelligence in education in developing countries. *Education and Information Technologies*, 28(1), 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11181-9>
- Owan, V. J., Abang, J. I., Idika, D. O., Etta, E. O., & Egbai, J. E. (2023b). The power and potential of AI in education: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Educational Technology Systems*, 51(4), 488–518. <https://doi.org/10.1177/00472395231169302>

- Patel, N., Thakkar, M., Rabadiya, B., Patel, D., Malvi, S., Sharma, A., & Lomas, D. (2022). Equitable access to intelligent tutoring systems through paper-digital integration. In *Intelligent tutoring systems: 18th international conference, ITS 2022, Bucharest, Romania, June 29–July 1, 2022, Proceedings* (pp. 255–263). Springer.
- Portela, C., Lisbôa, R., Yasojima, K., Cordeiro, T., Silva, A., Dermeval, D., Marques, L., Santos, J., Mello, R., Macário, V., Bittencourt, I. I., & Isotani, S. (2023). A case study on AIED unplugged applied to public policy for learning recovery post-pandemic in Brazil. *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 788–796).
- Portela, C., Bittencourt, I., Dermeval, D., Pereira, F., Silva, A., & Isotani, S. (2025). AI in education unplugged supports equity between rural and urban areas in Brazil. In *Proceedings of the 13th international conference on information & communication technologies and development (ICTD '24)* (pp. 143–154). <https://doi.org/10.1145/3700794.3700810>
- Ragolane, M., & Patel, L. (2024). Adopting AI-powered grading systems in South African schools: Opportunities, challenges, and the role of teacher training. *South African Journal of Education*, 44(1), 1–11. <https://doi.org/10.15700/saje.v44n1a2389>
- Rahman, K. A., Hasan, M. K., Namaziandost, E., & Seraj, P. M. I. (2021). Implementing a formative assessment model at the secondary schools: Attitudes and challenges. *Language Testing in Asia*, 11(1), 1–18.
- Ramírez-Casas-Del-Valle, M.-J., Cristia, J., Scartascini, C., Trombeta, S. D. C., & Ripani,
- L. B. (2023). *Skills for life: Measuring 21st century skills in Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004735>

- Rivas, A. (2025). *La llegada de la IA a la educación en América Latina: en construcción*. ProFuturo—OEI. Retrieved from <https://oei.int/wp-content/uploads/2025/06/la-llegada-de-la-ia-a-la-educacion-en-al-en-construccion-oei-profuturo.pdf>
- Saal, F., Egorova, V., & Ntshalintshali, G. (2025a). Bridging the gap: AI-driven inclusive assessment in multilingual contexts in the Global South. *Journal of Educational Technology in Developing Countries*, 17(1), 45–62.
- Saal, P., Chetty, K., Ntshayintshayi, N., Moosa, T., & Masuku, N. (2025b). A scoping review of the integration of artificial intelligence in primary and secondary schools from 2020 to 2024: Policy implications for South Africa. *Journal of Education*. <https://doi.org/10.17159/2520-9868/i98a04>
- Swiecki, Z., Khosravi, H., Chen, G., Maldonado, R., Lodge, J., Milligan, S., Selwyn, N., & Gašević, D. (2022). Assessment in the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100075. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100075>
- Tamassia, C. (2020). *Adaptive testing trade-offs*. The World Bank. <https://pubdocs.worldbank.org/en/315031596532810099/Tamassia-Adaptive-Testing.pdf>
- Tao, W. (2025). Fostering inspirational learning through AI-enhanced formative assessment: Strategies and challenges in higher education. In P. W. Wachira, X. Liu, & S. Koc (Eds.), *Educational assessments in the age of generative AI* (pp. 207–250). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6351-5.ch008>
- Tsuruta, Y., & Kuroda, K. (2021). Current situation and challenges of formative assessment in developing countries. *Journal of International Cooperation in Education*, 21(1), 71–85.

- Twabu, F., & Nakene-Mgingi, N. (2024). *Teacher perceptions of AI-powered assessment tools in under-resourced schools: A case study from the Eastern Cape*. HSRC Press.
- Uko, J. P., Adewale, O. S., & Osofisan, A. O. (2025). A human-centered artificial intelligence framework for large-scale educational assessments in Nigeria. In *Proceedings of the 2025 IEEE international conference on artificial intelligence in education (ICAIE)*. IEEE.
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report, 2023: Technology in education, a tool on whose terms?* Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386144>
- UNESCO. (n.d.-a). *Eneza Education. Financing the digital transformation of education (DTC financing toolkit)*. Retrieved from <https://www.unesco.org/en/dtc-financing-toolkit/eneza-education>
- UNESCO. (n.d.-b). *Formative assessment*. IIEP Learning Portal. Retrieved from <https://learning-portal.iiep.unesco.org/en/issue-briefs/monitor-learning/formative-assessment>
- Van der Nest, A., Long, C., & Engelbrecht, J. (2018). The impact of formative assessment activities on the development of teacher agency in mathematics teachers. *South African Journal of Education*, 38(1), 1–11. <https://doi.org/10.15700/saje.v38n1a1382>
- Vloeberghs, L., Gorp, K., Janssen, R., & de Witte, G. (2022). Simulating computerized adaptive testing in special education based on inclusive progress monitoring data. *Frontiers in Education*, 7, 945733. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.945733>
- Williams, R. (2023). *AI in education: Bridging the gap in the Global South*. UNESCO. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387433>

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Licença Internacional Creative Commons Atribuição–Não Comercial–Sem Derivações 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite qualquer uso não comercial, compartilhamento, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja atribuído o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, seja fornecido um link para a licença Creative Commons e seja indicado se o material licenciado foi modificado. Esta licença não concede permissão para compartilhar material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros incluídos neste capítulo estão cobertos pela licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário em uma linha de crédito específica. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente com o detentor dos direitos autorais.

CAPÍTULO 6

IA e Desenvolvimento Docente

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_6

6.1. Introdução

Em uma pequena escola rural, a algumas horas de carro de Bihar, na Índia, Sir Kumar prende um certificado no quadro de cortiça gasto da sala de aula. O documento, obtido em um workshop de desenvolvimento profissional de um dia realizado no mês passado na capital do distrito, traz o selo oficial e fala sobre Pedagogias do Século 21, mas parece estar a mundos de distância da realidade de sua sala, onde sessenta e cinco jovens olhares se voltam para ele, com níveis de aprendizagem que abrangem o equivalente a três séries diferentes. O workshop foi uma sequência confusa de palestras, deixando-o com uma pilha de materiais, mas sem ferramentas práticas para ajudar a criança na parte de trás do conhecimento, que ainda não consegue ler, ou a da frente, que já está entediada. Ele sente o peso familiar do isolamento, a sensação de estar sozinho na tarefa monumental de transformar um rígido currículo nacional em aprendizagem significativa para cada aluno. O dilema de Sir Kumar não é exclusivo dele; é a realidade vivida por milhões de professores no Sul Global, os profissionais dedicados que atuam como verdadeiros guias da educação.

Como discutimos no Cap. 4, o sucesso de um currículo em criar oportunidades de aprendizagem depende não apenas do que está escrito no papel (currículo intencional), mas do que é efetivamente implementado em sala de aula. Um currículo, por mais cuidadosamente elaborado que seja, é apenas um plano. Os professores são os agentes principais por meio dos quais o currículo intencional se torna currículo implementado e alcançado.

Segue-se, então, que a qualidade, motivação e capacidade do corpo docente é um fator escolar significativo que determina se qualquer esforço de melhoria terá sucesso ou fracassará. Contudo, devido à falta de suporte docente contínuo em larga escala, às altas demandas sobre os professores e à maneira como o papel docente foi historicamente construído, o currículo implementado frequentemente não refle-

te o currículo intencional. Os objetivos curriculares podem não estar alinhados com o conhecimento e as habilidades dos professores para implementá-los. Mesmo quando os professores possuem competências para aplicar um currículo desafiador, as tarefas administrativas frequentemente consomem o tempo de instrução, deixando pouco espaço para trabalhar com os estudantes e colaborar com os colegas.

Neste capítulo, focamos nos desafios e oportunidades relacionados ao desenvolvimento profissional docente e no papel que a IA pode desempenhar para enfrentá-los. Abordamos também como o desenvolvimento profissional dos professores pode ajudá-los a desenvolver as habilidades digitais necessárias para integrar a IA de forma responsável na instrução.

6.2. Desafios do Desenvolvimento Profissional Docente

Desenvolver a capacidade docente é fundamental para a melhoria da qualidade da educação, pois os professores são o fator escolar mais significativo que impacta a aprendizagem dos estudantes (UNESCO, 2014; OECD, 2005). Uma discussão sobre as contribuições dos professores para as oportunidades de aprendizagem dos alunos deve começar definindo quais conhecimentos e habilidades são necessários para criar essas oportunidades. Uma síntese da pesquisa sobre o tema identifica os seguintes conhecimentos e disposições como críticos:

- Conhecimento pedagógico geral
- Conhecimento da disciplina
- Conhecimento pedagógico do conteúdo

- Conhecimento sobre o contexto dos estudantes e suas famílias
- Repertório de metáforas para conectar teoria e prática
- Avaliação externa da aprendizagem
- Formação clínica
- Estratégias para criar e sustentar ambientes de aprendizagem
- Conhecimentos, habilidades e disposições para trabalhar com estudantes de diferentes contextos
- Conhecimentos e atitudes que promovem justiça social
- Conhecimentos e habilidades para usar tecnologia (Villegas-Reimers, 2003).

Para compreender como a IA pode ajudar, é preciso primeiro dimensionar a magnitude dos desafios. O ensino de alta qualidade é uma atividade complexa, fundamentada em um profundo conjunto de conhecimentos e habilidades: domínio da disciplina, compreensão da pedagogia geral, entendimento do contexto local dos estudantes e capacidade de usar a tecnologia de forma consciente, entre muitas outras competências. Essa expertise não é adquirida em um único curso de formação; ela se desenvolve ao longo da carreira, por meio de uma continuidade de suporte que inclui preparação inicial de qualidade, indução eficaz para novos professores e oportunidades de crescimento ao longo de toda a carreira (Villegas-Reimers, 2003). No entanto, em grande parte do Sul Global, esse continuum está fragmentado.

Desenvolvimento profissional ineficaz: Sistemas educacionais ao redor do mundo enfrentam desafios em cada etapa do continuum do desenvolvimento profissional docente, incluindo fracos incentivos para atrair candidatos qualificados, preparação inicial deficiente, apoio limitado a professores iniciantes e iniciativas contínuas de desenvolvimento profissional ineficazes para melhorar a qualidade da educação. A

profissionalização do ensino é essencial para apoiar os estudantes no desenvolvimento de toda a gama de capacidades necessárias para a participação cívica e econômica.

Isso requer uma continuidade de suporte, incluindo a preparação inicial de alta qualidade, indução eficaz, desenvolvimento profissional contínuo, profissionalismo colaborativo e reconhecimento da expertise e liderança dos professores (UNESCO, 2021).

Escassez e lacunas de qualidade: Em países do Sul Global, uma preocupação central é a grave escassez de professores qualificados, agravada pelo aumento constante das matrículas escolares, que supera a disponibilidade de educadores adequadamente formados. Essa escassez é acentuada por variações significativas na qualidade do corpo docente existente, com muitos professores sem formação universitária formal ou treinamento pedagógico abrangente. Mesmo quando os professores estão presentes em sala de aula, um número considerável pode não possuir as competências pedagógicas essenciais e o domínio sólido do conteúdo necessário para uma instrução eficaz.

Realidades avassaladoras em sala de aula: Essas deficiências têm grande impacto diante das demandas reais da sala de aula em muitos países do Sul Global, como discutido no Cap. 2. Altas proporções de estudantes por professor, recursos inadequados e pesadas tarefas administrativas são comuns (Conroy, 2021). Os professores frequentemente enfrentam uma heterogeneidade extrema de aprendizes — estudantes de múltiplos contextos linguísticos ou com necessidades especiais — sem treinamento especializado para apoiá-los. Isso leva muitas vezes à adoção de pedagogias tradicionais centradas na aula expositiva, não por falta de vontade, mas por falta de tempo e suporte. Na ausência de desenvolvimento profissional eficaz e relevante, os professores frequentemente reproduzem as pedagogias que vivenciaram como estudantes, resultando na persistência de práticas tradicionais, limitando oportunidades para experiências de aprendizagem mais centradas no aluno, interativas e eficazes.

Portanto, o acesso desigual a professores de qualidade impacta diretamente os resultados de aprendizagem dos estudantes e perpetua ciclos de desvantagem ou vantagem educacional. Esses desafios multifacetados criam a necessidade de soluções inovadoras, escaláveis e contextualizadas de desenvolvimento profissional docente (DPD), capazes de abordar tanto as dimensões quantitativas quanto qualitativas da questão. Essas necessidades abrangem preparar professores para uma instrução eficaz de habilidades fundamentais e também para o ensino de competências mais ambiciosas do século 21.

Esses desafios são ampliados pelo novo imperativo de desenvolver o letramento em IA: os professores precisam desenvolver seu próprio letramento em IA, além do conhecimento pedagógico necessário para promover o letramento em IA em seus alunos e utilizar efetivamente ferramentas baseadas em IA para apoiar a instrução.

Análises globais recentes destacam que o DPD na era da tecnologia e da IA não é apenas um desafio técnico, mas também uma questão de equidade, agência profissional e melhoria sustentável em sistemas educacionais diversos (UNESCO, 2023). O desenvolvimento profissional para integração tecnológica deve ser acessível, sensível ao contexto e contínuo, e não uma intervenção pontual. Modelos eficazes frequentemente combinam abordagens online e presenciais, aproveitam a aprendizagem entre pares e fomentam comunidades profissionais de prática. Exemplos disso incluem grupos nacionais de professores no WhatsApp, redes digitais nacionais de docentes e cursos online que vão desde habilidades digitais básicas até pedagogias avançadas.

Igualmente importante, o TPD deve promover o bem-estar e a autonomia dos professores. Os programas devem respeitar o julgamento profissional, fomentar a colaboração em vez da vigilância e proteger direitos digitais, como o direito de se desconectar. A sociedade civil, sindicatos de professores e lideranças docentes desempenham um papel em garantir que a formação responda às prioridades definidas pelos professores, em vez de agendas da indústria de tecnologia.

Finalmente, o desenvolvimento profissional deve ser inclusivo e voltado para o futuro. Isso significa garantir que professores em contextos remotos ou com poucos recursos sejam alcançados, e que a formação seja adaptada a contextos linguísticos e culturais diversos. Também significa preparar os professores não apenas para adquirir habilidades digitais e relacionadas à IA, mas para engajar-se criticamente com as implicações éticas e pedagógicas dessas ferramentas. Os professores devem ser reconhecidos como parceiros ativos na construção do futuro da tecnologia educacional, e não como receptores passivos.

De modo geral, há uma necessidade de um desenvolvimento profissional mais eficaz dos professores no Sul Global no que diz respeito à preparação dos professores para desenvolver o letramento em IA entre seus alunos, implementando um ensino que promova os objetivos pretendidos de um currículo básico e também equipando os professores para ajudar os alunos a adquirir as habilidades do século 21.

Falta de suporte eficaz para esses desafios

O principal mecanismo destinado a apoiar os professores no enfrentamento desse desafio triplo, o desenvolvimento profissional contínuo, muitas vezes não tem sido eficaz. Workshops tradicionais e pontuais, desconectados da realidade da sala de aula, mostraram-se amplamente ineficazes na promoção de mudanças sustentadas na prática, conforme avaliações realizadas ao redor do mundo. Uma síntese de estudos sobre diferentes abordagens de desenvolvimento docente conclui que não há evidências robustas sobre seu impacto (Cordingley et al., 2015). Em parte, essa falta de impacto se deve ao fato de que muitos programas não estão relacionados às necessidades dos professores ou aos desafios que enfrentam em sua prática, e frequentemente há desalinhamento entre esses programas e o currículo (Villegas-Reimers, 2003; Schwille et al., 2007). Programas eficazes de desenvolvimento profissional docente são práticos, focando na prática

do professor; muitos são integrados ao trabalho, envolvendo professores com colegas em suas próprias instituições ao longo de períodos prolongados, oferecendo suporte contínuo por meio de coaching e redes de pares; são específicos por disciplina e alinhados ao currículo; e promovem aprendizagem ativa, permitindo que os professores pratiquem e aprimorem novas habilidades (Villegas-Reimers, 2003). Quanto à qualidade, esses programas são informados por evidências, focam no conhecimento do conteúdo específico da disciplina e pedagógico, priorizam resultados de aprendizagem dos estudantes e equilibram a voz do professor com a coerência do sistema. Quanto ao design e implementação, eles se baseiam em aprendizagem ativa e variada, oferecem experiências colaborativas de aprendizagem e proporcionam oportunidades de feedback e aprendizagem integrada ao trabalho. Quanto ao suporte e sustentabilidade, são contínuos, suficientemente financiados e contam com liderança engajada e apoiadora (Campbell et al., 2017).

Esses desafios estão resumidos na Tabela 6.1, que também inclui áreas em que a IA poderia ajudar a enfrentá-los, tema que será abordado na próxima seção. Ao discutir as áreas em que a IA pode ser útil, apresentamos primeiro o potencial das aplicações baseadas em IA e fornecemos exemplos de como essas aplicações já estão sendo utilizadas.

Tabela 6.1 - Visão comparativa dos desafios e oportunidades no desenvolvimento profissional docente (DPD)

Principais desafios do desenvolvimento profissional docente (DPD)	Oportunidades e intervenções potenciais impulsionadas por IA
Escassez de professores, variações de qualidade, formação inicial e continuada inadequada, alta carga de trabalho, lacunas de infraestrutura (conectividade, eletricidade), pedagogias tradicionais, desafios no ensino de IA	• IA para desenvolvimento profissional docente personalizado (por exemplo, TheTeacher.AI, Twenty-First Century Teacher Educator GPT) • Para planejamento de aulas e adaptação de recursos (integração com currículo local) • Coaching instrucional e suporte ao professor com IA (baseado em WhatsApp) • Automatização de tarefas administrativas
Grande número de estudantes, variação na qualidade docente, acesso limitado a formação de qualidade em áreas remotas, carga de trabalho com correção de atividades manuscritas, necessidade de apoio aprimorado em leitura e compreensão	• Aprendizagem personalizada em larga escala (por exemplo, intervenções em leitura e compreensão) • Correção automatizada de respostas manuscritas ou digitalizadas com IA (por exemplo, DeepGrade) • Criação de materiais de aprendizagem diferenciados
Integração eficaz da tecnologia, aprimoramento da competência docente com novas ferramentas, pedagogia centrada no estudante	• IA para aprimorar a capacidade docente no planejamento de aulas • Plataformas de aprendizagem personalizada • Tradução de materiais de curso

Um dos domínios que a IA está abordando refere-se ao primeiro passo do continuum do desenvolvimento profissional docente (DPD): atrair candidatos qualificados para a profissão. No Chile, a plataforma “Quiero Ser Profe”, desenvolvida pela organização Elige Educar, utiliza

IA para apoiar o recrutamento e a retenção de professores, por meio de chatbots e tutores humanos que fornecem informações e feedback personalizados a estudantes interessados na carreira docente. Uma aplicação similar foi desenvolvida no Equador por meio do programa “Quiero Ser Maestro” (Rivas, 2025). A Tabela 6.2 resume algumas das aplicações reais da IA no desenvolvimento docente.

6.3. Como a IA pode ajudar os professores a desenvolver conhecimentos e habilidades pedagógicas mais eficazes?

Seguindo nossa discussão sobre o que constitui um DPD eficaz, vamos explorar se a IA pode ajudar a viabilizar esse objetivo. Esta seção examina o potencial da IA para transformar o DPD, tornando-o mais personalizado, acessível e alinhado com evidências e princípios de eficácia. Em seguida, exploraremos como a IA está sendo utilizada em diversas frentes, desde o planejamento de aulas até o coaching instrucional. No entanto, em consonância com o princípio orientador deste livro de agnosticismo aberto, avaliaremos criticamente as evidências. Onde a IA realmente agrega valor para os professores? E onde corre o risco de se tornar mais uma intervenção ineficaz e hierárquica, que não consegue empoderar os próprios profissionais que pretende servir?

Tabela 6.2 - O que a IA está fazendo

Categoria	Descrição	Exemplos/evidências do Capítulo
IA para Planejamento de Aulas e Geração de Materiais	Fornecendo aos professores ferramentas de IA para criar, adaptar e diferenciar planos de aula e recursos instrucionais, reduzindo a carga de trabalho e personalizando o conteúdo	Gana: o “21st Century Teacher Educator GPT” integra o currículo nacional e o contexto local Chile: a plataforma UmmiA para planejamento de aulas e comunicação com pais e responsáveis Argentina: a plataforma RDV. IA para criação de conteúdos e avaliações Brasil: plataforma em larga escala que apoia 300.000 professores Geral: o Magic School AI cria planejamento automatizado de aulas, avaliações diagnósticas e aprendizagem gamificada Geral: o Teachy oferece suporte a salas de aula não anglófonas no Sul Global
Coaching e Suporte Instrucional com IA	Utilizando chatbots de IA e outras plataformas para oferecer aos professores desenvolvimento profissional sob demanda, esclarecimento de conceitos e suporte pedagógico	Serra Leoa: chatbot Teacher.AI no WhatsApp para desenvolvimento profissional e apoio ao planejamento de aulas Gana: projeto-piloto GPT-4-in-the-loop que fornece a professores rurais um assistente pedagógico baseado em IA Alemanha: TDSS (Teachers’ Diagnostic Support System), que fornece dados diagnósticos em tempo real para orientar a instrução Mali: RobotsMali, projeto-piloto de IA que oferece suporte instrucional a professores

Categoria	Descrição	Exemplos/evidências do Capítulo
Comunidades de Aprendizagem Profissional (PLCs) com Suporte de IA	Plataformas de IA para facilitar a colaboração, o compartilhamento de recursos e discussões pedagógicas direcionadas entre educadores geograficamente dispersos.	Plataformas como Disco e Playlab.ai para comunidades virtuais de prática Gerador de agendas de PLC com IA da Knowt para otimizar a organização de reuniões
IA para Recrutamento e Retenção de Professores	Empregar suportes baseados em IA para professores em formação e aprimorar o recrutamento para a profissão	Chile: plataforma “Quiero Ser Profe”, da Elige Educar Equador: programa “Quiero Ser Maestro”

A formação continuada de professores ampliada por IA, com sua capacidade de oferecer módulos de treinamento personalizados e escaláveis, apresenta uma alternativa promissora às limitações dos modelos tradicionais. Ela oferece um caminho potencial para qualificar a força de trabalho existente ao direcionar lacunas específicas de competências, como apoio ao planejamento de aulas ou esclarecimento de conceitos em tempo real. Além disso, as elevadas proporções de estudantes por professor e a carga de trabalho relatada pelos docentes significam que, frequentemente, eles não dispõem de tempo para a formação profissional tradicional, intensiva em tempo. Para que a formação continuada orientada por IA seja viável e eficaz nesses contextos, deve ser concebida para microaprendizagem, ou seja, entrega de conteúdos em pequenos e curtos blocos voltados a uma habilidade ou conceito específico, em formatos compatíveis com dispositivos móveis, com acesso sob demanda e aplicabilidade imediata. Ademais, ferramentas de IA capazes de automatizar determinadas tarefas administrativas, liberando tempo do professor, também podem criar mais espaço para o engajamento em oportunidades de aprendizagem profissional.

A IA pode apoiar mudanças pedagógicas ao introduzir novas ferramentas, como aquelas voltadas à geração de materiais de aprendizagem diferenciados. Contudo, esse potencial transformador depende de programas de formação continuada que se concentrem na integração pedagógica da IA, e não apenas na aquisição de habilidades técnicas, assegurando que a IA seja utilizada para aprimorar o ensino, e não simplesmente para digitalizar práticas existentes. A formação deve enfatizar como a IA pode ajudar os professores a realizar melhor seu trabalho pedagógico, aprimorando o conhecimento de conteúdo e fortalecendo as relações professor-estudante, e não apenas como fazer as mesmas tarefas de antes de forma mais rápida, como criar questionários e testes mecânicos que podem agora estar obsoletos. Portanto, o imperativo não é simplesmente a adoção da IA, mas uma abordagem centrada no aprendiz para a integração da IA, que desenvolva a capacidade docente a serviço do avanço dos objetivos educacionais, em vez de buscar uma automação que desvalorize esses papéis humanos essenciais.

6.3.1. Planejamento de aulas e desenvolvimento de materiais didáticos diferenciados

Para professores sobrecarregados pela falta de tempo e recursos, a IA pode ser uma assistente poderosa, ajudando a gerar rascunhos iniciais de planos de aula, criar materiais diferenciados para alunos diversos e adaptar conteúdos para torná-los mais envolventes e culturalmente relevantes. Isso enfrenta diretamente os problemas de currículos excessivamente ambiciosos e da heterogeneidade dos estudantes, conforme discutido no Cap. 4. Esse apoio não apenas ajuda os docentes a lidar com desafios profissionais em tempo real, como também oferece oportunidades de desenvolvimento profissional integrado ao trabalho.

Em contextos com currículos nacionais densos, que podem parecer desconectados da vida dos estudantes ou estar redigidos em uma língua que não é a língua materna dos alunos, a IA pode atuar como uma ponte. Os professores podem utilizar IA generativa para adaptar conteúdos curriculares abstratos com exemplos, analogias e estudos de caso culturalmente relevantes, que dialoguem com o contexto local dos estudantes. Evidências de diferentes contextos sugerem que a colaboração entre professores e IA pode resultar em planos de aula mais envolventes e motivadores. Diversas ferramentas de IA, incluindo o ChatGPT, LessonPlanner e Teachy, demonstram utilidade no apoio ao design instrucional. Por exemplo, o Teachy atende especificamente salas de aula não anglófonas no Sul Global que podem não dispor de dispositivos individuais para cada estudante.

Outra ferramenta é o Magic School AI, uma plataforma que oferece suporte ao planejamento automatizado de aulas, avaliações diagnósticas e aprendizagem adaptativa e gamificada. Ela tem sido testada em diversos países, com avaliações sugerindo que reduz o tempo de planejamento docente e aumenta a satisfação dos professores, embora as evidências de melhoria nos resultados acadêmicos dos estudantes ainda sejam limitadas (Yudono & Widya, 2025). É importante destacar que os estudos ressaltam consistentemente que os resultados gerados pelo sistema exigem revisão cuidadosa dos professores e adaptação às línguas locais, aos currículos e aos contextos culturais.

No Chile, a UmmiA apoia professores no desenvolvimento de planos de aula e recursos instrucionais, além de otimizar tarefas como comunicação com pais e responsáveis e elaboração de rubricas ou avaliações (Rivas, 2025). Na Argentina, a RDV.IA é uma plataforma desenvolvida por uma editora de materiais educacionais para apoiar a elaboração de planos de aula, a criação de conteúdos, a avaliação do conhecimento dos estudantes e o acompanhamento do progresso individual por meio de painéis de controle (Rivas, 2025). No Brasil, uma plataforma de IA em larga escala apoia 300.000 professores com planejamento de aulas, exercícios e avaliações baseadas nos padrões cur-

riculares nacionais (Rivas, 2025). Na Alemanha, o Teachers' Diagnostic Support System (TDSS), desenvolvido na Universidade de Hohenheim, em Stuttgart, permite que professores colem e analisem dados sobre características dos estudantes, conteúdos instrucionais e progresso de aprendizagem em tempo real (OECD, 2021). O TDSS auxilia os docentes a ajustar suas aulas no momento da instrução e a planejar classes futuras, demonstrando como dados de aprendizagem podem ser utilizados em diferentes disciplinas e em nível de escola inteira.

Entretanto, a integração bem-sucedida depende de formação e suporte adequados aos professores. Docentes frequentemente relatam sentir-se despreparados ou céticos em relação ao uso da IA, o que evidencia a necessidade de desenvolvimento profissional direcionado (Delgado et al., 2024; Svoboda Gouvea, 2024).

O “21st-Century Teacher Educator GPT”, em Gana, exemplifica uma ferramenta sensível ao contexto, que integra o currículo nacional de formação docente, conhecimentos contextuais locais e até suporte bilíngue (inglês e línguas ganesas locais). Em Serra Leoa, o Teacher. AI utiliza um chatbot acessível via WhatsApp para oferecer a professores em contextos de poucos recursos apoio à formação profissional, esclarecimento de conceitos e assistência no planejamento de aulas. A IA também pode ser empregada para reescrever conteúdos existentes, tornando-os mais acessíveis a leitores iniciantes ou estudantes com necessidades específicas. Ferramentas como Diffit, Eduaide.AI e outras podem gerar instantaneamente versões diferenciadas de materiais de aprendizagem, como textos de leitura em diferentes níveis, atividades graduadas em complexidade e exercícios personalizados. Isso pode permitir que professores ofereçam desafios e apoios adequados a estudantes com distintos níveis de preparação na mesma sala de aula, uma tarefa que, de outra forma, seria excessivamente demorada. Outro exemplo é a iniciativa RobotsMali, que utilizou IA para produzir rapidamente mais de 180 livros infantis na língua local bambara, enfrentando a escassez crítica de materiais de leitura relevantes.

Apesar disso, o uso eficaz da IA para o planejamento de aulas ainda demanda recursos significativos. Pesquisas indicam que obter resultados de alta qualidade e pedagogicamente consistentes a partir de sistemas de IA frequentemente requer orientação e habilidade na formulação de prompts eficazes. Isso sugere que a formação docente para o uso de IA no planejamento de aulas deve concentrar-se no desenvolvimento da capacidade dos professores de julgar criticamente os resultados gerados, bem como na aquisição de competências de engenharia pedagógica de prompts, isto é, a habilidade de interagir com a IA de modo a produzir respostas alinhadas a objetivos de aprendizagem, estratégias de diferenciação e relevância contextual. Trata-se de uma nova forma de letramento profissional, que vai além da interação genérica com a IA, exigindo um engajamento mais direcionado e pedagogicamente informado. Cabe ao professor exercer o julgamento pedagógico necessário para avaliar os resultados e assegurar que a IA esteja sendo utilizada para ampliar a qualidade da prática docente, mantendo o educador no centro do processo.

O desenvolvimento de ferramentas de IA localizadas também enfrenta obstáculos. Um recente projeto-piloto em Gana explorou o uso de um sistema GPT-4-in-the-loop para apoiar professores. A iniciativa, denominada Ghana GPT Program, forneceu a 11 professores de escolas primárias rurais tablets e acesso a um chatbot alimentado por GPT-4. O sistema foi concebido como um assistente pedagógico para apoiar o planejamento de aulas, a criação de materiais didáticos e a busca por novas estratégias pedagógicas. O estudo constatou que os professores utilizaram o assistente de IA para uma ampla gama de tarefas profissionais e relataram que ele contribuiu para a criação de aulas mais envolventes e centradas nos estudantes (Nyaaba, 2025). Contudo, o GPT apresentou alucinações em línguas locais pouco representadas devido à disponibilidade limitada de conjuntos de dados linguísticos digitais nesses idiomas, evidenciando um desafio para a construção de soluções de IA verdadeiramente localizadas e linguisticamente diversas (Nyaaba, 2025).

Assim, a IA não é uma solução mágica para o planejamento de aulas. O simples uso de uma ferramenta de IA para gerar um plano tem pouco valor se o professor não dispuser do julgamento pedagógico necessário para avaliar e adaptar o resultado. A ferramenta pode inclusive ser prejudicial se produzir materiais factualmente incorretos, enviesados ou pedagogicamente inadequados que um professor sem formação específica venha a utilizar. O valor real reside na sinergia entre o julgamento profissional docente e a capacidade generativa da IA.

6.3.2. Coaching instrucional

Uma das formas mais eficazes, porém menos escaláveis, de desenvolvimento profissional docente é o coaching instrucional individualizado. A IA oferece o potencial de fornecer feedback personalizado em escala, ajudando professores a refletirem sobre sua prática e a aprimorá-la. Essas ferramentas podem analisar gravações de aulas, em áudio ou vídeo, para oferecer devolutivas sobre práticas pedagógicas, disponibilizar coaching automatizado e personalizado sobre aspectos específicos da linguagem docente, como o incentivo a uma mentalidade de crescimento, e apoiar líderes pedagógicos na análise de seus próprios diálogos de acompanhamento. A IA também pode auxiliar professores na autorreflexão e na definição de metas (Li et al., 2024). Isso é particularmente relevante em contextos com restrições de recursos, onde o acesso a coaches instrucionais humanos é frequentemente limitado.

Em Serra Leoa, por exemplo, foi testado o uso de chatbots para fornecer apoio de coaching a professores, desenvolvido por meio de uma colaboração entre o Ministério da Educação Básica e Secundária Superior, a Fab Data e outros parceiros (AI for Education, 2024). Esses chatbots oferecem aos docentes feedback e orientação acessíveis e de baixo custo diretamente por telefone, tornando o suporte de coaching disponível inclusive em áreas rurais, onde a presença de coaches humanos é escassa.

Ressaltamos que, para que o coaching instrucional orientado por IA seja verdadeiramente eficaz em escolas e sistemas educacionais do Sul Global, o feedback gerado deve ser prático, pedagogicamente consistente e contextualmente relevante. Devolutivas genéricas produzidas por modelos de IA treinados predominantemente com base em normas de sala de aula e padrões discursivos de outros contextos, ou em abordagens sem respaldo empírico, como a noção de estilos de aprendizagem, podem não ser aplicáveis ou até ser contraproducentes. Isso torna necessária a construção de modelos de IA de coaching bem treinados com dados oriundos de salas de aula locais e em colaboração com educadores desses contextos, assegurando que as orientações oferecidas sejam apropriadas e acionáveis. A glocalização dessas ferramentas, a exemplo da abordagem adotada no Ghana GPT (Nyaaba, 2025), é fundamental.

A capacidade da IA de analisar o diálogo em sala de aula tem o potencial de oferecer feedback mais frequente do que observações humanas esporádicas. Esses sistemas poderiam fornecer aos professores devolutivas regulares, baseadas em dados, sobre técnicas de questionamento, padrões de engajamento dos estudantes e qualidade geral da interação dialógica. Contudo, como será discutido no Cap. 7, é importante que a liderança escolar continue sendo responsável por entregar esse feedback aos docentes, considerando o que sabemos sobre cultura escolar, senso de cuidado e investimento profissional. Se o coaching por IA for percebido como uma ferramenta de vigilância punitiva, em vez de um instrumento de desenvolvimento e apoio, ele será rejeitado. A confiança é central. Sem um desenho cuidadoso que respeite a privacidade docente e se concentre em orientações construtivas e acionáveis, inseridas em uma cultura de confiança e idealmente mediadas por líderes escolares humanos, essas ferramentas tendem a fracassar. Assim, formar gestores escolares para utilizar esses dados na oferta de feedback pode ser uma abordagem mais promissora, como será detalhado no próximo capítulo.

A implementação em larga escala desses sistemas enfrenta obstáculos significativos, incluindo o ceticismo quanto ao uso para responsabilização docente, a necessidade de equipamentos adequados para gravação, conectividade confiável para processamento dos dados, salvo quando houver análise offline, medidas robustas de privacidade e segurança para proteger professores e estudantes, e diretrizes éticas claras para o uso dessas informações. Enfrentar esses pré-requisitos infraestruturais e éticos é essencial antes que os benefícios completos da análise de diálogo apoiada por IA possam ser plenamente alcançados.

6.3.3. Simulações

Simulações apoiadas por IA podem criar um espaço de prática para o ensino e tornar a formação mais concreta e aplicada. Isso envolve salas de aula virtuais interativas, baseadas em diálogo, nas quais o professor pode interagir com avatares de estudantes gerados por IA. Esses avatares podem ser programados com perfis específicos, equívocos conceituais comuns em determinadas áreas do conhecimento e diferentes perfis de aprendizagem, como um estudante hesitante, outro excessivamente confiante ou um aluno multilíngue com dificuldades no vocabulário acadêmico. O professor pode testar uma explicação complexa, experimentar novas técnicas de questionamento ou gerenciar uma situação comportamental simulada. Diferentemente de uma sala de aula real, o cenário pode ser pausado, repetido e analisado com feedback detalhado, sem qualquer risco para estudantes reais.

Já estão em desenvolvimento ferramentas como o Classroom Teaching Simulator (ACTS), baseado em IA, criado para ajudar educadores a praticar estratégias instrucionais fundamentadas em pesquisa em cenários específicos de conteúdo. Um estudo realizado na Polônia, que utilizou uma simulação com suporte de VR e IA para professores

de inglês em formação inicial, constatou alto valor da ferramenta para promover o desenvolvimento profissional e a prática reflexiva na aplicação do conhecimento de conteúdo.

6.3.4. Desconstruindo a expertise com IA: tornando visível o ensino de excelência

Professores iniciantes frequentemente enfrentam dificuldades porque os processos de tomada de decisão dos educadores experientes são, em grande medida, intuitivos e implícitos. É difícil aprender aquilo que não se pode ver. Uma aplicação inovadora de IA pode tornar visível esse conhecimento tácito ao desconstruir o ensino de excelência. Isso envolve o uso de ferramentas de IA para analisar gravações em vídeo ou áudio de professores locais altamente eficazes. Por meio de análise multimodal, que combina transcrição do diálogo, análise do tom de voz e até reconhecimento de gestos, a IA pode identificar, marcar e anotar automaticamente movimentos pedagógicos centrais.

Por exemplo, a IA poderia destacar um momento do vídeo e rotulá-lo como: “Tempo de espera eficaz: o professor fez uma pausa de 7 segundos após uma pergunta complexa, permitindo que os estudantes tivessem tempo para pensar” ou “Escalonamento pedagógico: o professor dividiu um problema de múltiplas etapas após perceber confusão dos estudantes”.

Isso oferece uma alternativa escalável e sob demanda à prática valiosa, porém intensiva em recursos, de contar com um coach humano presente em cada observação de sala de aula. A eficácia do uso de gravações em vídeo na formação docente é bem documentada, e essa aplicação de IA pode potencializar significativamente esse processo.

6.3.5. Aprofundando o conhecimento de conteúdo docente

Um desafio persistente, particularmente no nível secundário, é que os próprios professores podem apresentar lacunas em seu conhecimento de conteúdo ou dificuldade em articular conceitos complexos com clareza. Para enfrentar essa questão, uma ferramenta de IA pode ser concebida não como simples provedora de informações, mas como um parceiro socrático de debate. Um professor de Química do ensino médio no Paquistão, por exemplo, ao preparar uma aula sobre estequiometria, poderia engajar-se em um diálogo aprofundado com essa IA. Em vez de apenas fornecer definições, a IA faria perguntas instigantes, como: “Como você explicaria o conceito de mol usando uma analogia local e culturalmente relevante?”, “Qual é o erro mais comum que os estudantes cometem ao balancear esse tipo de equação?”, “Um estudante pergunta por que esse conceito é importante para a vida cotidiana. Qual seria sua resposta?”.

O objetivo deixa de ser obter uma resposta pronta e passa a ser a construção e defesa do próprio entendimento do professor, ou do estudante. Esse processo pode ajudar docentes a antecipar perguntas difíceis dos alunos, identificar fragilidades em suas próprias explicações e aprofundar o domínio conceitual do conteúdo. Embora a capacidade conversacional da IA já esteja consolidada, esse caso de uso a direciona a uma finalidade pedagógica específica: estimular o pensamento docente e fortalecer o conhecimento de conteúdo necessário para uma instrução de alta qualidade.

6.3.6. Síntese

Essas aplicações potenciais de IA são, em sua essência, interativas. Elas exigem que o professor faça algo: ensinar o avatar, dialogar com o parceiro socrático, analisar o vídeo de um especialista. Isso transforma o desenvolvimento profissional docente de um evento passivo, ao qual se assiste, em um ciclo contínuo, sob demanda, de prática, reflexão e aprimoramento. Consequentemente, o papel do coach ou mentor humano evolui. Ele deixa de ser apenas transmissor de conteúdo e passa a atuar como facilitador da reflexão sobre essas sessões de prática mediadas por IA, configurando um modelo potencialmente mais escalável.

Entretanto, a construção de ferramentas tão sofisticadas requer um novo marco de desenvolvimento. O conhecido modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) (Mishra & Koehler, 2009) e seu desdobramento AIPACK (Artificial Intelligence Pedagogical Content Knowledge) (Sezen-Gultekin, 2024) descrevem o conhecimento de que o professor necessita para integrar tecnologia ao ensino. Porém, para que essas ferramentas funcionem, a própria IA precisa ser dotada de conhecimento pedagógico de conteúdo. O avatar estudantil deve “conhecer” equívocos comuns em Física no currículo nigeriano. O parceiro socrático deve “saber” formular perguntas pedagogicamente potentes sobre história paquistanesa. Isso exige uma nova forma de especialização, que podemos denominar Conhecimento Pedagógico de Conteúdo em IA (PACK). Construir essa capacidade em ferramentas de IA demanda colaboração profunda entre engenheiros de IA, especialistas disciplinares e, sobretudo, professores experientes locais, que possam fornecer dados de treinamento ricos, nuançados e sensíveis ao contexto. Assim, um programa bem-sucedido precisa investir não apenas em tecnologia, mas também na formação de equipes interdisciplinares lideradas por especialistas humanos, capazes de “glocalizar” essas ferramentas de IA para cada contexto educacional específico (Tabela 6.3).

6.4. Como a IA pode ajudar professores em tarefas administrativas?

Um dos potenciais mais discutidos da IA na educação é sua capacidade de aliviar a carga de trabalho frequentemente excessiva enfrentada pelos professores, particularmente no Sul Global, onde o suporte administrativo pode ser escasso. Ao automatizar tarefas rotineiras, a IA pode liberar tempo valioso dos docentes, permitindo que se concentrem mais na interação direta com os estudantes, no desenvolvimento pedagógico e em seu próprio crescimento profissional. Resta determinar em que medida as aplicações de IA serão efetivamente direcionadas a esses domínios.

Tabela 6.3 - Um marco de desenvolvimento para o uso da IA no apoio ao desenvolvimento profissional docente

	TPACK	AIPACK	PACK (Proposto)
Foco central	O conhecimento requerido do professor	O conhecimento requerido do professor, com foco específico em IA	O conhecimento que deve estar incorporado na própria ferramenta de IA
Descrição	Um marco que descreve a combinação de conhecimentos que um professor precisa para integrar efetivamente a tecnologia em sua prática pedagógica. Envolve a compreensão da interação entre tecnologia, pedagogia (como ensinar) e conteúdo (o que é ensinado).	Sucessor do TPACK, este marco especifica o conhecimento de que o professor necessita para utilizar, de forma eficaz e ética, ferramentas de Inteligência Artificial em apoio aos seus objetivos pedagógicos e de conteúdo.	Um novo marco proposto que defende que, para ferramentas de IA como simulações ou parceiros socráticos serem verdadeiramente eficazes, a própria IA deve ser dotada de conhecimento pedagógico e de conteúdo relevante ao currículo e ao contexto local.

	TPACK	AIPACK	PACK (Proposto)
Pergunta-chave	O que o professor precisa saber para usar a tecnologia de forma eficaz?	O que o professor precisa saber para usar IA de forma eficaz?	O que uma ferramenta de IA precisa “saber” para ser uma parceira educacional eficaz?
Exemplo	Um professor de História sabe utilizar uma ferramenta digital de linha do tempo (Tecnologia) para ajudar os estudantes a compreender eventos cronológicos (Conteúdo) por meio de um projeto colaborativo baseado em investigação (Pedagogia)	Um professor de Ciências sabe utilizar uma ferramenta de avaliação formativa baseada em IA (Tecnologia de IA) para identificar e abordar concepções equivocadas dos estudantes (Conteúdo) em tempo real durante uma atividade de laboratório (Pedagogia).	Um chatbot tutor de Física é projetado com conhecimento sobre concepções equivocadas comuns entre estudantes na Nigéria (Conteúdo) e utiliza técnicas de questionamento socrático (Pedagogia) para orientar os alunos à compreensão correta. O conhecimento está incorporado na ferramenta, e não apenas no professor que a utiliza.

Essas tarefas incluem o gerenciamento de registros de frequência, a elaboração de comunicações básicas aos pais e responsáveis, a correção de determinados tipos de atividades, a geração de rascunhos iniciais de relatórios e a organização de recursos de aprendizagem.

A promessa de redução da carga de trabalho por meio da IA vem acompanhada de advertências importantes. As próprias ferramentas de IA não devem se tornar uma fonte adicional de sobrecarga devido à sua complexidade, falta de confiabilidade ou ausência de suporte técnico adequado. Um sistema de frequência baseado em IA que seja difícil de operar, apresente falhas frequentes ou exija extensa resolução de problemas em uma escola com pouca expertise em tecnologia pode, paradoxalmente, aumentar a carga de trabalho docente em vez

de reduzi-la. Portanto, simplicidade, robustez e facilidade de uso são considerações centrais no desenho de ferramentas de IA voltadas à automação administrativa nesses contextos.

Além disso, existe o risco de que o tempo economizado com a automação orientada por IA seja inadvertidamente realocado para novas tarefas relacionadas à própria IA, em vez de para a instrução, caso não haja gestão estratégica. Por exemplo, professores podem acabar dedicando um tempo considerável à elaboração de prompts complexos para obter respostas utilizáveis de IA generativa, à verificação minuciosa de conteúdos gerados quanto à precisão e a vieses, ou à inserção manual de dados em diferentes sistemas de IA. Assim, políticas educacionais e planos de implementação no nível escolar devem buscar assegurar uma redução líquida da carga global de trabalho docente, protegendo explicitamente o tempo destinado ao engajamento pedagógico qualificado e à reflexão profissional, em vez de simplesmente alterar a natureza das tarefas.

6.5. Comunidades de aprendizagem profissional habilitadas por IA

Uma avaliação recente de programas de desenvolvimento profissional conclui que houve uma evolução dos modelos baseados em aprendizagem com especialistas externos para abordagens centradas na reflexão profissional sobre o próprio trabalho docente. Essa mudança levou, por sua vez, a uma nova compreensão da escola como um ambiente de aprendizagem também para professores, e não apenas como local de trabalho (Campbell et al., 2017).

O isolamento docente é um obstáculo significativo ao crescimento profissional e à inovação. As Comunidades de Aprendizagem Profissional (PLCs) são uma estratégia comprovada para enfrentar esse desafio, mas frequentemente lidam com dificuldades logísticas ou, como no caso dos fóruns Kelompok Kerja Guru (KKG—Grupos de Trabalho Docente) na Indonésia, acabam sendo cooptadas para fins administrativos. A IA pode ajudar a criar e sustentar comunidades profissionais mais dinâmicas, eficazes e focadas na pedagogia.

Colaboração virtual e assíncrona. Plataformas apoiadas por IA podem viabilizar PLCs virtuais, conectando professores de diferentes escolas, distritos e até países. Isso é particularmente valioso em contextos onde a distância geográfica ou a falta de recursos para deslocamento dificulta a colaboração presencial. Plataformas como Disco e Playlab.ai são projetadas para construir comunidades de prática on-line, permitindo que professores compartilhem recursos, discutam desafios e elaborem aulas de forma colaborativa e assíncrona. O Disco é uma plataforma mais ampla de construção de comunidades que integrou recursos de IA para tornar a interação mais eficaz e a gestão mais simples. Ela pode resumir automaticamente longas discussões, identificar temas ou questões centrais emergentes e sugerir prompts para manter o diálogo ativo. Isso permite que professores se atualizem rapidamente e participem de modo significativo sem precisar ler todas as mensagens. O Playlab.ai, por sua vez, é desenvolvido especificamente para que educadores cocriem com IA. Professores o utilizam para gerar rascunhos de planos de aula, atividades de aprendizagem e materiais didáticos. A IA atua como ponto de partida ou parceira de brainstorming, e então a comunidade docente colabora para refinar, adaptar e aprimorar o conteúdo gerado.

Otimização da gestão das PLCs. Mesmo a organização prática de uma PLC pode ser trabalhosa. Ferramentas de IA vêm surgindo para simplificar esses processos. Por exemplo, o AI PLC Agenda Generator da Knowt pode criar automaticamente agendas estruturadas e editáveis de reuniões com base nos objetivos e temas da PLC. Isso ajuda a

manter os encontros focados em discussões pedagógicas substantivas, em vez de planejamento administrativo, garantindo que o tempo colaborativo seja utilizado de forma efetiva (Tabela 6.4).

6.6. Conclusão

Este capítulo explorou os desafios e as oportunidades na interseção entre IA e desenvolvimento profissional docente no contexto do Sul Global. Com base na Perspectiva Sistêmica e nos três temas transversais do livro, conforme delineados no Cap. 1, emergem diversos insights relevantes e implicações acionáveis para formuladores de políticas, profissionais da educação, desenvolvedores e pesquisadores.

6.6.1. Principais conclusões para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação.

6.6.1.1. O que a IA está fazendo, e não está fazendo, no desenvolvimento profissional docente?

1) Desenvolvimento do letramento em IA:

Os programas de desenvolvimento profissional docente que incorporam IA estão começando a expor professores a conceitos básicos de IA, pedagogias digitais e integração de ferramentas de IA ao ensino. Contudo, essas oportunidades concentram-se majoritariamente em contextos urbanos e bem providos de recursos. Persiste uma lacuna

significativa na oferta de abordagens abrangentes e sensíveis ao contexto, que abordem não apenas os aspectos técnicos, mas também as dimensões éticas, cívicas e pedagógicas da IA. A maioria dos professores no Sul Global ainda carece de oportunidades significativas para desenvolver um letramento em IA profundo e crítico.

O valor agregado do uso da IA por professores só se concretiza quando existe uma base sólida de letramento em IA. Oferecer acesso a ferramentas de IA sem formação fundamental em letramento digital e pedagógico relacionado à IA gera benefícios limitados e pode até comprometer os objetivos educacionais. Isso pode levar ao uso inadequado das ferramentas, à dependência excessiva de resultados falhos ou à desqualificação do trabalho docente. Simplesmente disponibilizar ao professor uma ferramenta como o ChatGPT sem capacitá-lo em engenharia pedagógica de prompts e na avaliação crítica dos conteúdos gerados não melhora sua prática e pode até prejudicá-la caso ele utilize resultados de baixa qualidade de forma acrítica.

Esse letramento vai além da proficiência técnica. Ela envolve a compreensão crítica dos conceitos centrais da IA, de suas dimensões éticas e de suas implicações pedagógicas. Sem essa base, professores correm o risco de se tornarem receptores passivos de ferramentas de IA, em vez de agentes capacitados a tomar decisões informadas sobre seu uso. Podem aprender a operar a ferramenta, mas não necessariamente a compreender seus princípios subjacentes, suas limitações ou como adaptá-la de maneira eficaz para estudantes diversos. Em contraste, programas de desenvolvimento profissional que enfatizam a avaliação crítica da IA quanto a vieses e adequação pedagógica, bem como estratégias para integrá-la de forma reflexiva ao ensino, fortalecem a autonomia docente e permitem que professores façam julgamentos profissionais fundamentados sobre se, quando e como utilizar a IA de modo a apoiar genuinamente seus estudantes e aprimorar sua prática.

Tabela 6.4 - Síntese: competências em IA e prioridades de formação para educadores, em serviço e em formação inicial

Domínio de competência	Competência específica	Descrição
1. Conhecimento fundamental	Conceitos e terminologia de IA	Compreensão de conceitos básicos de IA (por exemplo, aprendizagem de máquina, processamento de linguagem natural, IA generativa), de suas capacidades e de como funcionam.
	IA no ecossistema educacional	Consciência sobre o uso da IA no ecossistema educacional, desde plataformas de aprendizagem dos estudantes até sistemas de gestão escolar.
2. Conhecimento pedagógico e de conteúdo	Planejamento de aulas e geração de materiais com apoio de IA	Uso de ferramentas de IA para gerar, adaptar e diferenciar planos de aula, atividades e recursos de aprendizagem.
	Engenharia pedagógica de prompts	Capacidade de elaborar prompts de forma qualificada para obter resultados de alta qualidade, pedagogicamente consistentes e contextualmente relevantes a partir de IA generativa.
	IA para avaliação formativa e feedback	Uso da IA para avaliação formativa e feedback, incluindo o desenho de instrumentos avaliativos, a análise do trabalho dos estudantes e a oferta de devolutivas oportunas e direcionadas, bem como informações aos professores sobre o nível de aprendizagem dos alunos.
	Coaching e autorreflexão apoiados por IA	Uso de dados analisados por IA (por exemplo, a partir de gravações de aulas) para refletir sobre a própria prática pedagógica e aprimorá-la.
	Prática baseada em simulações	Engajamento com simulações apoiadas por IA para ensaiar e aperfeiçoar habilidades pedagógicas.

Domínio de competência	Competência específica	Descrição
3. Postura crítica e ética	Avaliação crítica de resultados gerados por IA	Capacidade de avaliação crítica de conteúdos gerados por IA, considerando precisão, consistência pedagógica e presença de vieses.
	Uso ético da IA	Compreensão e aplicação de princípios éticos relacionados à privacidade de dados, agência estudantil, consentimento e responsabilização.
	Deteção e mitigação de vieses	Reconhecimento de como a IA pode reproduzir vieses sociais e desenvolvimento de estratégias para mitigar esses riscos em sala de aula.
	Orientação do uso de IA pelos estudantes	Capacidade de orientar e formar estudantes para o uso responsável, crítico e ético de ferramentas de IA

Uma abordagem abrangente de letramento em IA para professores envolve três vertentes pedagógicas interconectadas: ensinar sobre IA, ensinar com IA e promover a capacidade de engajar-se criticamente com ou contra a IA. Ensinar sobre IA corresponde ao entendimento mais comum de letramento em IA: transmitir conhecimentos sobre conceitos centrais da IA, sobre como os sistemas de IA funcionam (por exemplo, aprendizagem a partir de dados) e sobre suas aplicações e implicações sociais. Ensinar com IA consiste em capacitar educadores a utilizar ferramentas de IA de forma eficaz como parte de seu repertório instrucional, aprimorando processos de ensino e aprendizagem. Engajar-se criticamente com a IA (ou ensinar “contra” a IA) significa fortalecer os professores para compreenderem as limitações desses sistemas, reconhecerem potenciais vieses, identificarem situações em que o uso da IA é inadequado ou contraproducente e tomarem decisões informadas sobre seu papel na sala de aula. Dado o risco de ferramentas de IA treinadas com dados não locais apresentarem vieses ou produzirem conteúdos culturalmente inapropriados, é essencial que

professores sejam capazes de examinar criticamente os resultados gerados, questionar sua validade e adaptá-los às necessidades específicas de seus contextos educativos.

Os professores precisam estar preparados não apenas para utilizar a IA em sua própria prática, mas também para modelar usos responsáveis e orientar os estudantes a lidar com as complexidades das tecnologias de IA.

Ministérios da Educação e seus parceiros devem ir além de oficinas pontuais de formação e desenvolver uma estratégia contínua e multinível de desenvolvimento profissional docente, centrada na construção do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo em IA. Isso implica não apenas saber operar uma ferramenta, mas compreender como, quando e por que utilizá-la para fins pedagógicos específicos dentro de cada área disciplinar.

- **Nível 1 (Todos os educadores):** Letramento fundamental em IA e ética. Todos os professores devem receber formação sobre os fundamentos da IA e suas implicações éticas, incluindo vieses algorítmicos, privacidade de dados e avaliação crítica de conteúdos gerados por IA quanto à precisão e adequação pedagógica. Isso desenvolve as competências de “curadoria especializada” mencionadas neste capítulo.
- **Nível 2 (Integração específica por área disciplinar):** Oferecer formação orientada por componente curricular, demonstrando como ferramentas de IA podem aprofundar a aprendizagem em áreas como Ciências, História e Linguagens. Exemplos incluem o uso de IA para simular eventos históricos, analisar textos literários ou modelar fenômenos científicos. Essa abordagem promove a integração transversal da IA ao currículo, em vez de tratá-la apenas como um novo conteúdo isolado.

- Nível 3 (Líderes docentes e coaches): Aplicação avançada e mentoria. Formar um grupo de professores líderes que receba capacitação avançada em elaboração de prompts, adaptação de ferramentas de IA para estudantes diversos (por exemplo, estudantes neurodivergentes, como observado no projeto-piloto no Peru) e liderança de Comunidades de Aprendizagem Profissional, nas quais colegas possam compartilhar boas práticas e resolver colaborativamente desafios de implementação.

Integração do letramento em IA ao desenvolvimento profissional docente existente: modelos e exemplos

Para garantir sustentabilidade e ampla adoção, o letramento em IA não deve ser tratado como um módulo isolado ou adicional, mas profundamente integrado aos sistemas existentes de desenvolvimento profissional docente, tanto na formação inicial quanto na formação em serviço. Essa abordagem posiciona o letramento em IA como uma competência central do educador contemporâneo, e não como uma habilidade especializada. O curso *Generative AI for K-12 Educators*, do MIT, oferece um currículo abrangente que pode ser adaptado a diferentes contextos. A UNESCO também desenvolveu Marcos de Competências em IA para professores, fornecendo orientações estruturadas para a elaboração curricular nessa área. No entanto, a adaptação de cursos de alta qualidade em letramento em IA para contextos do Sul Global exige mais do que a simples tradução de conteúdos. Requer uma contextualização cuidadosa de exemplos, estudos de caso e dilemas éticos, de modo que dialoguem com realidades locais, normas culturais e desafios específicos enfrentados pelos docentes. Além disso, professores podem aprender sobre IA aplicando suas novas competências a tarefas significativas e imediatamente úteis. Essa abordagem prática, orientada à produção de resultados concretos, tende a ser mais envolvente e eficaz do que uma formação puramente teórica, pois promove senso de apropriação, relevância profissional e realização prática entre educadores.

Aprimoramento da eficácia dos sistemas em literacias fundamentais

Iniciativas de desenvolvimento profissional docente apoiadas por IA mostram potencial para fortalecer o domínio de conteúdo disciplinar, a gestão da sala de aula e o ensino de literacias e numeracia fundamentais. Plataformas digitais interativas e redes de mentoria entre pares, por vezes alimentadas ou aprimoradas por sistemas de recomendação baseados em IA, podem personalizar a aprendizagem profissional, oferecendo recursos e feedback adaptados à experiência e às necessidades dos professores. Ainda assim, a maioria dos sistemas permanece dependente de modelos tradicionais de formação presencial ou hierárquica, e o acesso a desenvolvimento profissional contínuo, prático e de alta qualidade apoiado por IA continua limitado e desigual.

Aprimoramento da relevância dos sistemas para competências do século 21.

A formação continuada docente que integra a IA começa a preparar professores para apoiar o desenvolvimento das competências do século 21 nos estudantes, como resolução de problemas, colaboração, criatividade e cidadania digital. Contudo, ainda são raras as abordagens holísticas em que professores cocriam experiências de aprendizagem, participam de práticas reflexivas e constroem comunidades de inovação. O desenvolvimento profissional apoiado por IA tende, até o momento, a complementar essas capacidades mais amplas, em vez de transformá-las em larga escala.

6.6.1.2. Inovação versus Transformação

Atualmente, a maioria dos usos da IA no desenvolvimento profissional docente representa inovação incremental, como maior personalização, acesso facilitado a recursos ou eficiência logística na forma-

ção. A transformação genuína, em que o desenvolvimento profissional passa a ser contínuo, colaborativo, integrado ao trabalho cotidiano e estreitamente alinhado às prioridades do sistema educacional, ainda é rara. As evidências mais robustas de transformação surgem quando o desenvolvimento profissional, o currículo e o suporte contínuo aos professores coevoluem como parte de reformas sistêmicas mais amplas. Para além das literacias fundamentais, a IA oferece um conjunto de ferramentas e capacidades que podem atuar como catalisadoras poderosas de inovação pedagógica, permitindo que docentes planejem experiências de aprendizagem mais envolventes, diferenciadas e eficazes. Desde o apoio à complexa tarefa de planejamento de aulas até o fornecimento de coaching instrucional personalizado e a transformação das práticas avaliativas, a IA pode ampliar as competências docentes e expandir suas possibilidades pedagógicas.

6.6.1.3. Equidade e a divisão digital

O desenvolvimento profissional docente apoiado por IA corre o risco de ampliar desigualdades existentes se for implementado principalmente em contextos privados, urbanos ou tecnologicamente avançados. Professores de áreas rurais com poucos recursos, aqueles com habilidades digitais limitadas e falantes de línguas não dominantes frequentemente permanecem excluídos dessas inovações. Sem políticas e investimentos que garantam acesso equitativo e desenvolvam capacidades digitais fundamentais, os avanços tecnológicos tenderão a reforçar, em vez de reduzir, as disparidades na competência docente e nas oportunidades profissionais.

6.6.1.4. Perspectiva Sistêmica

- Condições iniciais: A preparação docente, a infraestrutura, o apoio da liderança e as prioridades do sistema moldam o impacto e a sustentabilidade do desenvolvimento profissional apoiado por IA.

- Efeitos interativos e sinergias: O desenvolvimento profissional eficaz ocorre quando é sustentado por reforma curricular, alinhamento avaliativo, mentoria e aprendizagem entre pares. A IA, por si só, não substitui a mobilização de todo o sistema.
- Ciclos de retroalimentação: Plataformas digitais de formação apoiadas por IA podem viabilizar feedback em tempo oportuno, diagnosticar necessidades de aprendizagem e informar políticas públicas, mas correm o risco de subutilização se não forem acompanhadas por mudanças organizacionais e fortalecimento da agência docente.
- Pequenas mudanças, grandes impactos: Alterações incrementais sensíveis ao contexto, como coaching digital ou compartilhamento de recursos, podem catalisar ondas mais amplas de inovação quando as condições são favoráveis, ilustrando os efeitos não lineares descritos no Cap. 1.

6.6.2. Implicações para desenvolvedores de IA e demais atores do setor educacional

- Operacionalização do “Conhecimento Pedagógico de Conteúdo em IA” (PACK): As aplicações mais poderosas do futuro não serão ferramentas genéricas, mas sistemas especializados cocriados com educadores.
- Estabelecimento de hubs nacionais de desenvolvimento de PACK: Um investimento estratégico e visionário consiste na criação de centros nacionais ou regionais interdisciplinares. Esses hubs reuniriam professores experientes, especialistas curriculares e engenheiros de IA com um mandato claro: cocriar, desenvolver e validar ferramentas educacionais de IA (como tutores socráticos e simuladores complexos) profundamente integradas aos currículos, línguas e valores pedagógicos locais. Essa abordagem garante

que a próxima geração de IA educacional seja culturalmente relevante, pedagogicamente consistente e responda diretamente às necessidades específicas de professores e estudantes da região.

Além disso, os desenvolvedores de IA devem:

- **Projetar para a diversidade:** Desenvolver ferramentas que acomodem diferentes níveis de conectividade, línguas, tradições pedagógicas e perfis docentes.
- **Fomentar comunidade e colaboração:** Ir além de módulos individuais de formação e viabilizar comunidades de prática, mentoria entre pares e jornadas coletivas de aprendizagem.
- **Fortalecer a agência docente:** Priorizar ferramentas que posicione professores como cocriadores e usuários críticos, e não como receptores passivos da tecnologia e dos conteúdos de formação.
- **Evitar o reforço de hierarquias:** Ter cautela com soluções que centralizam controle ou priorizam monitoramento em detrimento da autonomia, pois isso pode enfraquecer a confiança e a independência profissional docente.
- **Lacunas atuais:** Persiste a ausência de plataformas holísticas, de código aberto e escaláveis para desenvolvimento profissional docente que enfrentem simultaneamente restrições contextuais e as dimensões éticas e cívicas da IA.

6.6.3. Questões e preocupações éticas

As principais preocupações incluem:

- **Privacidade de dados e vigilância:** O desenvolvimento profissional docente apoiado por IA pode monitorar o comportamento dos professores, o uso de recursos ou até práticas em sala de aula, levantando preocupações quanto a consentimento, finalidade e proteção de dados.

- Acesso e equidade: A igualdade de acesso ao desenvolvimento profissional apoiado por IA continua sendo um grande desafio. Com frequência, as soluções atendem prioritariamente aqueles que já se encontram em condições mais favorecidas.
- Bem-estar: A formação digital pode contribuir para sobrecarga, diluir fronteiras entre vida profissional e pessoal e comprometer o “direito à desconexão”, caso não seja cuidadosamente estruturada.
- Garantir que a IA complemente, e não substitua, as responsabilidades centrais do ensino: A questão entre ampliação e automação. Embora a IA ofereça ferramentas de apoio aos professores, há preocupações de que sua integração acrítica ou mal gerida possa levar à desqualificação do trabalho docente e à desprofissionalização, incluindo redução da autonomia profissional.
- Risco de uso da IA para avaliar, classificar ou prescrever ações docentes: Existe o perigo de se empregar a IA para controle e padronização excessiva, em vez de promover julgamento profissional e inovação. Um princípio fundamental para a integração ética e eficaz da IA na educação é que ela deve servir para complementar e fortalecer o trabalho dos professores humanos, não para substituir suas responsabilidades pedagógicas centrais. O objetivo principal deve ser ampliar a capacidade docente, reduzir o peso de tarefas mecânicas e, assim, enriquecer as interações professor-estudante e entre pares. Conexão humana, empatia, mentoria e a capacidade de promover pensamento crítico e desenvolvimento socioemocional são dimensões insubstituíveis do ensino de qualidade que a IA, em sua forma atual, não pode replicar.

À medida que a IA assume mais funções rotineiras, o papel do professor evolui para concentrar-se mais intensamente em facilitar aprendizagens profundas, na construção de significado de conceitos complexos, no apoio ao desenvolvimento integral dos estudantes e na sustentação de sua motivação intrínseca para aprender. Garantir que a IA realmente complemente, e não substitua, as responsabilidades cen-

trais do ensino exige uma abordagem participativa no desenvolvimento e na implementação dessas tecnologias (Winthrop & Ershadi, 2025). Sem a contribuição docente e a compreensão das realidades da sala de aula e das prioridades pedagógicas, ferramentas de IA podem ser projetadas de forma desalinhada aos valores educacionais locais, enfraquecer inadvertidamente papéis essenciais do professor ou deixar de atender às necessidades mais urgentes de docentes e estudantes.

Se os sistemas de IA se tornarem excessivamente prescritivos, ditando conteúdos curriculares, abordagens pedagógicas e métodos avaliativos com pouco espaço para adaptação ou decisão docente, corre-se o risco de relegar professores a meros executores de instruções geradas por IA, em vez de profissionais que exercem julgamento pedagógico. Em contextos onde professores já enfrentam múltiplas pressões e acesso limitado a apoio formativo contínuo, a imposição de sistemas de IA complexos ou pedagogicamente desalinhados pode resultar em adoção superficial orientada por conformidade, em vez de integração genuinamente inovadora. Isso pode enfraquecer o senso de eficácia profissional, criatividade e autoria sobre a própria prática.

É, portanto, fundamental que a IA seja posicionada para fortalecer e ampliar o ensino, e não para substituir o papel crítico do professor. A agência docente, entendida como a capacidade de tomar decisões informadas e agir de forma intencional na prática profissional, é crucial para assegurar que a IA funcione como ferramenta de apoio efetivo na sala de aula.

Por fim, embora a IA possa oferecer suporte valioso a professores iniciantes, ela também pode tornar-se uma muleta permanente que inibe o desenvolvimento de sua própria intuição e julgamento profissional. O risco é formar uma geração de educadores altamente habilidosos em elaborar prompts para sistemas de IA, mas sem o raciocínio pedagógico subjacente necessário para planejar experiências de aprendizagem ou responder a situações inesperadas em sala de aula sem assistência tecnológica.

6.6.4. Questões de pesquisa emergentes

Impacto no desenvolvimento e na retenção de professores:

- O uso sustentado de IA para tarefas administrativas e de planejamento resulta em redução mensurável do esgotamento docente e aumento das taxas de retenção de professores ao longo de 3 a 5 anos? Como o tempo economizado é utilizado ou realocado?
- Qual é o efeito de longo prazo do coaching instrucional orientado por IA sobre o repertório pedagógico, a autoeficácia e a cultura docente? As mudanças observadas na prática permanecem se a ferramenta de IA for retirada?
- Como a introdução de ferramentas de IA altera a natureza e a qualidade do discurso nas Comunidades de Aprendizagem Profissional (PLCs)? Ela aprofunda as conversas pedagógicas ou as recentraliza em suporte técnico e engenharia de prompts?
- Quais modelos de desenvolvimento profissional docente apoiado por IA são eficazes, escaláveis e equitativos em contextos de poucos recursos?
- Como o feedback orientado por IA influencia a reflexão docente, a mudança de práticas e os resultados em sala de aula?
- Quais são as experiências e atitudes dos professores em relação à dataficação no desenvolvimento profissional, e como a agência docente é preservada?
- Como a IA e plataformas digitais podem apoiar o desenvolvimento profissional coletivo, colaborativo e sensível ao contexto?

Impacto na aprendizagem dos estudantes e na equidade:

- Ao comparar salas de aula que utilizam materiais diferenciados gerados por IA com aquelas que empregam métodos tradicionais de diferenciação, há diferenças mensuráveis nos resultados de aprendizagem de longo prazo dos estudantes, no domínio conceitual e na redução das lacunas de desempenho?
- Para estudantes que utilizam regularmente tutores baseados em IA, qual é o impacto no desenvolvimento de habilidades metacognitivas e de aprendizagem autorregulada? Isso favorece a aprendizagem independente ou cria uma forma de dependência cognitiva?
- O tipo de IA utilizado nas escolas se correlaciona com o nível socioeconômico? Escolas mais favorecidas tendem a empregar IA para aprendizagem criativa e investigativa, enquanto escolas com menos recursos ficam restritas ao uso para exercícios repetitivos, ampliando assim desigualdades já existentes?

Lacunas, desalinhamentos e uma agenda futura de pesquisa

O principal desalinhamento reside na lacuna entre a rápida implementação de ferramentas de IA e o desenvolvimento muito mais lento do conhecimento pedagógico profundo necessário para utilizá-las de forma qualificada. Essa lacuna orienta nossa agenda urgente de pesquisa. A tendência atual concentra-se fortemente na *tecnologia* da IA, mas o verdadeiro desafio é *centrado no ser humano*: construir a capacidade docente para integrar essas ferramentas a serviço da pedagogia de maneira sábia. O risco é a abertura de um abismo crescente, no qual o potencial da tecnologia supera a capacidade da profissão de utilizá-la de forma eficaz e ética. Atualmente, a IA é frequentemente tratada como um problema técnico focado em ferramentas, em vez de um problema pedagógico e de aprendizagem centrado na interação entre pessoas e tecnologias.

Em síntese, a IA oferece caminhos para ampliar a escala, personalizar e potencialmente transformar o desenvolvimento profissional docente, mas, até o momento, esses avanços permanecem majoritariamente no nível da inovação incremental, e não da transformação sistêmica. Para assegurar que a IA favoreça, e não dificulte a aprendizagem profissional equitativa, políticas públicas e design tecnológico devem caminhar juntos, enfrentando questões de acesso digital fundamental, valorizando a agência docente e incorporando os avanços tecnológicos em comunidades profissionais robustas, colaborativas e sensíveis ao contexto. Somente assim o desenvolvimento profissional apoiado por IA contribuirá para melhorias sistêmicas, sustentáveis e abrangentes na aprendizagem de todos.

Referências

- AI for Education. (2024). *LBD—EducAid and Fab Data pilot in Sierra Leone: AI chatbots for teacher coaching* [Program overview]. Retrieved from <https://ai-for-education.org/lbd-educaid-and-fab-data/>
- Campbell, C., Osmond-Johnson, P., Faubert, B., Zeichner, K., & Hobbs-Johnson, A. (2017). *The role of professional standards in supporting teacher development*. Education Policy Institute.
- Conroy, M. (2021). *Teaching in developing countries*. EBSCO Research Starters. Retrieved from <https://www.ebsco.com/research-starters/earth-and-atmospheric-sciences/teaching-developing-countries>
- Cordingley, P., Higgins, S., Greany, T., Buckler, N., Coles-Jordan, D., Crisp, B., Saunders, L., & Coe, R. (2015). *Developing great teaching: Lessons from the international reviews into effective professional development*. Teacher Development Trust.

- Delgado, N., Galindo-Domínguez, H., Losada, D., & Etxabe, J. M. (2024). An analysis of the use of artificial intelligence in education in Spain: The in-service teacher's perspective. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 40(1), 41–56.
- Li, W., Cai, Z.-T., Wang, J., & Wang, Y.-G. (2024). Advancing the in-class dialogic quality: Developing an artificial intelligence-supported framework for classroom dialogue analysis. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12938-0>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. Retrieved from <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/general/what-is-technological-pedagogical-content-knowledge/>
- Nyaaba, M. (2025). *Glocalizing generative AI in education for the Global South: The design case of 21st century teacher educator AI for Ghana*. arXiv. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2504.07149>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2005). *Teachers matter: Attracting, developing and retaining effective teachers*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with AI, blockchain and robots*. OECD Publishing. Retrieved from https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/06/oecd-digital-education-outlook-2021_0f1487d9/589b283f-en.pdf
- Pa-Al, J. A. R., Porter, T., Yeager, D. S., Murphy, M. C., Crosnoe, R. A. K. A. W., Muller, C., & Hughes, M. E. (2023). “Mistakes help us grow”: Facilitating and evaluating growth mindset supportive language in classrooms. ResearchGate. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/376401075>

- Rivas, A. (2025). *La llegada de la IA a la educación en América Latina: en construcción*. ProFuturo—OEI. Retrieved from <https://oei.int/wp-content/uploads/2025/06/la-llegada-de-la-ia-a-la-educacion-en-al-en-construccion-oei-profuturo.pdf>
- Schwille, J., Dembélé, M., & Schubert, J. (2007). *Global perspectives on teacher learning: Improving policy and practice*. UNESCO International Institute for Educational Planning.
- Sezen-Gultekin, G. (2024). Artificial intelligence pedagogical content knowledge. *European Journal of Educational Research*, 13(1), 325–339. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.1.325>
- Svoboda Gouvea, J. (2024). Emotion in teacher learning and professional development. *CBE—Life Sciences Education*, 23(3), fe5.
- UNESCO. (2014). *Education for all global monitoring report 2013/4: Teaching and learning— Achieving quality for all*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2021). *Global report on the status of teachers 2021*. Education International.
- Villegas-Reimers, E. (2003). *Teacher professional development: An international review of the literature*. UNESCO International Institute for Educational Planning.
- Winthrop, R., & Ershadi, V. (2025). *Making AI work for schools*. Brookings Institution.
- Yudono, K. D. A., & Widya, C. A. (2025). Magic school AI in designing Indonesian language learning for second grade with a deep learning paradigm. *Journal of Educational Learning and Innovation (ELIa)*, 5(1), 1–9.

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Creative Commons Atribuição–NãoComercial–SemDerivações 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite o uso não comercial, o compartilhamento, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja atribuído o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, seja fornecido um link para a licença Creative Commons e seja indicado se o material licenciado foi modificado. Não é permitida, sob esta licença, a divulgação de material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros presentes neste capítulo estão incluídos na licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário na linha de crédito associada ao material. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente junto ao detentor dos direitos autorais.

CAPÍTULO 7

IA e Organização e Gestão Escolar

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_7

7.1. Os problemas: liderança e organização escolar no Sul Global

O capítulo anterior discutiu como o apoio ao desenvolvimento docente é um dos determinantes mais importantes e imediatos das oportunidades de aprendizagem dos estudantes. Também analisamos a evolução de duas ideias relacionadas no campo do desenvolvimento profissional: a primeira, de que a formação docente constitui um continuum; a segunda, de que grande parte desse desenvolvimento pode ocorrer no próprio espaço escolar, o que exige conceber a escola não apenas como local de trabalho, mas como ambiente de aprendizagem tanto para estudantes quanto para adultos. Dessas ideias decorre a implicação de que um dos papéis mais relevantes da liderança escolar é criar uma cultura que favoreça a aprendizagem de todos e o desenvolvimento profissional contínuo, integrado ao trabalho cotidiano dos professores.

Escolas em todo o Sul Global enfrentam desafios persistentes e profundamente enraizados que limitam sua capacidade de oferecer oportunidades de desenvolvimento docente e de aprendizagem discente. Como discutido em capítulos anteriores, os sistemas educacionais do Sul Global frequentemente lidam com rápido crescimento demográfico e restrições de recursos. A expansão acelerada da educação de massa com recursos limitados e estruturas hierárquicas centralizadas moldou modelos de organização escolar e papéis de liderança que restringem a autonomia das escolas e limitam o papel pedagógico dos gestores. Como resultado, as escolas são mais frequentemente vistas como unidades executoras de determinações superiores do que como organizações profissionais de aprendizagem, nas quais professores e administradores integram redes colaborativas e dispõem dos recursos necessários para sustentar seu desenvolvimento profissional contínuo.

Como discutido no primeiro capítulo, a educação de massa foi viabilizada por meio da padronização da oferta educacional. Frequentemente adotou-se um “modelo fabril” para aumentar a eficiência na entrega de uma educação padronizada e, como resultado, as estruturas escolares atuais ainda refletem esse objetivo de uniformização, reproduzindo modelos ultrapassados de ensino e gestão. Exemplos disso incluem a dependência de horários rígidos, o agrupamento de estudantes por idade em séries e a progressão linear de uma série para outra, bem como a compartimentalização estrita das disciplinas.

Essa “gramática da escolarização” (Tyack & Cuban, 1995) da educação de massa resulta, portanto, em uma gramática organizacional que reforça a fragmentação do conhecimento e o isolamento docente (UNESCO, 2021), limita a autonomia e a profissionalidade dos professores e restringe as oportunidades de personalização da educação. Em geral, professores trabalham sozinhos, atrás de portas fechadas, com pouca colaboração ou tempo para aprendizagem coletiva. Estudantes também aprendem conteúdos em compartimentos isolados, sem compreender as interconexões entre disciplinas ou entre aquilo que estudam em diferentes anos escolares. A tarefa de apreender essas inter-relações costuma ser deixada ao próprio estudante, em vez de ser resultado de um desenho intencional da escola ou do currículo. Nesse sentido, a organização escolar torna-se um mediador poderoso do currículo. Essa configuração exige que os estudantes se adaptem ao sistema, em vez de o sistema encontrar cada estudante onde ele está e apoiar suas necessidades e interesses específicos. Assim como se afirma que “a cultura organizacional devora a estratégia no café da manhã”, pode-se dizer que a organização e a cultura escolar frequentemente se sobrepõem até mesmo às intenções mais progressistas do currículo (UNESCO, 2021).

No sistema padronizado de educação de massa, não são apenas estudantes e professores que trabalham de forma isolada dentro das escolas. As próprias escolas frequentemente funcionam como unidades isoladas, sem conexões significativas com outras escolas, redes ou

instituições comunitárias. Esse isolamento limita a capacidade organizacional das escolas e reduz o potencial de inovação e de resolução coletiva de problemas entre educadores.

Esse cenário cria sérias limitações para que as escolas consigam resolver as tensões entre aprendizagem fundamental e competências do século 21 discutidas no Cap. 3. Não surpreende que muitos educadores percebam essas propostas como “ou uma coisa ou outra”, em vez de “ambas simultaneamente”, pois a rigidez do sistema descrito leva naturalmente a uma mentalidade de escassez sobre o que escolas e professores podem realizar. Torna-se compreensível que se considere inalcançável a interdisciplinaridade, a integração entre habilidades fundamentais e competências transferíveis, ou o atendimento às necessidades específicas de cada estudante. Possibilitar que as escolas ofereçam instrução mais potente e relevante requer ampliar sua capacidade institucional. Envolver professores em equipes e escolas em redes com outras escolas e instituições é um caminho para isso, como argumenta o recente relatório da UNESCO sobre os Futuros da Educação (UNESCO, 2021).

Em grande parte do Sul Global, as escolas estão inseridas em sistemas nos quais decisões-chave são tomadas no topo da burocracia, nos escritórios centrais dos Ministérios da Educação. As escolas são concebidas como parte de uma “cadeia de entrega” dos projetos ministeriais, funcionando como apêndices encarregados de implementar determinações superiores, com capacidade limitada de contribuir para decisões que as afetam ou de adaptar políticas. Isso ocorre mesmo quando professores e diretores locais detêm maior conhecimento sobre os desafios centrais das escolas e, muitas vezes, a expertise necessária para identificar soluções. Nesse tipo de desenho hierárquico de cima para baixo, a liderança escolar também tende a ser verticalizada. Diretores ficam sobrecarregados por tarefas administrativas impostas pelas instâncias superiores e recebem pouco apoio no exercício da liderança pedagógica e instrucional.

Em áreas rurais de El Salvador, por exemplo, diretores frequentemente não possuem formação administrativa formal e gerenciam escolas por meio de sistemas de registro em papel, ao mesmo tempo em que lecionam em turmas em tempo integral. Fátima, diretora de uma escola em La Costa del Sol, em El Salvador, no início de seus cinquenta anos, começa o dia antes do nascer completo do sol. Caminha por estradas empoeiradas rumo à escola, já com a mente carregada pelas tarefas que a aguardam. Sua escola, como muitas na região, enfrenta desafios significativos: recursos limitados, salas de aula superlotadas e escassez crônica de materiais didáticos. Apesar desses obstáculos, o compromisso de Fátima com seus estudantes e professores é inabalável.

Ao chegar à escola, ela é imediatamente absorvida por uma montanha de responsabilidades. Seu escritório, uma pequena sala com uma mesa coberta por pilhas de papéis, é o retrato da carga administrativa que carrega. Ela gerencia matrículas de estudantes, horários de professores, finanças escolares e diversas outras tarefas. A ausência de ferramentas digitais faz com que grande parte desse trabalho seja realizado manualmente, em um processo demorado que frequentemente se estende até a noite. Seu papel é predominantemente administrativo, restando pouco tempo para a liderança pedagógica ou o engajamento comunitário. Passa a maior parte do dia no escritório, lidando com burocracias e um fluxo interminável de demandas administrativas. Sua capacidade de observar aulas, orientar professores ou dialogar com famílias é severamente limitada. Ela sonha em estar mais presente nas salas de aula, em mentorar seus docentes e construir um senso mais forte de comunidade escolar, mas a realidade frequentemente torna essas aspirações inalcançáveis.

As restrições financeiras no Sul Global adicionam outra camada de complexidade a esses desafios de liderança. Para muitas escolas em países de baixa e média renda, o custo de implementação de soluções baseadas em IA é proibitivo. Isso inclui não apenas o investimento inicial em tecnologia e infraestrutura, mas também os custos contínuos de manutenção e formação, que pressionam orçamentos já limitados.

Como destacado no Relatório de Monitoramento Global da Educação 2024/2025, líderes escolares no Sul Global frequentemente operam sem descrições claras de função, formação profissional adequada ou acesso a ferramentas digitais (UNESCO, 2024). Suas responsabilidades são amplas, abrangendo finanças, engajamento familiar e bem-estar estudantil, mas raramente dispõem de tempo, autoridade ou capacidade para liderar processos de transformação. Evidências recentes confirmam que o fortalecimento da liderança escolar pode ser uma estratégia custo-efetiva para melhorar a aprendizagem dos estudantes no Sul Global, mas esse caminho para a melhoria da qualidade segue subutilizado (Global School Leaders Alliance, 2024). Embora a liderança eficaz, especialmente a liderança pedagógica, tenha impacto positivo nos resultados educacionais, muitos diretores carecem de formação, mentoria, tempo e condições institucionais para traduzir suas funções em melhorias concretas no ensino e na aprendizagem.

Essa situação tem implicações severas para a eficácia escolar. A eficácia de uma escola, definida como o grau em que ela alcança objetivos educacionais considerando seu contexto e recursos disponíveis (Scheerens, 2000), depende fortemente de liderança pedagógica, clima escolar positivo e capacidade de uso de dados para aprimorar práticas. Contudo, a maioria dos líderes escolares no Sul Global não está equipada para exercer esse papel. Espera-se que apoiem o desenvolvimento docente, engajem famílias e impulsionem melhorias escolares, mas contam com formação mínima, sistemas ultrapassados e ausência de tempo, autoridade ou capacidade para inovar. Scheerens identifica liderança pedagógica, objetivos educacionais claros, clima escolar estruturado, monitoramento frequente do progresso e colaboração docente como elementos centrais da eficácia escolar. Grande parte das escolas no Sul Global enfrenta dificuldades para atender a esses critérios devido a restrições estruturais.

Além disso, a liderança escolar tende a reproduzir modelos hierárquicos e pouco participativos de governança sistêmica. Professores raramente participam das decisões, e diretores frequentemente lideram de forma isolada, em vez de em colaboração com outros. Segundo o Relatório GEM (UNESCO, 2024), a formação profissional de diretores costuma focar tarefas financeiras e administrativas, e não a pedagogia, a inovação ou o uso de ferramentas digitais. Em muitos sistemas, líderes não são empoderados para tomar decisões instrucionais ou participar de práticas reflexivas, o que compromete a melhoria contínua. Para construir confiança nesses sistemas, será necessário promover comunicação aberta, envolver diferentes atores nos processos decisórios e demonstrar ações consistentes e transparentes que priorizem o bem-estar da comunidade educacional.

7.2. Como a IA pode apoiar uma liderança escolar mais eficaz, empoderada, empoderadora e em rede?

A IA oferece novas possibilidades para transformar a forma como as escolas são organizadas e lideradas, especialmente em contextos com poucos recursos. Para além da simples automação de tarefas administrativas, a IA pode contribuir para redesenhar funções centrais da liderança escolar: promover colaboração, aprimorar o uso de dados, conectar currículo, instrução e avaliação, e viabilizar apoio pedagógico contínuo.

Um dos papéis mais transformadores da IA está em superar a natureza fragmentada do trabalho docente e da organização escolar. Plataformas apoiadas por IA podem viabilizar redes de escolas que colaboram, compartilham dados e cocriam programas de desenvolvi-

mento profissional. Por exemplo, a IA pode analisar dados de diferentes escolas de uma mesma região, identificar unidades com desafios semelhantes e facilitar que trabalhem juntas ou aprendam umas com as outras. Esse tipo de articulação, em grande medida ausente nos sistemas tradicionais, é essencial para construir liderança coletiva e culturas de aprendizagem compartilhadas (UNESCO, 2021).

Para líderes escolares, as ferramentas de IA podem apoiar a transição da gestão de tarefas para a liderança pedagógica, especialmente em contextos onde a carga administrativa crescente desvia tempo e energia das missões centrais da escola. A IA oferece a oportunidade de enfrentar esse problema ao simplificar processos administrativos. Painéis adaptativos, por exemplo, podem sintetizar tendências de desempenho estudantil, destacar padrões de absenteísmo ou recomendar formação profissional direcionada aos professores. A IA também pode favorecer o alinhamento entre currículo, instrução e avaliação ao analisar resultados de aprendizagem e auxiliar diretores a ajustar estratégias escolares (UNESCO, 2024). Em vez de relatórios estáticos, líderes escolares podem receber insights visuais em tempo real que conectam dados de sala de aula aos planos de melhoria da escola.

Mais importante ainda, a IA pode tornar visível o que hoje permanece invisível. Muitos líderes escolares não dispõem de capacidade para interpretar ou agir com base em dados educacionais. Ferramentas de análise preditiva e aprendizado de máquina podem revelar padrões, como quais estudantes estão mais em risco de evasão ou quais turmas apresentam lacunas persistentes de aprendizagem, e sugerir ações direcionadas. A IA pode integrar diferentes tipos de dados, como frequência, resultados de avaliações e observações docentes, para construir indicadores multidimensionais de engajamento e aprendizagem dos estudantes (Molina et al., 2024). Ao fazê-lo, capacita líderes a tomar decisões oportunas e orientadas pela equidade, especialmente quando combinada com formação em letramento de dados e interpretação ética. Ao mesmo tempo, é essencial considerar abordagens custo-efetivas acessíveis às escolas do Sul Global. O aproveitamento

de infraestruturas existentes e de tecnologias de código aberto pode reduzir barreiras financeiras, tornando soluções de IA mais viáveis em contextos de recursos limitados.

A IA também pode apoiar novas formas de liderança participativa. Pesquisas automatizadas, chatbots e ferramentas de análise de sentimento podem coletar feedback de professores, famílias e estudantes. Esse retorno pode ser sintetizado e apresentado em painéis de gestão, ajudando líderes escolares a responder às necessidades da comunidade, aprimorar a comunicação e fortalecer a confiança (Pedro et al., 2019).

Ao aliviar líderes escolares de tarefas repetitivas e permitir uma melhor coordenação, a IA pode abrir espaço para que se concentrem nas funções centrais da liderança: definir visão, apoiar professores, engajar a comunidade e construir culturas escolares inclusivas. Um relatório recente da UNESCO sobre os Futuros da Educação afirma que “líderes devem migrar de modelos de comando e controle para modos participativos e colaborativos de organização” (UNESCO, 2021). A IA pode apoiar essa transição ao criar tempo e ferramentas para reflexão, responsividade e tomada de decisão compartilhada.

Evidências globais recentes, incluindo o Relatório de Monitoramento Global da Educação da UNESCO (2023), oferecem orientações oportunas sobre o papel transformador, embora complexo, da tecnologia e da IA na organização e liderança escolar. A UNESCO observa que a transformação digital da educação intensifica as responsabilidades e oportunidades dos líderes escolares: não apenas garantir equidade no acesso a recursos digitais, mas também manter uma cultura escolar fortemente centrada nas pessoas.

Os líderes são incentivados a compreender a tecnologia como um instrumento para aprofundar a inclusão, a participação e a aprendizagem, e não apenas como um fim em si mesma ou um atalho para a

eficiência administrativa. À medida que plataformas digitais, sistemas de gestão da informação e análises orientadas por IA se tornam mais disseminados, cabe aos líderes assegurar que sua adoção seja contextualizada, responsiva às necessidades de professores e estudantes e acompanhada por políticas robustas de privacidade de dados, direitos digitais e transparência. O relatório também alerta contra abordagens hierárquicas e padronizadas; em seu lugar, defende uma liderança distribuída e uma tomada de decisão compartilhada, apoiadas por ferramentas digitais colaborativas que promovam a aprendizagem em equipe, o apoio entre pares e a inovação em rede.

A UNESCO enfatiza ainda a necessidade de formação contínua de líderes escolares nas dimensões pedagógicas, gerenciais e éticas da tecnologia. Essa capacitação permite que avaliem criticamente as soluções digitais, conduzam processos de mudança com confiança e construam culturas escolares adaptativas e resilientes que valorizem tanto insights orientados por dados quanto relações humanas. Por fim, em meio à crescente digitalização, líderes escolares devem permanecer atentos à proteção do bem-estar de profissionais e estudantes, enfrentando questões como carga de trabalho, tempo de tela, vigilância e segurança digital como parte de uma visão holística de eficácia escolar (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 - Visão comparativa dos desafios da liderança escolar e das oportunidades potenciais impulsionadas por IA

Principais desafios da liderança escolar	Potenciais oportunidades/intervenções impulsionadas por IA
Trabalho docente fragmentado e falta de colaboração entre escolas; oportunidades limitadas de aprendizagem profissional compartilhada	Plataformas apoiadas por IA para conectar redes de escolas, identificar desafios semelhantes e fomentar resolução colaborativa de problemas
Sobrecarga administrativa intensa que desvia líderes da liderança pedagógica	IA para automatizar documentação e tarefas rotineiras, liberando líderes para focar na pedagogia e no apoio aos professores
Uso limitado de dados educacionais; líderes frequentemente carecem de capacidade para interpretá-los ou agir sobre eles	Painéis adaptativos para visualização em tempo real de tendências (frequência, desempenho, absenteísmo); análises preditivas para identificar estudantes em risco e sugerir intervenções
Fraco alinhamento entre currículo, instrução e avaliação	IA para analisar resultados de aprendizagem, recomendar ajustes instrucionais e conectar dados de sala de aula aos planos de melhoria escolar
Restrições de recursos no Sul Global que limitam o acesso a sistemas avançados	Soluções de IA custo-efetivas que aproveitam a infraestrutura existente, ferramentas de código aberto e plataformas de baixa largura de banda
Liderança participativa limitada e poucos ciclos de feedback com a comunidade escolar	Pesquisas automatizadas, chatbots e análise de sentimento para coletar e sintetizar feedback de professores, pais e estudantes
Risco de adoção tecnológica verticalizada, em modelo “tamanho único”	Ferramentas de liderança apoiadas por IA para sustentar tomada de decisão compartilhada, aprendizagem em equipe e colaboração entre pares
Formação insuficiente no uso pedagógico, gerencial e ético da IA	Desenvolvimento profissional contínuo para líderes em letramento de dados, interpretação ética da IA e gestão tecnológica
Equilíbrio entre transformação digital e bem-estar de profissionais e estudantes	Ferramentas de IA para monitoramento da carga de trabalho, alertas de segurança digital e políticas de uso equilibrado de tecnologia

7.3. O que a IA já está fazendo para apoiar uma liderança escolar mais eficaz?

Casos de uso atuais e pesquisas

Aplicações de IA já estão fazendo diferença em escolas em todo o Sul Global. Elas incluem automação administrativa, suporte à tomada de decisão orientada por dados, otimização de recursos e transformação da liderança escolar.

7.3.1. Automação administrativa

Ferramentas de IA podem assumir tarefas repetitivas e demoradas, como matrícula de estudantes, gestão de ausências de professores e elaboração de horários de aulas. Por exemplo, a DRUID é uma plataforma de IA desenvolvida especificamente para instituições de ensino superior, utilizada principalmente na América do Norte. Ela foi implementada em instituições como a Georgia Southern University e a West Georgia, onde tem sido empregada para melhorar o engajamento estudantil e otimizar operações. A DRUID pode responder a consultas 24 horas por dia, 7 dias por semana, auxiliar professores e automatizar processos como folha de pagamento e integração de novos funcionários (Molina et al., 2024). Na Nigéria, sistemas de IA baseados em nuvem reduziram a carga administrativa, liberando tempo para liderança pedagógica (eSchool.ng, 2024).

A IA também pode apoiar escolas na superação de barreiras linguísticas ao trabalhar com comunidades diversas. Por exemplo, em uma escola primária na Tchêquia, membros da equipe utilizam ferramentas de tradução baseadas em IA para melhorar a comunicação com estudantes e pais, dos quais 15% são estrangeiros, incluindo provenientes de países como Afeganistão, Ucrânia e Mongólia (Microsoft,

2025). Ferramentas desse tipo podem ser adaptadas à liderança escolar, ampliando a capacidade dos gestores de se concentrarem em tarefas estratégicas e pedagógicas, ao reduzir o tempo dedicado a atividades administrativas.

7.3.2. Suporte à tomada de decisão orientada por dados

A IA ajuda líderes escolares a tomar decisões mais rápidas e precisas ao organizar e visualizar dados em tempo real. Esses painéis reúnem indicadores-chave — frequência, resultados de avaliações, relatórios docentes — e destacam padrões ou áreas de preocupação. No Sul Global, o governo de Andhra Pradesh, na Índia, trabalhou com a Microsoft para implementar uma aplicação baseada em aprendizado de máquina para prever a evasão escolar. Utilizando dados como matrícula, desempenho acadêmico, contexto socioeconômico, infraestrutura escolar e qualificações docentes, o sistema identifica mais de 60 padrões associados ao risco de evasão, desde currículos desatualizados até a ausência de banheiros funcionais para meninas. Desde 2019, mais de 10.000 escolas no estado utilizam essa ferramenta para orientar intervenções e priorizar investimentos (OECD, 2021). Outro exemplo vem do Chile, onde um sistema de alerta precoce apoiado por IA identifica estudantes em risco de evasão devido à baixa frequência ou queda de desempenho, acionando intervenções oportunas (Molina et al., 2024).

Um exemplo do Norte Global vem da Alemanha, onde o projeto LAPS (Learning Analytics for Exams and Study Success), da Stuttgart Media University, utiliza aprendizado de máquina para identificar estudantes em risco de reprovação logo no início de seus estudos. Desde 2014, o sistema gera relatórios semestrais para docentes e estudantes participantes, sinalizando mais de 200 possíveis fatores de risco — desde queda nas notas até desistências repetidas de exames — ao

mesmo tempo em que respeita a privacidade, a participação voluntária e o anonimato. O sistema também apoia a garantia de qualidade, fornecendo dados detalhados em nível de programa, como taxas de evasão, médias de notas e perfis demográficos (OECD, 2021).

Quando sistemas como esses se conectam a Sistemas Nacionais de Informação em Gestão Educacional (EMIS), tornam-se ainda mais poderosos. Ao integrar IA com EMIS nacionais, os sistemas educacionais podem se tornar mais adaptativos, responsivos e eficazes. Essa integração favorece a transição de uma gestão reativa para uma gestão proativa, permitindo que líderes educacionais antecipem desafios, otimizem recursos e implementem intervenções informadas por análises abrangentes de dados em tempo real.

A IA também pode apoiar formas distribuídas de liderança, como aquelas baseadas no uso de dados para desenvolver planos de melhoria. Um exemplo é o processo de melhoria Data Wise, desenvolvido na Harvard Graduate School of Education. Trata-se de um ciclo em oito etapas que constrói hábitos colaborativos de investigação baseada em dados entre equipes escolares: (1) organizar o trabalho colaborativo, (2) desenvolver letramento em dados, (3) utilizar narrativas de estudantes para despertar curiosidade, (4) aprofundar-se em evidências de aprendizagem, seguidos de quatro etapas adicionais focadas em ação, alinhamento e melhoria. Embora a IA não faça parte originalmente do Data Wise, o uso combinado de ambos pode potencializar a análise e a utilização de dados nas escolas.

Quando escolas utilizam ferramentas de IA juntamente com abordagens colaborativas de melhoria baseadas em dados, como o Data Wise, elas passam das coletas ocasionais de dados para a melhoria contínua do ensino por meio da colaboração. Essa abordagem fortalece o desenvolvimento profissional, transformando-o de formação passiva em estratégias práticas baseadas em evidências. O Data Wise incentiva equipes a revisar regularmente evidências, identificar padrões na aprendizagem dos estudantes e ajustar a instrução em res-

posta a esses achados. Quando painéis apoiados por IA são integrados a esse processo, aceleram a agregação e visualização dos dados, permitindo que as equipes dediquem mais tempo à interpretação dos resultados e ao planejamento de melhorias. Pesquisas mostram que, quando o Data Wise é implementado com forte apoio da liderança e suporte tecnológico, professores se engajam em aprendizagem profissional mais profunda e estudantes apresentam avanços no desempenho (Harvard Graduate School of Education, 2020).

Ao combinar ferramentas de IA com abordagens de melhoria baseadas em dados, como o Data Wise, as escolas podem evoluir de coleta esporádica de dados para melhoria instrucional sustentada e colaborativa, elevando o desenvolvimento profissional de treinamento passivo para prática acionável baseada em evidências.

7.3.3. Otimização de recursos

A IA pode melhorar a alocação de recursos humanos e materiais. A plataforma “Quiero Ser Maestro” no Equador utiliza algoritmos para conectar professores às escolas com base em qualificações, localização e necessidades de disciplinas, reduzindo desigualdades e ineficiências (Elacqua et al., 2022). No Peru, durante o fechamento das escolas devido à COVID-19, um sistema assistido por IA realocou mais de 100.000 estudantes para escolas alternativas, garantindo matrículas equilibradas e acesso contínuo à educação (Molina et al., 2024). No Uruguai, análises preditivas previram as necessidades de aquisição de materiais educacionais, equipamentos ou infraestrutura com base em dados históricos e previsões de preços e demanda, otimizando os gastos (Molina et al., 2024).

7.3.4. Transformação da liderança

Ao reduzir a papelada e simplificar processos administrativos, a IA pode liberar tempo dos líderes escolares para o exercício da liderança pedagógica: observar aulas, orientar professores e planejar melhorias na aprendizagem. A estratégia nacional de Ruanda, por exemplo, enfatiza essa transição da administração para a pedagogia (UNESCO, 2024). Ferramentas consultivas como a DRUID podem coletar feedback automaticamente, responder perguntas a qualquer momento e enviar mensagens personalizadas a professores, pais e estudantes. A DRUID ajuda as escolas a manterem-se conectadas com suas comunidades e facilita que líderes compreendam e respondam às necessidades de estudantes, docentes e famílias (Molina et al., 2024).

A IA também pode fortalecer a comunicação entre a escola e a família por meio de sistemas inteligentes de relatórios. Cada vez mais, pais e responsáveis recebem “e-relatórios” digitais sobre a aprendizagem e as atividades de seus filhos, entregues por portais web, aplicativos móveis ou até mensagens de texto automatizadas (OECD, 2021). Esses relatórios variam desde alertas de alto nível (por exemplo, um estudante em risco de evasão), passando por atualizações intermediárias (como número de faltas ou desempenho em matemática), até feedback detalhado por item (como qual questão foi errada e por quê). Plataformas como ASSISTments fornecem aos pais dados sobre tarefas recentes, desempenho e respostas corretas, enquanto ferramentas como Edgenuity compartilham métricas de tempo dedicado às atividades e ritmo de progressão. Ao disponibilizar essas informações em tempo real, líderes escolares podem reduzir o ônus manual da comunicação, garantir que famílias sejam informadas prontamente e identificar problemas precocemente. Quando esses relatórios são desenhados com foco na usabilidade, demonstram impacto positivo no engajamento parental e nos resultados dos estudantes (Bergman & Chan, 2017; Kraft & Monti-Nussbaum, 2017).

No setor da saúde, ferramentas semelhantes já demonstraram eficácia no fortalecimento da liderança. Por exemplo, o Laguna Insights, utilizado em clínicas, resume automaticamente informações de pacientes antes de atendimentos e fornece pistas em tempo real sobre empatia e tom de comunicação (Pillay, 2024). Isso possibilita diálogos mais significativos e relações mais fortes entre profissionais e usuários. De modo similar, plataformas como Feedtrail aplicam análise de sentimento em tempo real para sinalizar rapidamente insatisfação, ajudando administradores e profissionais a responder proativamente às preocupações. Essas ferramentas apoiam o bem-estar das equipes, aprimoram a comunicação e promovem uma cultura de trabalho responsiva e colaborativa.

Na educação, ferramentas de IA análogas podem ampliar significativamente a eficácia da liderança escolar. Ao fornecer feedback e insights em tempo real, a IA pode ajudar líderes escolares a:

- Melhorar a comunicação: Resumir automaticamente e comunicar informações importantes para professores, pais e alunos, garantindo que todos estejam informados e engajados.
- Melhorar a responsividade: Identificar e abordar rapidamente preocupações ou áreas de insatisfação, permitindo que os líderes tomem medidas proativas para melhorar o clima escolar e os resultados dos estudantes.
- Fomentar a colaboração: Facilitar uma melhor colaboração entre a equipe, proporcionando plataformas para compartilhar insights, boas práticas e recursos, criando assim um ambiente educacional mais coeso e de apoio.
- Apoiar a tomada de decisão: Oferecer insights baseados em dados e recomendações que estejam alinhados aos valores da escola e aos objetivos educacionais, permitindo que os líderes tomem decisões informadas que melhorem o ensino e a aprendizagem.

Essas ferramentas fortalecem a comunicação, o bem-estar e a confiança, aspectos cada vez mais relevantes para a educação. Ao utilizar a IA, os líderes escolares podem se concentrar mais na liderança pedagógica e menos nas tarefas administrativas, o que, em última instância, leva a resultados educacionais mais eficazes e impactantes (Tabela 7.2).

Tabela 7.2 - Casos de uso de IA que apoiam a liderança escolar no Sul Global

Categoria	Descrição	Exemplos
Automação administrativa	A IA automatiza tarefas repetitivas (matrícula, elaboração de horários, folha de pagamento), reduzindo a carga administrativa dos líderes e liberando tempo para a liderança pedagógica.	Plataforma DRUID no ensino superior dos EUA para atendimento de consultas 24/7, integração de novos funcionários e folha de pagamento (Molina et al., 2024); eSchool.ng na Nigéria reduzindo a carga administrativa (eSchool.ng, 2024).
Suporte à tomada de decisão orientada por dados	A IA organiza e visualiza indicadores-chave (frequência, desempenho, relatórios docentes) para identificar riscos e orientar intervenções.	Sistema de aprendizado de máquina de Andhra Pradesh, Índia, que prevê evasão escolar com base em mais de 60 padrões de risco (OECD, 2021); sistema chileno de alerta precoce que identifica estudantes em risco (Molina et al., 2024); sistema LAPS na Alemanha que detecta riscos de reprovação e apoia garantia de qualidade (OECD, 2021).
Uso colaborativo de dados para a melhoria escolar	A combinação de painéis apoiados por IA com ciclos de melhoria fortalece a tomada de decisão colaborativa e o desenvolvimento profissional.	Processo Data Wise da Harvard Graduate School of Education, integrado a painéis de IA para acelerar a análise de dados e viabilizar melhoria instrucional contínua (Harvard Graduate School of Education, 2020).

Categoria	Descrição	Exemplos
Otimização de recursos	A IA aprimora a alocação de recursos humanos e materiais conforme as necessidades, reduzindo desigualdades e ineficiências.	Plataforma “Quiero Ser Maestro” no Equador que conecta professores às escolas (Elacqua et al., 2022); sistema no Peru que realocou mais de 100 mil estudantes durante o fechamento das escolas na COVID-19 (Molina et al., 2024); uso de análises preditivas no Uruguai para compras e provisão de recursos educacionais (Molina et al., 2024).
Transformação da liderança	A IA libera líderes para focarem na pedagogia, fortalece a comunicação com diferentes atores da comunidade escolar e melhora a capacidade de resposta.	Ruanda promovendo a transição da administração para a liderança pedagógica (UNESCO, 2024); DRUID coletando feedback e enviando comunicações personalizadas (Molina et al., 2024); e-relatórios para pais (ASSISTments, Edgenuity) que aumentam o engajamento e melhoram os resultados (OECD, 2021).
Insights intersetoriais para a liderança educacional	A adaptação de ferramentas de comunicação e análise de sentimento baseadas em IA, oriundas de outros setores (por exemplo, saúde), pode fortalecer a liderança educacional	Laguna Insights resumindo automaticamente informações e fornecendo pistas de empatia em tempo real (Pillay, 2024); Feedtrail usando análise de sentimento para sinalizar insatisfação precocemente. Potencial aplicação na educação para feedback em tempo real, monitoramento do clima escolar e apoio ao bem-estar das equipes

7.4. Conclusão

Este capítulo aprofundou-se no panorama em transformação da organização, gestão e liderança escolar na era da Inteligência Artificial, com foco especial nos desafios e potenciais específicos do Sul Global. Por meio de uma análise fundamentada nos três temas transversais do livro e em uma perspectiva sistêmica, extraímos algumas conclusões centrais para os formuladores de políticas, profissionais da educação, desenvolvedores e pesquisadores.

7.4.1. Principais conclusões para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação

O que a IA está fazendo — e o que ainda não está fazendo — na organização e liderança escolar?

A IA não deve ser vista apenas como uma ferramenta para aumentar a eficiência, mas como um mecanismo para reimaginar a liderança e a equidade nas escolas. Com base no relatório da UNESCO *Futures of Education – Reimagining Our Futures Together* (UNESCO, 2021), as escolas precisam evoluir para espaços participativos e inclusivos, onde a liderança é compartilhada e a aprendizagem está enraizada em relações de confiança e cuidado. Na prática, isso significa:

7.4.1.1. Desenvolvimento do letramento em IA

Líderes escolares desempenham um papel crucial na promoção da consciência sobre IA e do uso ético dessa tecnologia em suas instituições. Embora alguns gestores já comecem a ter acesso a formações sobre ferramentas digitais e de IA para gestão de dados, alocação de recursos e monitoramento do desempenho escolar, o letramento em IA em larga escala entre líderes, equipes escolares e comunidades ainda está em estágio inicial. O desenvolvimento da liderança frequentemente permanece desconectado do esforço mais amplo de letramento em IA entre professores e estudantes. Formar líderes escolares em letramento de dados e ética, juntamente com competências digitais, é essencial. Gestores precisam ser capazes de interpretar e utilizar dados de forma eficaz, identificar tendências, monitorar progresso e tomar decisões informadas, assegurando simultaneamente salvaguardas éticas e o uso responsável da tecnologia.

7.4.1.2. Aprimoramento da eficácia do sistema

Sistemas de gestão escolar apoiados por IA podem sustentar a tomada de decisão orientada por dados, a gestão eficiente de recursos e intervenções direcionadas para apoiar estudantes. Em alguns contextos, ferramentas de IA permitem monitorar com maior eficácia a frequência, o progresso da aprendizagem e tarefas operacionais, liberando o tempo da liderança para o desenvolvimento pedagógico. No entanto, essas ferramentas ainda não estão impulsionando melhorias em larga escala na aprendizagem fundamental, a menos que estejam estreitamente alinhadas à liderança pedagógica e à reforma da cultura escolar. A IA deve ser posicionada para ampliar o julgamento humano, e não substituí-lo, garantindo que as decisões finais permaneçam ancoradas na expertise profissional e em considerações éticas.

7.4.1.3. Aprimoramento da relevância do sistema no desenvolvimento de competências do século 21.

As plataformas apoiadas por IA por vezes facilitam comunidades profissionais de aprendizagem, colaboração entre escolas e compartilhamento de boas práticas, lançando as bases para culturas escolares mais inovadoras. Contudo, as evidências de que a IA promove liderança distribuída, equipes interdisciplinares ou a autêntica formação de competências do século 21, como adaptabilidade, criatividade ou competências socioemocionais, ainda são limitadas. Muitas iniciativas concentram-se na eficiência administrativa, em vez de transformar normas de colaboração ou a visão pedagógica. Para avançar da inovação à transformação, as ferramentas de IA devem ser concebidas para apoiar a colaboração. Isso implica criar plataformas que assegurem a voz dos diferentes atores da comunidade escolar, professores, estudantes e famílias, nos processos decisórios, na aprendizagem compartilhada e no acesso equitativo a recursos.

7.4.1.4. Inovação versus Transformação

A maioria das iniciativas atuais relacionadas à IA na gestão escolar representa inovação, isto é, melhorias incrementais em eficiência, organização de horários ou intervenções direcionadas. Poucas alcançam o nível de transformação, no qual a IA catalisa novas formas de liderança participativa, reorganização escolar e ambientes genuinamente centrados no estudante. Os casos mais robustos de transformação surgem em reformas sistêmicas, nas quais liderança, desenvolvimento docente, organização escolar e tecnologia coevoluem em sistemas adaptativos, em rede e orientados para a aprendizagem.

O desafio não é digitalizar estruturas de controle existentes, mas transformá-las, rompendo com a “gramática da escolarização” ultrapassada (Tyack & Cuban, 1995) e fomentando culturas abertas, colaborativas e orientadas à inovação pedagógica.

7.4.1.5. Equidade e a divisão digital

Existe um risco real de que ferramentas de gestão e liderança apoiadas por IA reforcem desigualdades existentes, dado que projetos-piloto e a maioria das implementações ocorrem em escolas privadas ou urbanas. A liderança em escolas com poucos recursos ou em áreas rurais frequentemente carece de acesso a dados confiáveis, infraestrutura ou desenvolvimento profissional necessário para aproveitar o potencial da IA.

Formuladores de políticas devem priorizar a construção de capacidades locais e o investimento em infraestrutura, garantindo uma internet confiável, disponibilidade de equipamentos e expertise técnica local, além de adotar processos participativos de design com ciclos contínuos de feedback para adaptar as ferramentas às necessidades reais do contexto escolar.

7.4.1.6. Perspectiva Sistêmica

- Condições iniciais: O impacto depende da cultura escolar pré-existente, da visão de liderança, dos recursos disponíveis e da prontidão das equipes.
- Sinergias: A inovação organizacional tem êxito quando a IA é integrada ao desenvolvimento de equipes, à formação docente, à tomada de decisão compartilhada e ao engajamento comunitário.

- Ciclos de feedback: Escolas que promovem aprendizagem sistêmica contínua — utilizando dados para orientar mudanças organizacionais iterativas, e não apenas para relatórios de conformidade — exemplificam o poder de uma Perspectiva Sistêmica.
- Pequenas mudanças, grandes resultados: Ajustes aparentemente modestos (como fluxos de comunicação orientados por dados ou ferramentas colaborativas de planejamento) podem, quando há confiança e estruturas adequadas, gerar melhorias significativas no clima escolar e no desempenho institucional.

Por fim, como observa Scheerens (2000), a liderança eficaz inclui orientação instrucional, definição de metas, monitoramento de progresso e promoção da colaboração. Esses continuam sendo os pilares para a melhoria escolar. A IA pode aprimorar essas práticas — reduzindo a carga administrativa, proporcionando insights oportunos e facilitando a comunicação —, mas isso só ocorrerá quando for governada de forma sábia e integrada a um contrato social mais amplo para a educação. A eficácia escolar não deve ser medida apenas pelos resultados, mas também pela capacidade da instituição de cultivar comunidades de aprendizagem equitativas, resilientes e centradas no ser humano.

7.4.2. Implicações para desenvolvedores de IA

Para os desenvolvedores de IA:

- Contextualizar soluções: Codesenvolver ferramentas com líderes escolares que se adequem às realidades locais, sensíveis à conectividade, ao contexto cultural e às necessidades operacionais.
- Empoderar, não desempoderar: Projetar ferramentas de IA que ampliem, e não substituam o julgamento humano, e que promovam liderança pedagógica, não apenas administrativa.

- Fomentar a colaboração: Oferecer plataformas que apoiem a colaboração dentro e entre escolas, facilitando a aprendizagem compartilhada em vez da gestão hierárquica e fragmentada.
- Transformar, não apenas ajustar: Ir além da digitalização de rotinas existentes para criar ferramentas que ajudem a repensar estruturas, papéis, feedback e processos participativos.
- O que está faltando: A maioria das plataformas atuais negligencia práticas inclusivas, liderança distribuída e as conexões entre uso de dados, bem-estar e melhoria escolar integral.

7.5. Questões e preocupações éticas

Este capítulo traz à tona diversos desafios éticos:

7.5.1. Divisão digital e equidade

A IA corre o risco de aprofundar as desigualdades existentes se for introduzida sem investimento adequado em infraestrutura, formação e suporte contínuo. Por exemplo, como destaca o Relatório GEM da UNESCO, 70% das escolas rurais na Índia não têm acesso à internet, e apenas 22% das escolas na África Subsaariana dispõem de eletricidade confiável (UNESCO, 2024). Sem enfrentar essas disparidades, as ferramentas de IA podem ampliar o fosso entre escolas urbanas bem equipadas e comunidades rurais ou marginalizadas com poucos recursos.

7.5.2. Viés algorítmico e equidade

Sistemas de IA treinados com dados históricos que refletem desigualdades sociais existentes correm o risco de perpetuar ou até agravar esses vieses. Isso é especialmente preocupante quando a IA influencia decisões de altas consequências, como a alocação de estudantes ou as avaliações de professores. As estruturas éticas da IA, como a Recomendação da UNESCO sobre a Ética da IA (2021), enfatizam a importância de se preservar a agência humana, garantir transparência nos algoritmos e promover uma governança participativa para mitigar o viés e a injustiça.

7.5.3. Dinâmicas de poder e agência local

Há um risco significativo de que a IA, especialmente quando controlada de forma centralizada, possa aumentar o monitoramento de cima para baixo e a padronização, limitando o julgamento profissional dos líderes escolares e educadores locais. Como alerta Scheerens (2000), modelos de melhoria excessivamente prescritivos podem prejudicar o senso de propriedade local e a capacidade adaptativa das escolas. Portanto, a IA deve ser projetada como uma ferramenta para apoiar, e não substituir, os líderes escolares, capacitando a autonomia, a reflexão e a tomada de decisões sensíveis ao contexto, em vez de impor a conformidade.

7.5.4. Privacidade de Dados e Confiança

As escolas lidam com informações pessoais sensíveis sobre estudantes, famílias e funcionários. Os sistemas de IA devem proteger rigorosamente esses dados, cumprir com padrões éticos e manter a

transparência sobre o uso de dados e os processos de tomada de decisão. A confiança é fundamental para uma liderança escolar eficaz, e violações de privacidade podem rapidamente minar essa confiança. Medidas de segurança robustas, comunicação aberta e respostas claras e oportunas a qualquer violação de dados são componentes essenciais da implementação ética da IA na educação.

7.5.5. Custo e acessibilidade

As barreiras financeiras para implementar soluções de IA em contextos de poucos recursos levantam questões éticas adicionais. Para além do investimento inicial em tecnologia e infraestrutura, os custos contínuos de manutenção e formação podem pressionar orçamentos limitados, potencialmente excluindo as escolas com menor financiamento. Portanto, as soluções de IA devem ser concebidas com acessibilidade econômica, escalabilidade e fortalecimento de capacidades locais em mente, de modo a garantir acesso equitativo em diferentes contextos do Sul Global. Sem um desenho proativo, a IA continuará beneficiando principalmente as escolas que já dispõem de infraestrutura, capital humano e recursos financeiros.

7.5.6. Inclusividade e participação

A digitalização corre o risco de marginalizar formas de conhecimento não digitais e de restringir oportunidades de liderança participativa e ascendente, que valorizam a voz de professores e comunidades. A integração ética da IA deve incluir intencionalmente diferentes atores sociais e garantir que as ferramentas digitais ampliem — e não substituam — as relações humanas e a governança democrática nas escolas.

7.6. Questões de pesquisa emergentes

- Como as ferramentas de gestão escolar habilitadas por IA podem ser implementadas de forma equitativa em contextos de poucos recursos?
- Quais modelos de desenvolvimento de liderança preparam melhor os líderes para usar a IA na melhoria escolar, mantendo salvaguardas éticas?
- Como a gestão orientada por dados pode ser vinculada à liderança pedagógica e ao bem-estar estudantil, em vez de simplesmente ao controle administrativo?
- Quais estruturas de sistemas favorecem a escalabilidade de uma liderança colaborativa e distribuída, possibilitada por plataformas digitais?
- Quais são os efeitos a longo prazo das rotinas organizacionais baseadas em IA na cultura escolar, na agência dos funcionários e nos resultados dos estudantes?

Em resumo, a IA tem um potencial real para capacitar organizações e lideranças escolares mais adaptativas, ricas em dados e colaborativas, especialmente quando integrada a mudanças sistêmicas mais amplas. No entanto, para realizar essa promessa, é necessário prestar atenção deliberada ao contexto, à inclusão, à confiança e à ética. Somente por meio de um alinhamento de todo o sistema, onde a inovação organizacional, a liderança humana e as ferramentas digitais se apoiam mutuamente, é que a IA pode se tornar um catalisador para uma transformação duradoura na eficácia escolar e na equidade.

Referências

- Bergman, P., & Chan, E. W. (2017, March). *Leveraging technology to engage parents at scale: Evidence from a randomized controlled trial* [Working paper]. https://conference.iza.org/conference_files/EcoEdu_2017/chan_e25715.pdf
- Elacqua, G., et al. (2022). *Profesión: Profesor en América Latina. ¿Por qué se perdió el prestigio docente y cómo recuperarlo?* Inter-American Development Bank.
- eSchool.ng. (2024). *AI in Nigerian schools: Case studies and lessons*. <https://eschool.ng>
- Global School Leaders Alliance. (2024). *Evidence review 2024: A review of research on the role of school leaders in improving student learning outcomes* [Annual report]. <https://www.globalschoolleaders.org/annual-report-24>
- Harvard Graduate School of Education. (2020). *Wise about data: How a pioneering research-practice partnership helped us see how data could reduce inequity and accelerate improvement in schools*. <https://www.gse.harvard.edu/hgse100/story/wise-about-data>
- Kraft, M. A., & Monti-Nussbaum, M. (2017). Can schools enable parents to prevent summer learning loss? A text messaging field experiment to promote literacy skills. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 674(1), 85–112. <https://doi.org/10.1177/0002716217732009>
- Microsoft Education Team. (2025). *AI in education: A Microsoft special report*. Microsoft. <https://cdn-dynmedia-1.microsoft.com/is/content/microsoftcorp/microsoft/bade/documents/products-and-services/en-us/education/2025-Microsoft-AI-in-Education-Report.pdf>

- Molina, E., Cobo, C., Pineda, J., & Rovner, H. (2024). *AI revolution in education: What you need to know* (Digital Innovations in Education). World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099734306182493324>
- OECD. (2021). *OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with AI, blockchain and robots*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
- Pillay, T. (2024, October 30). Laguna Insight [Review of *Laguna Insight*]. *TIME*. <https://time.com/7094937/laguna-insight/>
- Scheerens, J. (2000). *Improving school effectiveness*. UNESCO International Institute for Educational Planning. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122424>
- Tyack, D., & Cuban, L. (1995). *Tinkering toward utopia: A century of public school reform*. Harvard University Press.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*.
- UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms?* UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- UNESCO. (2024). *Global education monitoring report 2024/5: Leadership in education*.
- UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388707>

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Creative Commons Atribuição–NãoComercial–SemDerivações 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite o uso não comercial, o compartilhamento, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja atribuído o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, seja fornecido um link para a licença Creative Commons e seja indicado se o material licenciado foi modificado. Não é permitida, sob esta licença, a divulgação de material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros presentes neste capítulo estão incluídos na licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário na linha de crédito associada ao material. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente junto ao detentor dos direitos autorais.

CAPÍTULO 8

IA e Governança da Educação

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_8

8.1. Introdução

A governança da educação é um campo fértil para a adoção e utilização da IA. A governança educacional diz respeito às estruturas, regras e processos dentro dos sistemas de ensino por meio dos quais decisões são tomadas, prioridades são definidas, recursos são distribuídos e programas são implementados, monitorados e avaliados. Modelos e abordagens eficazes de governança no setor educacional são fundamentais para a oferta de uma educação de alta qualidade que seja inclusiva, acessível e efetiva.

A governança da educação envolve múltiplos atores e diferentes níveis de governo dentro de um sistema educacional, incluindo instâncias nacionais ou federais, como ministérios da educação, bem como órgãos estaduais ou provinciais, distritos escolares e escolas individuais, além de professores e estudantes. As abordagens de governança variam entre sistemas educacionais ao redor do mundo, de acordo com o grau de descentralização e os níveis de autonomia concedidos a cada ator ou instância governamental.

Decisões centrais, como gestão de professores e diretores, alocação e administração de recursos, planejamento e organização da instrução, podem ocorrer em níveis escolares, locais, regionais, sub-regionais, estaduais ou centrais, com diferentes graus de autonomia (OECD, 2018). Embora atividades como o agrupamento de estudantes em turmas geralmente ocorram no nível escolar na maioria dos países, muitas decisões que influenciam o funcionamento das escolas são tomadas em níveis centrais ou estaduais, como definição de salários, contratação e promoção de profissionais, desenho de programas de estudo, determinação da carga horária de instrução, definição do calendário escolar ou avaliação do desempenho de estudantes, professores ou das próprias escolas.

Para os fins deste capítulo, começamos com uma exploração dos desafios atuais na governança da educação. Em seguida, imaginamos as possibilidades de como a IA pode aprimorar a governança educacional ao enfrentar desafios-chave, juntamente com as oportunidades oferecidas pelas capacidades da tecnologia de IA. Após esse exercício imaginativo de projeção de futuros, examinamos aplicações existentes de IA que abordam um ou vários desses componentes da governança, a fim de explicitar como a governança da educação pode ser aprimorada ou até mesmo reimaginada com a disponibilidade da IA, recorrendo a uma variedade de aplicações no campo educacional, bem como em áreas adjacentes das quais podemos extrair inspiração.

É importante notar que os exemplos subsequentes neste capítulo não abordam a governança da IA na educação, que diz respeito às regulamentações e políticas para governar o uso e a adoção da IA em contextos educacionais, e sim ao uso da IA na governança educacional — visto que uma análise mais profunda sobre o primeiro tema está além do escopo deste livro. O tópico emergente de como o uso da IA na educação deve ser governado é um assunto sobre o qual organizações multilaterais globais, como a UNESCO e a OCDE, têm oferecido orientações aos governos e instituições públicas que estão explorando essa questão.

Por exemplo, o Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023 da UNESCO destaca o papel em evolução da governança educacional em um mundo cada vez mais digital. A UNESCO alerta que a integração da tecnologia — incluindo a IA — nos sistemas educacionais deve sempre servir a objetivos educacionais claros: avançar na inclusão, qualidade e equidade, em vez de ser movida pela tecnologia por si mesma. O relatório da UNESCO afirma que, embora a IA tenha potencial para a educação, também traz desafios e riscos significativos para a governança. Uma governança eficaz da IA na educação significa criar estruturas abrangentes, baseadas em direitos, éticas e parti-

cipativas para garantir que a IA apoie, e não prejudique, uma aprendizagem equitativa e de qualidade para todos. O relatório destaca que a governança da IA deve abordar:

1) Uso Ético e Responsável:

- Os marcos de governança devem garantir que a IA na educação seja utilizada de forma ética, segura e no melhor interesse dos alunos.
- A Recomendação da UNESCO sobre a Ética da Inteligência Artificial (2021) estabelece princípios internacionais — incluindo transparência, responsabilidade, privacidade, supervisão humana e inclusividade — para o uso da IA na educação.

2) Privacidade e proteção de dados:

- Sistemas de IA coletam e processam grandes volumes de dados de estudantes e profissionais da educação, levantando preocupações significativas sobre privacidade, consentimento e segurança da informação.
- A UNESCO defende uma governança robusta de dados, incluindo regras claras sobre quais dados são coletados, como são armazenados, quem tem acesso a eles e por quanto tempo, com proteções específicas para crianças e outros grupos vulneráveis.

3) Enfrentamento do viés e promoção da equidade:

- Algoritmos de IA podem reforçar ou amplificar vieses e desigualdades existentes se não forem cuidadosamente projetados e monitorados.

- Mecanismos de governança são necessários para auditar algoritmos quanto à equidade e garantir que a IA não aprofunde disparidades educacionais.

4) Transparência e Responsabilidade:

- Decisões tomadas ou informadas por IA na educação devem ser transparentes e explicáveis para educadores, estudantes e famílias.
- Devem existir linhas claras de responsabilização por impactos adversos ou erros decorrentes do uso da IA.

5) Formulação de políticas inclusiva e participativa:

- O desenvolvimento e a governança da IA na educação devem envolver todas as partes interessadas — governos, educadores, estudantes, famílias e comunidades — para garantir que perspectivas diversas e necessidades locais sejam consideradas.

6) Regulamentação e Supervisão:

- A UNESCO enfatiza a necessidade urgente de estruturas regulatórias específicas para a IA na educação.
- Essas regulamentações devem abordar questões de proteção infantil, práticas comerciais éticas e a prevenção de vigilância prejudicial ou uso indevido.

7) Desenvolvimento de Capacidades e Avaliação Contínua:

- Governos e autoridades educacionais precisam de expertise técnica e capacidade de formulação de políticas para governar a IA de forma eficaz.
- O monitoramento contínuo e a avaliação são essenciais para avaliar o impacto real da IA e atualizar a governança à medida que surgem novos desafios ou riscos.

Uma governança eficaz nesse contexto exige atenção simultânea às oportunidades e aos riscos. Ferramentas digitais podem aprimorar a tomada de decisão por meio de melhor acesso a dados oportunos, maior transparência na alocação de recursos e monitoramento mais preciso de resultados. Ao mesmo tempo, estruturas de governança devem enfrentar desafios de equidade — garantindo que comunidades marginalizadas não sejam ainda mais deixadas para trás e que abordagens orientadas por dados não ofusquem as necessidades locais ou as vozes de professores e estudantes. Abordagens participativas, nas quais educadores, famílias e comunidades participam da definição das políticas tecnológicas, fortalecem a legitimidade e a relevância local das reformas.

A UNESCO enfatiza ainda a proteção da privacidade, da segurança dos dados e dos direitos digitais como responsabilidades centrais da governança educacional. Os sistemas devem permanecer vigilantes contra interesses comerciais excessivos, abusos e vieses não intencionais na tomada de decisão algorítmica. A coerência das políticas é crucial: estratégias digitais devem estar integradas a objetivos educacionais mais amplos, e o fortalecimento de capacidades é necessário em todos os níveis — central, local e escolar — para o uso eficaz de ferramentas de governança apoiadas por tecnologia. Em última instância, a promessa da tecnologia na governança da educação só será concretizada se for guiada por princípios de transparência, participação, equidade e equilíbrio contínuo entre inovação e proteção de todos os estudantes.

Além disso, enquanto capítulos anteriores se concentraram em atores dentro dos sistemas educacionais, como estudantes, professores e diretores, e em processos como currículo, desenvolvimento docente e liderança, este capítulo considera as implicações do uso da IA para os atores da governança, particularmente formuladores de políticas e gestores de programas responsáveis pelo desenho e pela implementação de políticas educacionais.

8.2. Problema: Governar um Sistema Complexo

Como discutido no Cap. 1, os sistemas educacionais são complexos devido à multiplicidade de objetivos que perseguem, à sua escala e ao grande número de partes interessadas com interesses diversos. Além disso, os sistemas educacionais produzem efeitos de longo prazo. Os resultados de uma política ou programa educacional raramente são imediatos. As políticas geralmente evoluem ao longo do tempo, e numerosos fatores externos influenciam seus resultados, criando desafios para isolar os efeitos específicos de uma única política. Os sistemas educacionais também interagem constantemente com o ambiente externo, sendo afetados por ciclos eleitorais, tendências do mercado de trabalho, avanços tecnológicos e mudanças culturais. Essa complexidade torna a governança um desafio. Embora uma boa governança seja essencial para garantir que os recursos sejam bem administrados em prol dos objetivos educacionais, exemplos de governança fraca ou ineficaz são frequentes. A seguir, destacamos diversos desafios na governança da educação nos seguintes domínios: responsabilização, capacidade institucional, uso de dados e informações, gestão de recursos e alocação orçamentária.

8.2.1. Responsabilização

A **responsabilização**, o simples processo de aceitar a responsabilidade pelas consequências de suas ações, é um alicerce da governança eficaz. Para que a governança educacional garanta o acesso a uma educação de qualidade e equitativa, é crucial que aqueles que tomam decisões que influenciam as oportunidades educacionais possam aceitar a responsabilidade pelas consequências dessas decisões. Por exemplo, se um professor decide promover todos os alunos para a próxima série, independentemente de terem aprendido o conteúdo necessário, o professor deve assumir a responsabilidade pelas consequências dessa decisão. Isso pode incluir o fato de os alunos não conseguirem atender às expectativas na série seguinte devido às lacunas de conhecimento resultantes das ações do professor. Ou, se um diretor de educação distrital nomeia professores com base em critérios que não são mérito, esse diretor deve assumir a responsabilidade pelas consequências dessa escolha. Isso pode incluir a incapacidade dos alunos de atender às expectativas de aprendizagem porque os professores designados a eles não têm as habilidades necessárias.

A responsabilização na governança educacional continua sendo um desafio, especialmente em ambientes de poucos recursos, onde os processos e resultados não podem ser facilmente vinculados e rastreados. Indicativos dos desafios de responsabilização são os níveis decrescentes de desempenho educacional, apesar do aumento dos investimentos em muitos sistemas, o que sugere que os aumentos nos compromissos financeiros com a educação são usados para financiar recursos e atividades que não se traduzem em oportunidades de aprendizagem (Mbiti, 2016). Sem sistemas de dados maduros e interligados, é difícil garantir que os orçamentos alocados cheguem aos seus beneficiários pretendidos sem vazamentos, um termo educado para corrupção ou má gestão. Além disso, muitos países enfrentam lacunas de responsabilização, onde há falta de clareza sobre as estruturas de

responsabilidade: “quais atores, em quais níveis, devem ser responsabilizados pelos resultados”, criando brechas para o abuso ou uso indevido de recursos (Burns et al., 2016).

Isso é especialmente verdadeiro em sistemas educacionais descentralizados, onde mais partes interessadas estão envolvidas na troca e transferência de recursos. Em muitos países em desenvolvimento, a separação de certas funções entre os níveis organizacionais torna difícil fazer cumprir a responsabilização. Por exemplo, a contratação e o pagamento dos professores frequentemente ocorrem em uma agência centralizada. Assim, em casos de altos níveis de absenteísmo dos professores, é difícil para pais e diretores responsabilizá-los, dado a distância e a inacessibilidade da autoridade relevante (Mbiti, 2016).

Yan oferece uma categorização útil de diferentes maneiras de exercer a responsabilização na educação, por meio de: (1) escolha e competição (por exemplo, vouchers escolares); (2) autonomia e participação (por exemplo, descentralização, gestão escolar baseada na escola); e (3) ameaça (por exemplo, sanções com base em resultados de inspeção ou desempenho dos estudantes) (2019). Embora numerosos sistemas educacionais globalmente tenham tentado diferentes variações dessas abordagens, as reformas foram implementadas com graus variados de sucesso. Os padrões de responsabilização e as informações, quando presentes, podem não ser comunicados de forma transparente ou clara aos agentes envolvidos (Yan, 2019). Além disso, pode haver um desalinhamento entre os incentivos vivenciados por professores, pais e escolas e os incentivos e mecanismos das medidas de responsabilização. O absenteísmo dos professores é um exemplo claro, onde os professores são percebidos como agentes egoístas por não comparecerem às aulas por vários meses, e padrões rigorosos de responsabilização são impostos sem abordar possíveis causas subjacentes de sua ausência, como pagamento insuficiente e salários, levando ao “bico”, ou trabalho extra (Bennell, 2022; UNESCO International Institute for Educational Planning, 2022). Incentivos políticos conflitantes ou ideologias também podem levar à má adoção de reformas bem-

-intencionadas e baseadas na responsabilização dentro dos sistemas educacionais. À medida que os sistemas educacionais evoluem, será necessário considerar como a responsabilização pode ser exercida com sucesso e, o mais importante, permitir a inovação e o crescimento, que muitas vezes podem ser sufocados com medidas rígidas de conformidade (Burns & Köster, 2016).

De forma geral, à medida que alguns sistemas educacionais escolhem introduzir maiores níveis de autonomia para níveis mais baixos de governo ou unidades de implementação menores, pode ser mais desafiador garantir o alinhamento e a coerência entre os níveis. Ineficiências nos processos administrativos à medida que os sistemas crescem em complexidade, tamanho e fragmentação podem dificultar a governança eficaz.

Os desafios da responsabilização na governança educacional podem ser reconfigurados em duas áreas-chave de oportunidade:

- Como podemos fortalecer a responsabilização dentro dos sistemas educacionais, especialmente em contextos de poucos recursos?
- Como podemos passar de uma responsabilização por conformidade para uma responsabilização como ferramenta de melhoria?

8.2.2. Capacidade

A governança educacional também é afetada pela falta de capacidade, ou seja, dos recursos, competências e habilidades necessárias para que as partes interessadas desempenhem funções políticas e se adaptem aos novos desenvolvimentos na educação em diferentes níveis (individual, organizacional e sistêmico), incluindo componentes variados (analíticos, operacionais e políticos) (Yan, 2019; Wu et al., 2015). Um domínio saliente desse aspecto diz respeito à capacidade dos pro-

fessores, um tópico que discutimos no Cap. 6, embora a capacidade se aplique a toda a administração do sistema, envolvendo os diretores escolares, discutidos no Cap. 7, assim como administradores em todos os outros níveis. A capacidade está interligada com os desafios de responsabilização discutidos acima, já que a implementação de reformas de responsabilização pode ser dificultada pela falta de capacidade local para aproveitar efetivamente a autonomia e a escolha oferecidas por programas como a escolha das escolas ou os programas baseados em vouchers (Yan, 2019). Problemas de capacidade se manifestam no sistema de governança educacional de várias maneiras, incluindo: conhecimento insuficiente dos objetivos da política educacional ou das melhores práticas globais, falta de ferramentas e recursos para implementar políticas e programas bem-intencionados, ou até mesmo falta de disposição para implementar reformas devido à limitação de propriedade (Burns & Köster, 2016). Uma lacuna de capacidade predominante nos sistemas educacionais de poucos recursos relaciona-se ao uso de dados para a tomada de decisões visando melhorias nos resultados de aprendizagem. Embora uma quantidade impressionante de dados esteja agora disponível para análise e para apoiar a implementação de medidas de responsabilização (por exemplo, avaliações de estudantes, avaliações escolares, indicadores de desempenho, uso do orçamento), a capacidade de usar ou compreender essas informações não é garantida (Burns & Köster, 2016). Administradores locais, educadores, líderes escolares e formuladores de políticas se beneficiariam muito da capacidade de utilizar dados de alta qualidade de forma eficaz e precisa para introduzir melhorias direcionadas em seus respectivos sistemas educacionais. As duas perguntas seguintes destacam oportunidades emergentes para lidar com lacunas de capacidade e aprimorar a governança educacional:

- Como podemos construir rapidamente a capacidade individual em sistemas educacionais com poucos recursos?
- Como podemos complementar as lacunas de capacidade existentes em sistemas educacionais com poucos recursos?

8.2.3. Uso de Dados e Informações

Em sistemas educacionais grandes e complexos, a capacidade de acessar, solicitar ou receber dados ou informações pode ser particularmente desafiadora e dificultar uma governança eficaz. Existem diferentes tipos de informações relevantes nesse contexto, incluindo: (1) Informações relacionadas ao desempenho (por exemplo, acesso à escola, resultados de avaliações, avaliações de escolas ou professores); (2) Informações relacionadas à disponibilidade de recursos (por exemplo, força de trabalho docente) (3) Informações relacionadas à utilização de recursos (por exemplo, implementação, despesas); e (4) Informações relacionadas ao contexto demográfico e ambiental (por exemplo, dados populacionais, distribuição rural/urbana, fatores legais ou políticos).

Os países do Sul Global frequentemente enfrentam dificuldades para acessar ou receber essas informações de maneira oportuna. Isso pode ser devido à falta de infraestrutura ou de sistemas adequados de gestão de dados, como plataformas digitais ou painéis de dados, ou, em alguns casos, os dados relevantes podem não ser coletados devido à capacidade ou recursos limitados. Em casos em que há pouca digitalização ou automação da coleta e relato de dados, ou possivelmente uma forte dependência de relatórios manuais, podem surgir problemas com a integridade, qualidade e consistência dos dados. Além disso, pode ser desafiador integrar dados, especialmente entre fontes, sistemas e aplicações heterogêneas. Esse desafio é exacerbado em ambientes descentralizados, onde os dados educacionais são coletados, manipulados e gerenciados em diferentes níveis: escola, distrito, subnacional e nacional. Como resultado, é difícil usar os dados para informar decisões estratégicas, implementar medidas de responsabilização, melhorar a alocação de recursos e monitorar ou avaliar intervenções e programas.

Quando surgem lacunas excepcionalmente grandes entre política e prática, como no caso da África Subsaariana, onde, apesar da introdução de políticas de ensino a distância em mais de 90% dos países em resposta à COVID-19, na prática, menos de 30% dos lares receberam qualquer forma de educação a distância (Angrist & Dercon, 2024), o acesso oportuno aos dados para monitorar a implementação e entrega de serviços teria sido uma ferramenta poderosa para identificar rapidamente desafios e ineficiências.

Além da coleta e utilização de dados, a disseminação de dados e informações também é um componente crítico da governança educacional eficaz. Em sistemas educacionais grandes e descentralizados, informações sobre reformas educacionais, novos programas ou políticas precisam percorrer vários níveis até alcançar as partes interessadas, como professores e diretores de escolas. Essa longa cadeia de entrega de informações abre a possibilidade de má interpretação e compreensão imprecisa, com poucas oportunidades para correção, levando a uma implementação ruim ou subótima de políticas bem desenhadas. Além disso, as informações raramente são apresentadas de forma centrada no usuário, com informações insuficientes ou excessivamente complexas, em linguagem técnica ou jargões, o que prejudica aqueles sem formação técnica ou com níveis mais baixos de alfabetização (Garcia, 2011; Delale-O'Connor, 2018; Yan, 2019).

Sobre o uso de dados e informações, podemos considerar essas duas oportunidades para a inovação:

- Como podemos desenvolver e implementar sistemas de dados integrados e centrados no usuário que facilitem o acesso em tempo real a dados educacionais de alta qualidade e abrangentes em todos os níveis de um sistema educacional?
- Como podemos otimizar a disseminação de informações críticas dentro de um sistema educacional para garantir que sejam interpretadas com precisão, facilmente acessíveis e apresentadas em um formato amigável ao usuário para todas as partes interessadas?

8.2.4. Gestão e Alocação de Recursos

A alocação de recursos é fundamental para a melhoria dos sistemas educacionais. Quando recursos financeiros, humanos e até mesmo de infraestrutura não são adequadamente destinados a estudantes, escolas ou distritos, torna-se difícil alcançar melhorias nos resultados educacionais. Como exemplo, a Namíbia destinou, em média, 23% de seu gasto governamental total à educação na última década, porém esse investimento não foi suficientemente otimizado para gerar melhorias proporcionais nos resultados de aprendizagem (UNICEF, 2016). Uma análise mais detalhada do orçamento educacional da Namíbia mostra que os recursos destinados a livros didáticos eram desproporcionalmente elevados no ensino secundário, apesar de estudos indicarem que o uso de livros didáticos é mais eficaz nos anos iniciais da escolarização para mitigar a escassez de professores, a variação na qualidade do ensino e o grande tamanho das turmas, comuns em países de baixa renda (UNICEF, 2016). Muitos países enfrentam desafios semelhantes de alocação subótima de recursos, o que representa uma oportunidade perdida de utilizar o conhecimento sobre a eficácia de diferentes intervenções para aprimorar os gastos em educação.

- Como podemos capacitar formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação com dados acessíveis e percepções acionáveis sobre a eficácia de diferentes intervenções educacionais, permitindo que tomem decisões de alocação de recursos mais informadas e equitativas?
- Como podemos desenvolver e implementar estruturas e ferramentas baseadas em evidências para orientar a alocação de recursos na educação, garantindo que recursos financeiros, humanos e de infraestrutura sejam estrategicamente mobilizados para maximizar os resultados de aprendizagem?

Embora os desafios relacionados à responsabilização, à capacidade institucional, aos dados e à informação, bem como à gestão e à alocação de recursos, persistam em sistemas educacionais complexos em todo o mundo, a seção acima também destaca a variedade de oportunidades existentes para a inovação. Exploramos essas oportunidades com maior profundidade na seção seguinte, vislumbrando como a Inteligência Artificial pode oferecer respostas promissoras a essas questões.

8.3. O que a IA pode fazer: aprimorando a governança educacional com Inteligência Artificial

As questões que propomos oferecem domínios úteis para explorar como a IA pode integrar uma abordagem abrangente de fortalecimento da responsabilização, de desenvolvimento de capacidades, de ampliação do acesso a dados e informações e de aprimoramento da alocação e da gestão de recursos. Embora as respostas a essas questões não residam exclusivamente na adoção e na implementação da IA, concentramos nossa análise em aplicações específicas dessa tecnologia, reconhecendo que outros fatores e abordagens podem ser igualmente válidos, viáveis e impactantes (Tabela 8.1).

Para responder a essas questões, consideramos os valores agregados específicos e os mecanismos da tecnologia de Inteligência Artificial, e como eles podem ser aplicados a cada uma das dimensões de governança acima listadas.

Tabela 8.1 - Perguntas orientadoras para identificar áreas de oportunidade em quatro dimensões da governança educacional

Responsabilização • Como podemos fortalecer a responsabilização dentro dos sistemas educacionais, particularmente em contextos de poucos recursos? • Como podemos passar de uma responsabilização voltada ao cumprimento de normas para uma responsabilização como ferramenta de melhoria?
Capacidade • Como podemos desenvolver rapidamente capacidades individuais em sistemas educacionais de poucos recursos? • Como podemos complementar lacunas de capacidade existentes em sistemas educacionais de poucos recursos?
Dados e Informação • Como podemos desenvolver e implementar sistemas de dados integrados e centrados no usuário que facilitem o acesso em tempo real a dados educacionais de alta qualidade e abrangentes em todos os níveis de um sistema educacional? • Como podemos otimizar a disseminação de informações críticas dentro de um sistema educacional para garantir que sejam interpretadas com precisão, facilmente acessíveis e apresentadas em um formato amigável ao usuário para todas as partes interessadas?
Alocação e Gestão de Recursos • Como podemos capacitar formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação com dados acessíveis e percepções acionáveis sobre a eficácia de diferentes intervenções educacionais, permitindo que tomem decisões de alocação de recursos mais informadas e equitativas? • Como podemos desenvolver e implementar estruturas e ferramentas baseadas em evidências para orientar a alocação de recursos na educação, garantindo que recursos financeiros, humanos e de infraestrutura sejam estrategicamente mobilizados para maximizar os resultados de aprendizagem?

Um dos maiores valores agregados da IA está na forma como interagimos com ferramentas baseadas em IA. Como muitos já experimentaram em plataformas populares como o ChatGPT, Gemini e Claude, a simplicidade da linguagem com que fazemos perguntas e escrevemos comandos não é mais complexa do que aquela que usamos ao escrever ou falar na vida cotidiana. Isso contrasta fortemente com o conhecimento especializado ou com linguagens técnicas específicas, como linguagens de programação ou códigos, exigidos por outras ferramentas para executar tarefas específicas. A simplicidade dessa interação é possibilitada pelo Processamento de Linguagem Natural na IA, que permite que aplicações de IA compreendam e gerem linguagem humana.

Isso é extremamente valioso para enfrentar o desafio de capacidade na governança educacional, pois reduz as barreiras ao uso da IA. Antes, um formulador de políticas geralmente necessitava de meses ou anos de formação em temas como análise de dados para alcançar um nível básico de proficiência, incluindo o uso de diferentes softwares para extrair percepções significativas de grandes bases de dados. Agora, ele pode usar suas próprias palavras para instruir uma aplicação de IA a realizar a mesma tarefa. De modo semelhante, conhecimentos atualizados sobre boas práticas globais em educação, que antes podiam ser inacessíveis devido ao custo proibitivo das licenças ou à dependência de especialistas, agora podem ser obtidos por meio de uma simples busca aprimorada por IA, que revela práticas recentes e resultados de avaliações provenientes da academia, de organismos multilaterais e de think tanks de referência. Naturalmente, a eficácia dessas interações varia conforme a qualidade e a abrangência do comando fornecido e a qualidade do corpus textual com o qual a aplicação de IA foi treinada. Ainda assim, isso já oferece uma enorme utilidade em contextos de poucos recursos, nos quais orçamentos para capacitação, consultorias e outras estratégias de desenvolvimento de capacidades são limitados.

Em segundo lugar, a IA torna acessíveis análises sofisticadas necessárias para uma governança educacional eficaz. Há diversas tarefas altamente complexas e demoradas envolvidas na governança educacional, incluindo a análise de múltiplas fontes e formatos de dados, o desenvolvimento de modelos de previsão relacionados à demanda ou à distribuição de recursos sob determinadas restrições, a revisão sistemática da literatura sobre a eficácia de diferentes intervenções educacionais ou a tradução de documentos complexos de políticas públicas em diferentes formatos e níveis de linguagem técnica, de acordo com o público-alvo. As ferramentas de IA utilizam algoritmos de aprendizado de máquina para processar grandes volumes de dados diversos, identificar padrões históricos e prever probabilidades futuras com base em tendências passadas. É importante destacar que, à medida que novos dados se tornam disponíveis, os algoritmos refinam suas previsões para maior precisão. Esses algoritmos também conseguem otimizar múltiplos objetivos e oferecer percepções em diferentes níveis de granularidade, algo que, de outra forma, demandaria enorme tempo de produção. Esses mecanismos são poderosos para possibilitar um monitoramento constante em tempo real e uma avaliação contínua, que por sua vez alimentam simulações de diferentes opções de implementação de políticas (Filgueiras, 2023).

Em terceiro lugar, o valor agregado da IA na governança educacional reside na velocidade e na precisão com que ferramentas de IA podem realizar tarefas complexas. Isso é especialmente relevante em contextos de governança, pois a velocidade com que um ser humano reconhece padrões, lê textos e dados e sintetiza informações é inerentemente limitada por sua capacidade. As mesmas tarefas podem ser realizadas em uma fração do tempo com ferramentas de IA. O ritmo da análise apoiada por IA enfrenta uma barreira atual à governança eficaz. Hoje, percepções sobre a implementação frequentemente não são produzidas em tempo oportuno, e a cadeia de retroalimentação entre uma observação de campo e uma mudança em políticas ou no desenho de programas é superada pela velocidade dos acontecimentos. A

capacidade de monitoramento e processamento contínuo oferecida por ferramentas de IA, especialmente aquelas que utilizam automação, contorna esses desafios.

As possibilidades abertas pelo uso da IA na governança educacional também evidenciam as habilidades exclusivamente humanas que se tornarão cada vez mais críticas para garantir que a IA mantenha seu valor agregado, em vez de criar novas preocupações. À medida que tarefas analíticas são terceirizadas para ferramentas de IA, o julgamento humano para revisar resultados, verificar a precisão e avaliar a lógica das análises será fundamental. Os seres humanos passam de executores a editores e gestores do processo analítico. Distinguir entre resultados factuais e resultados sem sentido, assim como desenvolver metodologias robustas de teste para assegurar a precisão, serão papéis humanos essenciais, especialmente quando os resultados analíticos tiverem grandes consequências para a distribuição de recursos financeiros e outros insumos. O julgamento crítico humano é indispensável, o que pode significar introduzir a IA no processo de forma sequencial ou gradual, apenas quando houver compreensão suficiente dos tipos de análise a serem conduzidos, das metodologias envolvidas e dos riscos associados às diferentes abordagens analíticas, de modo a permitir a revisão dos resultados e a identificação de erros.

Tabela 8.2 - Visão comparativa dos desafios da governança educacional e das oportunidades potenciais impulsionadas pela IA

Principais desafios	Oportunidades/intervenções potenciais impulsionadas pela IA
Altas barreiras ao uso de ferramentas tradicionais de análise de dados – formuladores de políticas anteriormente precisavam de meses ou anos de treinamento para extrair percepções de conjuntos de dados.	O Processamento de Linguagem Natural (PLN) permite que formuladores de políticas interajam com as ferramentas de IA usando linguagem cotidiana, eliminando assim a necessidade de habilidades técnicas avançadas.
Acesso limitado a boas práticas globais atualizadas em educação – devido ao alto custo das licenças paywalls, dependência de especialistas ou disseminação lenta da pesquisa.	Ferramentas de busca aprimoradas por IA podem revelar, em tempo real, pesquisas recentes, relatórios de políticas públicas e boas práticas provenientes de múltiplas fontes confiáveis.
Tarefas de governança complexas e demoradas – como análise de dados de múltiplas fontes, modelagem de previsões, revisões de literatura e tradução de documentos de políticas públicas.	Algoritmos de aprendizado de máquina podem processar grandes e diversos conjuntos de dados, prever necessidades de recursos, realizar revisões sistemáticas da literatura e adaptar documentos para diferentes públicos de forma ágil.
Tomada de decisão tardia – em razão de análises lentas e de cadeias de retroalimentação demoradas entre observações de campo e mudanças nas políticas.	Automação e monitoramento em tempo real baseados em IA permitem avaliação contínua e geração rápida de percepções acionáveis, acelerando respostas de política pública.
Risco de dependência excessiva de resultados gerados por IA sem supervisão humana – possibilidade de recomendações imprecisas ou ilógicas afetarem decisões de alto impacto.	Integração de supervisão humana como “editores” e “gestores” das análises produzidas por IA para validar precisão, lógica e metodologia antes da implementação.
Necessidade de infraestrutura digital robusta – para hospedar e integrar aplicações de IA, especialmente em contextos de poucos recursos	Articulação de planos de adoção de IA com estratégias de desenvolvimento de plataformas digitais para garantir que sistemas estruturantes estejam em funcionamento e permitam o uso efetivo das ferramentas de IA

Na análise de Filgueiras sobre diferentes cenários de IA na educação, o autor destaca que o valor agregado da IA para a educação se apoia na plataformização do setor educacional, impulsionada pelo número crescente de ferramentas digitais disponíveis para apoiar o ensino e a aprendizagem, bem como para desenvolver e ampliar a capacidade intelectual dos indivíduos (2023). É por meio dessas plataformas digitais que as tecnologias de Inteligência Artificial podem ser aproveitadas para gerar valor. Essa mesma observação, contudo, evidencia uma limitação que países de poucos recursos devem considerar ao refletir sobre a adoção e o uso de ferramentas de IA: a necessidade de que plataformas digitais estejam previamente instaladas e em funcionamento adequado (Tabela 8.2).

8.4. O que a IA já está fazendo para aprimorar a governança

8.4.1. Alocação de Recursos.

Cidades dos Estados Unidos, como Pittsburgh, na Pensilvânia, e Fort Worth, no Texas, têm utilizado abordagens de Orçamento Baseado em Prioridades, apoiadas por ferramentas de IA e aprendizado de máquina, para identificar padrões e conexões entre gastos e programas (National League of Cities, 2025). O acesso a ferramentas de modelagem em IA para processar dados programáticos e orçamentários, aliado a pesquisas sobre áreas de gasto educacional eficaz e de alto impacto, pode constituir uma poderosa combinação para melhor informar as decisões relativas à alocação de recursos e aos gastos em educação de maneira mais rápida e eficiente.

Além dos desafios de alocação financeira, os sistemas educacionais frequentemente enfrentam dificuldades na distribuição de recursos humanos para alcançar uma distribuição equitativa de professores entre níveis de ensino e regiões. Isso pode ser atribuído tanto a desafios do lado da oferta, como características demográficas e preferências docentes, quanto a desafios do lado da demanda, incluindo processos de recrutamento e contratação, práticas de alocação e desalinhamento entre oferta e demanda (Luschei & Chudgar, 2016). Nesse sentido, o exemplo da Guiana, ao empregar IA e algoritmos de correspondência para aprimorar o processo de alocação de professores, pode servir como referência útil para melhorar a qualidade das informações e dos pareamentos, contribuindo para uma melhor distribuição docente entre países (IIEP, 2025). O uso de IA para resolver problemas de correspondência é consistente em outras áreas, como saúde pública e planejamento da força de trabalho de maneira mais ampla. Diferentes ferramentas utilizam algoritmos de IA para melhorar a qualidade dos pareamentos por meio de buscas semânticas e correspondência em múltiplas dimensões, como preferências de localização e disponibilidade, a fim de alcançar maior precisão e eficiência. Nos Estados Unidos, por exemplo, o National Resident Matching Program, conhecido como The Match, associa estudantes de medicina recém-formados a programas de residência utilizando um algoritmo de otimização que considera as preferências classificadas de candidatos e programas, restrições geográficas e limites de capacidade. Ferramentas mais recentes estão integrando IA e correspondência semântica para aprimorar a previsão de adequação entre programa e candidato, de modo semelhante aos sistemas de força de trabalho baseados em IA em outros setores. Softwares de planejamento da força de trabalho, como Workday's Skills Cloud, Visier, SAP SuccessFactors e Anaplan, incorporaram capacidades baseadas em IA para oferecer previsões de necessidades de pessoal, avaliações de lacunas de competências e ajustes dinâmicos na alocação da força de trabalho. Embora sejam majoritariamente soluções do setor privado, servem como fonte de inspiração sobre como aplicações governamentais, de propriedade e operação públicas, podem ser estruturadas.

8.4.2. Planejamento Estratégico

O planejamento estratégico é fundamental na governança educacional, pois garante a existência de um roteiro e de uma estratégia claros para a melhoria dos resultados educacionais. Planos estratégicos destacam prioridades, definem metas e orientam a tomada de decisão nos sistemas educacionais. Enquanto países de alta renda geralmente conseguem acessar consultorias especializadas ou manter equipes dedicadas ao planejamento estratégico, países de baixa e média renda podem não dispor dos mesmos recursos. Ferramentas de IA, dependendo de sua acessibilidade, custo e qualidade, podem representar uma alternativa útil, oferecendo orientações baseadas em boas práticas educacionais para fortalecer a governança educacional no Sul Global.

O planejamento é significativamente aprimorado por capacidades preditivas, que permitem aos gestores realizar projeções capazes de influenciar decisões sobre alocação de recursos ou considerações programáticas para além do curto prazo. Ferramentas de IA oferecem a oportunidade de ampliar essas capacidades preditivas, possibilitando uma melhor distribuição de recursos, preparação antecipada e adequação às necessidades locais.

A Finlândia, por exemplo, introduziu o Osaamistarvekompassi (Skills Needs Compass, ou Habilidades precisam de Bússola), no âmbito do Service Centre for Continuous Learning and Employment (SECLE, ou Centro de Serviços para a Aprendizagem e Emprego Contínuos), a fim de melhorar a qualidade da correspondência entre competências e empregos (OECD, 2024). Essa iniciativa foi uma resposta ao número limitado de oportunidades de requalificação disponíveis para adultos finlandeses em idade ativa, decorrente da falta de dados antecipatórios confiáveis e precisos sobre o mercado de trabalho. Instituições educacionais finlandesas não tinham acesso a dados que pudessem orientar a estruturação de programas de formação. Como resultado, foi

criada uma plataforma de dados e um site para oferecer informações atualizadas sobre necessidades futuras de competências. A IA é utilizada nesse projeto para estruturar e refinar os dados de necessidades de competências de acordo com a classificação mais recente da Agência Nacional Finlandesa de Educação, permitindo um uso mais efetivo dos dados, mapeamento de oportunidades de transição profissional e alocação de financiamento baseada em evidências para serviços e programas de aprendizagem contínua oferecidos pelo SECLE. Adicionalmente, a agência pretende utilizar IA para auxiliar na análise dos dados de necessidades de competências em relação às oportunidades de formação financiadas publicamente disponíveis na Finlândia. A Estônia também introduziu uma abordagem semelhante de análise de big data para melhorar a correspondência de competências e o alinhamento entre necessidades do mercado de trabalho e resultados educacionais (IIEP, 2025).

Além da correspondência, o uso de dados na tomada de decisão é igualmente central aos esforços de planejamento estratégico em educação. Algoritmos de IA agregam valor à análise de dados ao identificar tendências, oferecer capacidades preditivas e gerar recomendações para intervenções preventivas (Hamer, 2024). Essa abordagem é transferível para a governança educacional, com paralelos entre dados de pacientes e dados de estudantes ou professores para orientar a alocação de recursos, a distribuição de profissionais e a oferta de oportunidades de desenvolvimento de carreira. A IA também foi empregada no Sistema de Ação Precoce para Permanência Escolar (SATPE) da Secretaria de Educação do estado de Guanajuato, no México, para enfrentar a elevada taxa de evasão escolar, que alcançava 40.000 estudantes por ano. O sistema identifica antecipadamente estudantes em risco, permitindo a implementação de apoios personalizados e intervenções oportunas para melhorar a retenção escolar (Pinto, 2023; OECD, 2022b).

Em São Paulo, o Tribunal de Contas do Estado (TCESP) colaborou com a Universidade de São Paulo para fortalecer a capacidade de planejamento estratégico do estado por meio de uma nova abordagem analítica, o Indicador de Efeito Escola (IEE). A metodologia do IEE utiliza IA para calcular a nota esperada de um estudante no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), controlando fatores socioeconômicos. Essa nota esperada é comparada à nota observada, identificando o valor agregado da escola no desempenho estudantil. A IA é utilizada para processar grandes volumes de dados, realizar os cálculos e aprimorar o modelo preditivo, enquanto os resultados da análise são empregados pelo TCESP em auditorias públicas para identificar escolas de alto e baixo desempenho (OECD, 2023).

Da gestão escolar à formulação de políticas públicas, a IA auxilia na alocação de recursos, no monitoramento de frequência e na identificação de problemas sistêmicos (Majkić & Vranjes, 2024). Estudos de caso como o programa “Teach to One” de matemática, nos Estados Unidos, e a plataforma educacional BYJU’s, na Índia, ilustram a adoção em larga escala de IA para inovação pedagógica e análise de dados em nível sistêmico (Vincent-Lancrin & van der Vlies, 2020).

No Chile, o Student Success é um sistema de apoio à gestão focado no uso de dados para prevenir a evasão escolar, baseado na integração e análise de informações sobre características pessoais dos estudantes, desempenho acadêmico e outros fatores (Rivas, 2025). Uma aplicação semelhante na província de Mendoza, na Argentina, analisa trajetórias estudantis, identifica estudantes em risco de evasão e mobiliza redes de apoio para preveni-la (Rivas, 2025).

Um caso relacionado é o da Universidade de Wollongong, na Austrália, que enfrentou o desafio de adotar análises de aprendizagem em toda a instituição, lidando com diferentes culturas docentes e demonstrando o valor dessas análises para servidores e estudantes. Apesar de contar com um sistema robusto de armazenamento de dados, a universidade ainda necessitou de equipe adicional para

análises e big data. Os estudantes foram envolvidos no processo de design, contribuindo com opiniões sobre privacidade e funcionalidades desejadas, e foram criados dois grupos de governança: um para gerenciar o processo de adoção e outro para assegurar o uso ético dos dados estudantis. Entre as principais lições desse caso estão o uso de infraestrutura tecnológica compartilhada, o engajamento precoce dos estudantes, a criação de comunidades de prática e o estabelecimento de governança clara para análises de aprendizagem (Heath & Leino-nen, 2016, citado em OECD, 2021).

8.4.3. Monitoramento e Avaliação

O monitoramento e a avaliação de políticas, por meio de revisões e análises de dados de desempenho educacional, bem como de mecanismos de feedback e engajamento dos diversos públicos, apoiam uma governança educacional mais eficaz. Dependendo do tamanho e da escala dos sistemas de governança educacional, frequentemente é desafiador coletar e sintetizar o retorno de diferentes grupos, incluindo professores, estudantes, pais, diretores escolares e até lideranças sub-nacionais. Nesse sentido, plataformas como a GoVocal capacitam governos com sistemas integrados que permitem aos cidadãos participar do processo de formulação de políticas relacionadas a orçamento, novas propostas e planos de desenvolvimento local. A plataforma Engage Stirling, operada pela GoVocal e utilizada pelo Conselho de Stirling, na Escócia, já foi empregada para coletar feedback público e conduzir consultas comunitárias sobre diversas questões educacionais, incluindo o aumento da capacidade de escolas secundárias especializadas e a distribuição de apoio financeiro no âmbito do programa escocês de aprendizagem e cuidado na primeira infância, que financia 1.140 horas de educação infantil para todas as crianças de 3 e 4 anos (Fillet, 2023). A plataforma da GoVocal conta com painéis de controle e IA incorporada, permitindo que formuladores de políticas e represen-

tantes governamentais organizem e analisem contribuições para análises mais profundas e eficientes. O feedback dos participantes, então, orienta decisões políticas e ações estratégicas subsequentes, fechando e acelerando o ciclo de retroalimentação na educação.

Parte da governança educacional também requer respostas oportunas às reclamações e solicitações da população, garantindo que serviços educacionais sejam prestados e que problemas sejam resolvidos. O governo nacional do Uruguai tem utilizado técnicas de Processamento de Linguagem Natural para automatizar a classificação de 82% das solicitações de serviços, processando mais de 33.000 pedidos por ano com maior eficiência, eficácia e precisão (OECD, 2022a). A incorporação do algoritmo desenvolvido pela Agência de Governo Eletrônico e Sociedade da Informação e do Conhecimento (AGESIC) reduziu significativamente o tempo de resposta às demandas cidadãs, liberando servidores públicos para tarefas de maior valor agregado, como a proposição de soluções, em vez da classificação e distribuição de documentos conforme o tipo de solicitação. O design da solução foi tornado aberto e utiliza ferramentas de código aberto, o que a torna replicável para outras áreas governamentais e passível de adaptação a diferentes contextos, incluindo a educação. Na governança educacional, grandes volumes de solicitações provenientes de administradores universitários, associações de pais, secretarias distritais de educação e diretores escolares, envolvendo desde esclarecimentos sobre novas políticas ou legislações educacionais até problemas técnicos e pedidos de dados, podem demandar recursos e energia significativos para serem gerenciados. A implementação criteriosa de IA para aprimorar o tratamento de solicitações e a correspondência de recursos pode trazer benefícios substanciais à governança educacional.

É importante destacar que dados de resultados e de impacto não estão consistentemente disponíveis para os diversos exemplos de uso de IA apresentados acima. Algumas implementações disponibilizam apenas dados de saída, quando fornecem qualquer métrica quantitativa. Isso evidencia a necessidade de relatórios mais consistentes e

robustos sobre métricas de impacto e resultados em aplicações de IA, especialmente na governança educacional, em que o uso de IA nem sempre é estruturado como ensaios controlados randomizados ou intervenções quase experimentais direcionadas, como ocorre em aplicações em sala de aula voltadas a estudantes e educadores (Tabela 8.3).

8.5. Conclusão

Este capítulo examinou as implicações da Inteligência Artificial (IA) e da tecnologia para a governança educacional, com foco nas complexidades e oportunidades que os sistemas enfrentam, especialmente no Sul Global. A partir das temáticas centrais do livro e de uma perspectiva sistêmica, emergem diversas lições críticas e recomendações para formuladores de políticas públicas, profissionais da educação, desenvolvedores de IA e pesquisadores.

8.5.1. Principais conclusões para formuladores de políticas educacionais e profissionais da educação

O que a IA está fazendo e o que ainda não está fazendo na governança educacional?

8.5.1.1. Desenvolvimento do letramento em IA

A IA está começando a influenciar as estruturas de governança ao possibilitar novas formas de planejamento orientado por dados, análise de políticas públicas e supervisão. No entanto, ainda há um foco limitado no avanço do letramento em IA entre os atores em nível sistêmico. A maioria dos formuladores de políticas, administradores e órgãos de governança carece de uma compreensão aprofundada tanto do potencial da IA quanto de seus riscos, o que deixa os sistemas despreparados para uma supervisão ética, transparente e eficaz.

Tabela 8.3 - Casos de uso de IA na governança educacional

Categoria	Descrição	Exemplos e fontes
Alocação de Recursos	Uso de IA para otimizar a alocação de recursos financeiros e humanos em sistemas educacionais, melhorando a eficiência e a equidade.	Orçamento Baseado em Prioridades em Pittsburgh (PA) e Fort Worth (TX), utilizando IA para identificar padrões de gastos (National League of Cities, 2025); algoritmos de IA e correspondência para alocação docente na Guiana (IIEP, 2025); plataforma de correspondência entre professores e escolas no Equador (Elacqua et al., 2022).
Planejamento Estratégico	Previsão aprimorada por IA e integração de dados para orientar políticas educacionais, alinhamento de competências e planejamento de longo prazo.	Osaamistarvekompassi da Finlândia para previsão de necessidades de competências (OECD, 2024; 2023); análise de big data da Estônia para alinhamento entre mercado de trabalho e educação (IIEP, 2025); Sistema de Ação Precoce para Permanência Escolar (SATPE) em Guanajuato, México, para prevenção da evasão escolar (Pinto, 2023); Indicador de Efeito Escola de São Paulo, para análise de desempenho (OECD, 2023).

Categoria	Descrição	Exemplos e fontes
Sistemas de Alerta Precoce e Retenção	Análises preditivas para identificar estudantes em risco e acionar intervenções oportunas.	SATPE em Guanajuato, México (Pinto, 2023); sistema Student Success no Chile (Rivas, 2025); plataforma de prevenção da evasão em Mendoza, Argentina (Rivas, 2025).
Análises de Aprendizagem e Adoção Institucional	Ferramentas de IA para analisar dados de aprendizagem, orientar estratégias pedagógicas e guiar mudanças institucionais, ao mesmo tempo em que enfrentam preocupações éticas e de governança.	Processo de governança e adoção de learning analytics na Universidade de Wollongong, na Austrália (Heath & Leinonen, 2016, citado em OECD, 2021)
Monitoramento e Avaliação	Plataformas baseadas em IA para engajamento cidadão, coleta de feedback em políticas públicas e monitoramento de desempenho.	GoVocal e Engage Stirling, para consultas públicas e coleta de feedback em políticas educacionais (Fillet, 2023).
Gestão de Solicitações de Serviços	Processamento de Linguagem Natural e automação para classificar e encaminhar solicitações de serviços, reduzindo tempos de resposta e aumentando a eficiência	Solução de Processamento de Linguagem Natural da AGESIC no Uruguai, que processa automaticamente 82% das solicitações de serviços públicos (OECD, 2022a).

Para enfrentar esses desafios, é essencial garantir que as bases adequadas para o uso da IA estejam estabelecidas antes de sua adoção. Isso implica desenvolver um ecossistema sólido de dados de suporte, definir processos claros de governança sobre como recomendações geradas por IA serão consideradas, estabelecer planos de manutenção e monitoramento, revisões de risco e financiamento sustentável. A abordagem cuidadosa de gestão da mudança adotada pelo Uruguai com a AGESIC, ao tratar preocupações relacionadas ao uso de recursos públicos e aos impactos sobre recursos humanos, ilustra bem esse ponto.

8.5.1.2. Melhoria da eficácia do sistema nas alfabetizações fundamentais.

Painéis e análises baseados em IA prometem uma detecção mais precoce de falhas sistêmicas em alfabetização ou numeracia, e uma alocação mais eficiente de recursos e intervenções direcionadas. Observa-se o uso crescente de dados digitais para acompanhar a frequência escolar, a distribuição de professores e os resultados de aprendizagem. Ainda assim, persistem desafios na transformação da informação em ação, especialmente onde a capacidade de governança, a qualidade dos dados ou a cooperação entre diferentes níveis do sistema são frágeis. A melhoria dos resultados fundamentais depende do alinhamento entre o monitoramento habilitado por IA e ações sistêmicas coerentes e responsivas. O uso da IA deve ser complementado por uma abordagem abrangente de desenvolvimento de capacidades, com formação de equipes, servidores públicos e profissionais para utilizar ferramentas da IA com segurança, compreender o papel da IA em relação ao julgamento humano e antecipar vieses e distorções. A integração, em Guanajuato, da ferramenta AIF360 para a detecção de vieses, associada à formação de equipes em ética em IA, demonstra o valor de combinar tecnologia com desenvolvimento de capacidades humanas (Pinto, 2023).

8.5.1.3. Ampliação da relevância para competências do século 21

Ferramentas de governança baseadas em IA podem facilitar o monitoramento e o apoio a objetivos curriculares amplos, incluindo cidadania, letramento digital e aprendizagem socioemocional. Ainda assim, a maior parte da supervisão permanece focada em métricas tradicionais e em mecanismos de responsabilização, com relativamente poucas inovações voltadas ao desenvolvimento e à mensuração, em larga escala, das competências do século 21. A colaboração intersectorial é fundamental para superar essa lacuna. Parcerias como a da Universidade de São Paulo com o TCESP, do SECLE com a Solita, a Digitalist e a HeadAI, e do Conselho de Stirling com a GoVocal têm sido centrais para implementar a IA de forma eficaz em contextos onde a capacidade técnica interna é limitada. Nessas colaborações, as prioridades de governança devem liderar o processo, e a inovação tecnológica deve atuar como facilitadora, e não como condutora dos objetivos educacionais.

8.5.1.4. Inovação versus Transformação

Grande parte da integração atual da IA na governança representa uma inovação incremental: melhoria dos fluxos de dados, análises mais granulares e relatórios mais rápidos. A transformação genuína, na qual a IA apoia uma governança distribuída e participativa, catalisa políticas adaptativas e sensíveis ao contexto ou reimagina de forma profunda as estruturas de responsabilização, ainda é rara. Exemplos de IA viabilizando participação ascendente de escolas e comunidades ou permitindo ciclos rápidos de aprendizagem em todo o sistema permanecem limitados e, em geral, dependem de reformas mais amplas e de uma visão de liderança consistente. Essa transformação somente ocorrerá se a adoção da IA for planejada com bases sólidas, desenvolvimento de capacidades e colaboração multissetorial, em vez de soluções tecnológicas isoladas.

8.5.1.5. Equidade e a divisão digital

Há um risco real de que abordagens de governança baseadas em IA aprofundem a marginalização de regiões com poucos recursos, uma vez que ferramentas sofisticadas de dados e capacidades analíticas tendem a concentrar-se em ministérios centrais ou em centros urbanos. Lacunas em infraestrutura, capacidade humana e representatividade fazem com que populações marginalizadas permaneçam invisíveis em inovações de governança digital ou até sejam ainda mais excluídas por elas. A preparação estrutural e estratégias de acesso equitativo devem ser incorporadas, desde o início, a todas as iniciativas de governança baseadas em IA.

8.5.1.6. Perspectiva Sistêmica

- Condições iniciais: pontos de partida técnicos, culturais e de políticas públicas moldam de forma decisiva a eficácia da IA na governança.
- Efeitos interativos e ciclos de retroalimentação: as inovações mais promissoras de governança apoiada por IA ocorrem quando dados em tempo real, engajamento de atores locais e políticas responsivas interagem em um ciclo virtuoso, embora tais ciclos de retroalimentação ainda sejam raros e frágeis.
- Dinâmica sistêmica: pequenos avanços em um nó da estrutura de governança, como maior transparência de dados ou inclusão de partes interessadas, podem gerar efeitos desproporcionais quando sustentados por recursos e liderança alinhados. Entretanto, soluções tecnológicas isoladas correm o risco de ser neutralizadas ou até produzir consequências negativas não intencionais em sistemas complexos.

Sem a evolução dos processos subjacentes de planejamento e tomada de decisão, mesmo ferramentas avançadas de IA terão um impacto sistêmico limitado.

8.5.2. Implicações para desenvolvedores de IA

Desenvolvedores que apoiam a governança baseada em IA devem:

- Priorizar transparência e confiança: cocriar ferramentas que permitam a formuladores de políticas, lideranças escolares e comunidades compreender, questionar e orientar a tomada de decisão assistida por IA.
- Projetar para capacidade e contexto: reconhecer as restrições e realidades locais da governança no Sul Global, desenvolvendo ferramentas que apoiem — e não sobrecarreguem — os sistemas existentes, além de serem flexíveis aos ambientes de políticas públicas e infraestrutura locais.
- Viabilizar uma governança participativa: desenvolver plataformas e análises que promovam inclusão, permitindo que múltiplas partes interessadas, especialmente em nível escolar e comunitário, tenham agência e voz.
- O que está faltando: ferramentas atuais frequentemente carecem de módulos voltados à ética, proteção infantil ou monitoramento de dimensões não acadêmicas da qualidade escolar.

8.5.3. Questões e preocupações éticas

As principais considerações éticas incluem:

- Privacidade, segurança e propriedade dos dados: a coleta e centralização de informações sensíveis de estudantes e professores levantam questões sobre consentimento informado, uso dos dados e segurança.

- **Vieses e responsabilização:** as ferramentas de IA podem amplificar ou ocultar desigualdades preexistentes se seus desenhos, pressupostos ou estruturas de supervisão não forem transparentes e avaliados regularmente quanto à equidade e relevância. Embora o uso de IA na governança educacional seja promissor, seu sucesso depende de grandes volumes de dados, ecossistemas maduros de dados educacionais e infraestrutura digital adequada. Sem dados robustos e de alta qualidade, as recomendações apoiadas por IA correm o risco de serem irrelevantes ou imprecisas. Assim, é necessário fortalecer estruturas de governança, infraestrutura, padronização e uma cultura de uso de dados, pois esses elementos sustentam o planejamento, o monitoramento e a alocação de recursos.
- **A aplicação descuidada de ferramentas de IA pode reproduzir ou intensificar vieses presentes nos dados de treinamento.** Por exemplo, o sistema de alerta precoce baseado em IA de Guanajuato teve como foco explícito a prevenção de viés de gênero, utilizando o AI Fairness 360 (AIF360), de código aberto da IBM, para identificar que 4 em cada 100 alunas do ensino secundário foram incorretamente sinalizadas como em risco de evasão (Pinto, 2023). A equipe transformou os dados para corrigir o viés e esse processo, combinado com formação das partes interessadas em ética e riscos da IA, ilustra como estratégias de mitigação devem ser incorporadas desde o início.
- **Voz e participação:** à medida que decisões passam a ser cada vez mais orientadas por dados e algoritmos, existe o risco de enfraquecimento da agência e da voz de educadores da linha de frente, famílias e comunidades marginalizadas.
- **Interesses comerciais:** a entrada de provedores privados de IA na governança levanta questões relevantes sobre conflitos de interesse, algoritmos proprietários e o bem público.

- Capacidade e cautela: atores da governança educacional devem adotar uma abordagem equilibrada para a adoção de IA, com formação e desenvolvimento de capacidades suficientes para garantir compreensão clara dos riscos e uso de ferramentas de mitigação, como o AIF360, para enfrentar potenciais vieses.

8.5.4. Questões de pesquisa emergentes

- Como as ferramentas de IA podem ser projetadas para apoiar uma governança inclusiva, transparente e participativa em sistemas educacionais diversos?
- Quais modelos de monitoramento e avaliação apoiados por IA de fato levam a melhores resultados para estudantes em situação de marginalização?
- Quais são as abordagens mais eficazes para desenvolver o letramento em IA e a capacidade de uso de dados entre formuladores de políticas, administradores e atores locais?
- Como diferentes abordagens de transparência algorítmica e responsabilização na governança afetam a confiança e a legitimidade em todos os níveis do sistema?
- Quais marcos regulatórios são mais eficazes para salvaguardar a privacidade de dados e equilibrar o benefício público com o envolvimento do setor privado na governança educacional?
- Que valor adicional pode ser gerado a partir de uma maior eficiência nos processos de governança educacional e como a capacidade liberada pode ser utilizada de forma mais eficaz?
- Que novas formas de responsabilização se tornam possíveis quando a IA fornece percepções em tempo real sobre o desempenho do sistema, e quais métricas ou ciclos de retroalimentação melhor fortalecem a responsabilização perante estudantes, pais e comunidades?

- Que novas oportunidades de empoderamento surgem quando percepções geradas por IA são acessíveis em diferentes níveis de governança, e quais decisões podem ser efetivamente descentralizadas para o “nível intermediário” de atores?

Ao longo dos diversos casos de implementação apresentados neste capítulo, fica evidente como a IA pode impulsionar os processos existentes de governança educacional. A IA pode otimizar ainda mais a tomada de decisão e aumentar a capacidade de resposta com que os atores educacionais enfrentam desafios como evasão escolar, alocação e distribuição de recursos, melhoria do desempenho e consulta pública. Contudo, sua eficácia depende fortemente da disponibilidade e da qualidade dos dados em cada contexto específico.

Diversas transformações na governança educacional apoiada por IA já podem ser observadas:

- Integração entre fontes de dados, permitindo análises mais ricas e aprofundadas dos dados educacionais.
- Velocidade e eficiência, por meio da automação da análise de dados educacionais e da ampliação da capacidade de processamento.
- Intervenções proativas e dinâmicas, em vez de respostas reativas, graças às capacidades preditivas e em tempo real das ferramentas integradas com IA.

Entretanto, a IA não produzirá mudanças significativas se os processos subjacentes de planejamento também não evoluírem. Pode ser oportuno repensar como e onde as decisões são tomadas. Por exemplo, a nomeação de professores poderia ser descentralizada, utilizando a capacidade da IA de fornecer dados e análises em tempo real sobre a oferta docente e as necessidades dos estudantes?

Em síntese, a IA está começando a remodelar a governança educacional, com potencial para sistemas mais adaptativos, transparentes e eficientes. Contudo, evidências de transformação genuína, especialmente em equidade, tomada de decisão participativa e supervisão significativa, ainda são limitadas. Daqui em diante, atores do sistema e desenvolvedores devem priorizar transparência, inclusão e gestão ética, alinhando ferramentas digitais aos objetivos e valores mais profundos da educação pública, para garantir que a IA se torne uma força de mudança sistêmica positiva.

Referências

- Angrist, N., & Dercon, S. (2024). “*Understanding gaps between policy and practice,*” *What works hub for global education*. Working Paper. https://doi.org/10.35489/BSG-WhatWorksHubforGlobalEducation-WP_2024/04
- Bennell, P. (2022). Missing in action? The World Bank’s surveys of teacher absenteeism in sub-Saharan Africa. *Comparative Education*, 58(4), 489–508. <https://doi.org/10.1080/03050068.2022.2083342>
- Burns, T., & Köster, F. (Eds.). (2016). *Governing education in a complex world, educational research and innovation*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264255364-en>
- Burns, T., Köster, F., & Fuster, M. (2016). *Education governance in action: Lessons from case studies*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264262829-en>
- Delale-O’Connor, L. (2018). Understanding Achilles’ heel: Information dissemination, readability, and marketing in urban school choice. *Education and Urban Society*, 51, 1–22. <https://doi.org/10.1177/0013124518761565>

- Filgueiras, F. (2023). Artificial intelligence and education governance. *Education, Citizenship and Social Justice*, 19(3), 349–361. <https://doi.org/10.1177/17461979231160674>
- Fillet, S. (2023, May 10). *Promoting sustainable development with community engagement*. Go Vocal. Retrieved from <https://www.govocal.com/blog/promoting-sustainable-development-with-community-engagement>
- Garcia, D. R. (2011). The Achilles' heel of school choice policies: The obstacles to reporting school accountability results to parents. *Journal of School Choice*, 5(1), 66–84. <https://doi.org/10.1080/15582159.2011.548249>
- Hamer, C. (2024, October 15). *AI implementation in the Government of Estonia* [Case study]. Public Sector Network. Retrieved from <https://publicsectornetwork.com/insight/case-study-ai-implementation-in-the-government-of-estonia>
- Heath, J., & Leinonen, E. (2016). An institution wide approach to learning analytics. In Anderson, M., & C. Gavan (Eds.), *Developing effective educational experiences through learning analytics*. IGI Global, Hershey, PA.
- Luschei, T. F. & Chudgar, A. (2016). *Teacher distribution in developing countries: Teachers of marginalized students in India, Mexico, and Tanzania*. Retrieved from <https://doi.org/10.1057/978-1-137-57926-3>
- Majkić, Z., & Vranjes, D. (2024, January). The integration of artificial intelligence across educational levels: From primary school to university. In *Proceedings of TIE 2024* (pp. 391–401). University of Belgrade. <https://doi.org/10.46793/TIE24.391M>
- Mbiti, I. M. (2016). The need for accountability in education in developing countries. *Journal of Economic Perspectives*, 30(3), 109–132. <https://doi.org/10.1257/jep.30.3.109>

- National League of Cities. (2025, February 18). *The budgeting process: Governments find power in AI*. Retrieved from <https://www.nlc.org/article/2025/02/18/the-budgeting-process-governments-find-power-in-ai/>
- OECD. (2018). *Education at a Glance 2018: OECD Indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/eag-2018-en>
- OECD Observatory of Public Sector Innovation. (2022a, November 21). *Artificial intelligence (AI) for classification of requests at the citizen services desk*. Retrieved from <https://oecd-opsi.org/innovations/ai-service-requests-classification/>
- OECD Observatory of Public Sector Innovation. (2022b, November 23). *Educational trajectories: Foundations for an early warning system against school dropout*. Retrieved from <https://oecd-opsi.org/innovations/educational-trajectories/>
- OECD Observatory of Public Sector Innovation. (2023, July 10). *School-Effect Indicator: An analysis of schools, using artificial intelligence, according to the equity principle*. Retrieved from <https://oecd-opsi.org/innovations/school-effect-indicator/>
- OECD Observatory of Public Sector Innovation. (2024, June 27). *Osaamistarvekompassi: Tackling skills mismatch through AI-Assisted Skills Needs Anticipation*. Retrieved from <https://oecd-opsi.org/innovations/osaamistarvekompassi-tackling-skills-mismatch-through-ai-assisted-skills-needs-anticipation/>
- 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>
- Pinto, C. M. (2023, September 1). *Equitable AI Guanajuato* [Case study]. Knowledge Exchange Digital. Retrieved from <https://knowledge-exchange-digital.org/case/equitable-ai-guanajuato/>

- Rivas, A. (2025). *La llegada de la IA a la educacion en America Latina: en construccion*. ProFuturo-OEI.
- UNESCO. (2022). *Recommendation on the ethics of artificial intelligence (adopted November 23, 2021) [Legal text]*. UNESCO. Retrieved from <https://en.unesco.org/artificial-intelligence/ethics>
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms?* UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- UNESCO International Institute for Educational Planning. (2022, July 29). *Teacher absenteeism*. Retrieved from <https://policytoolbox.iiep.unesco.org/policy-option/teacher-absenteeism/>
- UNESCO International Institute for Educational Planning. (2025). *Artificial intelligence and planning the future of education*. UNESCO. Retrieved from <https://www.iiep.unesco.org/en/articles/artificial-intelligence-and-planning-future-education>
- UNICEF. (2016). *Efficiencies in education spending*. Retrieved from <https://www.unicef.org/namibia/media/971/file/Efficiencies%20in%20spending.pdf>
- Vincent-Lancrin, S., & R. van der Vlies (2020). Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges. *OECD Education Working Papers*, No. 218, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/a6c90fa9-en>
- Wu, X., Ramesh, M., & Howlett, M. (2015). Policy capacity: A conceptual framework for understanding policy competences and capabilities. *Policy and Society*, 34(3–4), 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2015.09.001>
- Yan, Y. (2019). Making accountability work in basic education: Reforms, challenges and the role of the government. *Policy Design and Practice*, 2(1), 90–102. <https://doi.org/10.1080/25741292.2019.1580131>

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Creative Commons Atribuição–NãoComercial–SemDerivações 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite o uso não comercial, o compartilhamento, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja atribuído o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, seja fornecido um link para a licença Creative Commons e seja indicado se o material licenciado foi modificado. Não é permitida, sob esta licença, a divulgação de material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros presentes neste capítulo estão incluídos na licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário na linha de crédito associada ao material. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente junto ao detentor dos direitos autorais.

CAPÍTULO 9

**Conclusão: Traçando o Futuro da IA e da
Educação no Sul Global — promessas,
realidades e caminhos a seguir**

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_9

9.1. Introdução: Reconectando-se com a perspectiva sistêmica

Este livro explorou a interseção em rápida evolução entre Inteligência Artificial e educação no Sul Global sob a perspectiva do pensamento sistêmico e do design centrado no ser humano, considerando os efeitos sobre o usuário, a comunidade e a sociedade. No Capítulo 1, posicionamos os sistemas educacionais como ecologias dinâmicas e complexas: uma rede de instituições interconectadas, atores, valores, marcos curriculares, práticas pedagógicas, avaliações e estruturas de governança, todas condicionadas pelas realidades sociais e econômicas mais amplas em que operam.

Advertimos contra o tecno-otimismo e os perigos do “solucionismo”, defendendo, em vez disso, uma investigação crítica de mente aberta e uma ética da humildade. A promessa da IA na educação não pode ser compreendida de forma isolada, particularmente em sistemas frágeis onde condições iniciais, como infraestrutura, capacidade docente e desigualdade, exercem influências poderosas. Destacamos três temas transversais para orientar nossa investigação:

- 1) O imperativo de cultivar o letramento em IA para todos, posicionando a IA como objeto de aprendizagem e como ferramenta potencial para equipar estudantes com a cointeligência necessária para participar de um mundo de IA ubíqua.
- 2) A necessidade urgente de aprimorar a eficácia dos sistemas nas alfabetizações fundamentais: leitura e escrita, numeracia e outros conteúdos básicos do currículo.
- 3) O desafio e a oportunidade de tornar os sistemas educacionais mais relevantes para as necessidades das sociedades, economias e culturas democráticas do século 21.

Ao longo do livro, adotamos a perspectiva sistêmica para examinar tanto os efeitos diretos quanto os indiretos das implementações de IA, destacando efeitos interativos, ciclos de retroalimentação, o papel das condições iniciais e o risco persistente de consequências não intencionais. Agora, na conclusão da obra, sintetizamos os aprendizados, oferecemos orientações para formuladores de políticas e profissionais da educação, sugerimos oportunidades para desenvolvimentos futuros e identificamos questões éticas e algumas questões de pesquisa.

Ao ler estas conclusões, devemos lembrar a ressalva que destacamos no capítulo introdutório. Nossas conclusões são limitadas pela base de conhecimento à qual tivemos acesso. Essa base, apoiada em trabalhos publicados, provavelmente está um ano ou mais defasada em relação aos desenvolvimentos reais no campo. Quando afirmamos que não encontramos aplicações de IA para enfrentar determinados desafios, queremos dizer literalmente que não as encontramos, e não que elas não existam. É possível que existam, mas que ainda não tenham sido documentadas ou avaliadas.

A segunda limitação é a maior disponibilidade de aplicações de IA na educação no contexto escolar. Por necessidade, isso restringe nossa análise aos usos da IA para apoiar a aprendizagem em ambientes formais, deixando de lado os usos para aprendizagem independente ou em contextos não formais. Esses usos podem existir, mas não são aqui abordados. Quando afirmamos que a maioria das aplicações até o momento está focada na entrega do currículo, e não em capacitar os estudantes a criarem seus próprios currículos, estamos nos referindo ao que tem ocorrido em contextos escolares documentados. É perfeitamente possível que a IA tenha viabilizado muitas formas de aprendizagem independente fora da escola, mas esses usos não estão capturados na base de conhecimento que utilizamos.

9.2. Os desafios da educação no Sul Global

Conforme detalhado no Capítulo 2, os sistemas educacionais no Sul Global enfrentam um conjunto de desafios inter-relacionados. Embora o acesso básico à escolarização tenha se expandido significativamente, persistem profundas desigualdades no acesso, nos resultados de aprendizagem, nos recursos e nas oportunidades. A crise de aprendizagem permanece aguda: milhões de crianças estão na escola, mas não alcançam proficiência mínima em habilidades fundamentais. Esses déficits são moldados pela pobreza, conflitos, gênero, deficiência, barreiras linguísticas e pelos legados persistentes de sistemas educacionais excludentes, além de subfinanciamento, escassez de professores e fraca capacidade de governança, que limitam a eficácia das reformas. As divisões entre áreas rurais e urbanas e as dificuldades específicas de estudantes deslocados e refugiados ampliam ainda mais as desigualdades.

É crucial reconhecer que a tecnologia, incluindo a IA, existe nesse contexto, carregando tanto o risco de agravar desigualdades existentes quanto o potencial de reduzi-las. Muitas inovações em tecnologia educacional são acessíveis apenas a grupos privilegiados, aprofundando, em vez de resolver, a exclusão. Embora a IA e as ferramentas digitais tenham um enorme potencial para superar limitações estruturais, elas também podem reforçar desigualdades, especialmente onde o acesso a dispositivos, conectividade, conteúdo de qualidade e professores qualificados é irregular ou inexistente.

A IA na educação nunca deve ser um fim em si mesma, mas um meio a serviço de propósitos educacionais amplos, ajudando indivíduos a realizar seu potencial e fortalecendo comunidades para enfrentar os desafios deste século. Sua integração deve ser orientada pelo contexto, inclusiva e baseada em evidências.

9.3. Estudantes e aprendizagem: as promessas e os limites da IA para enfrentar a diversidade estudantil

A legitimidade de um sistema educacional moderno reside em sua capacidade de oferecer a todos os estudantes oportunidades significativas de aprendizagem. Em teoria, a IA é idealmente adequada para responder a necessidades de aprendizagem diversas, oferecendo personalização, ritmo adaptativo, oferta multilíngue e apoio sob demanda.

Entretanto, como documentado, a realidade atual está longe desse ideal. A maioria das plataformas de aprendizagem habilitadas por IA encontra-se em contextos privados, urbanos ou em projetos-piloto, frequentemente beneficiando aqueles que já estão em posições mais favorecidas. Os exemplos que identificamos geralmente não se concentram em estudantes marginalizados: aqueles com deficiência, que vivem em áreas rurais ou que não dispõem de acesso digital.

- Letramento em IA: onde existem iniciativas, elas são esporádicas, focadas de forma restrita em programação técnica ou letramento digital, raramente alcançando escala ou abordando dimensões éticas e críticas.
- Alfabetizações fundamentais: sistemas de aprendizagem adaptativa estão apoiando o desenvolvimento de habilidades básicas, mas apenas quando bem alinhados às necessidades, à capacidade instalada e ao suporte contínuo dos professores.
- Competências do século 21: há alguns exemplos de uso de IA para apoiar o ensino baseado em projetos e desenvolver habilidades transversais, como pensamento crítico, mas o acesso é limitado e essas iniciativas parecem funcionar como atividades suplementares, e não integradas ao currículo.

A escada que vai da inovação à transformação se impõe como um desafio central. A maioria das iniciativas constitui melhorias incrementais, em vez de transformações sistêmicas. Projetos de pequena escala mostram potencial, mas a mudança em todo o sistema permanece difícil de alcançar, devido a incentivos desalinhados, lacunas na formação docente e ecossistemas de implementação frágeis. A partir de uma perspectiva sistêmica, esses padrões ilustram o papel crítico dos ciclos de retroalimentação, nos quais infraestrutura robusta, liderança eficaz e governança responsiva interagem para ampliar benefícios. Em contrapartida, sistemas frágeis, nos quais há desalinhamento entre diferentes componentes, veem os benefícios se dissiparem ou produzirem efeitos não intencionais, como o aumento da desigualdade nas oportunidades de aprendizagem.

9.4. Currículo: da transmissão mecânica de conteúdos à aprendizagem dinâmica e responsiva

O currículo é o DNA de qualquer sistema educacional, um repositório de valores sociais, conhecimentos e aspirações destinado a moldar as experiências educacionais dos estudantes em sua interação com conteúdos e professores. Em princípio, a IA poderia viabilizar currículos personalizados, atualizados e culturalmente relevantes, conectando habilidades fundamentais às competências do século 21.

As evidências examinadas neste livro, no entanto, mostram um quadro mais matizado:

- Letramento em IA no currículo: há exemplos de currículos de letramento em IA em diversos países, mas eles parecem concentrar-se em poucos contextos sistemicamente fortes ou bem providos de recursos, e ainda não há evidências sobre sua implementação ou eficácia.
- Alfabetizações fundamentais: plataformas adaptativas de IA estão apoiando estudantes na aquisição de habilidades fundamentais, seja por meio de experiências diretas de aprendizagem, seja pelo apoio aos professores para aprimorar a instrução. A maioria das aplicações de IA que identificamos, de fato, concentra-se no fortalecimento dessas alfabetizações fundamentais.
- Competências do século 21: algumas inovações possibilitam trabalho interdisciplinar baseado em projetos, mas a maioria dos sistemas continua fixada na transmissão de conteúdos e em avaliações somativas padronizadas.
- Desafios de equidade são centrais: currículos digitais frequentemente são importados e desalinhados com culturas, línguas ou realidades locais, o que pode gerar desengajamento e exclusão. Esses efeitos negativos se intensificam quando professores não têm autonomia para adaptar ou contextualizar conteúdos digitais.

A transformação é possível, mas apenas quando currículo, avaliação, desenvolvimento docente e liderança sistêmica coevoluem em um ciclo de reforço mútuo. Pequenas mudanças adaptativas, quando acompanhadas de realinhamento sistêmico, podem gerar melhorias significativas. Inovações isoladas, por si só, não são suficientes.

9.5. Avaliação: automatizar o teste ou reinventar o que importa?

A avaliação é ao mesmo tempo um espelho e um motor dos sistemas de aprendizagem. Ela define o que conta como sucesso, molda a prática pedagógica e distribui oportunidades. A IA tem avançado significativamente na automação da correção, na viabilização de testes adaptativos e na ampliação de avaliações formativas em escala.

Entretanto, nossa revisão mostra:

- Letramento em IA: poucos sistemas ou aplicações ajudam estudantes ou professores a avaliar habilidades de letramento em IA dos alunos.
- Eficácia do sistema: este é um dos usos mais prevalentes da IA, avaliando conhecimentos e habilidades dos estudantes para fornecer feedback a alunos e professores e personalizar o currículo. As aplicações variam desde aquelas voltadas diretamente aos estudantes, nas quais a avaliação contínua serve de base para oferecer feedback automatizado e sugestões de aprendizagem adicional, até aquelas voltadas aos professores, que recebem orientações com base na avaliação dos conhecimentos e habilidades de seus alunos. Todas as aplicações que revisamos concentram-se na avaliação das competências fundamentais do currículo, principalmente leitura, escrita e matemática, e ocasionalmente outras disciplinas.
- Competências do século 21: em sua maioria, não identificamos usos de IA para avaliar habilidades transversais, como colaboração, comunicação, pensamento crítico, criatividade e outras, com exceção de uma plataforma de aprendizagem baseada em jogos (Crisis in Space), que avalia a colaboração.

A maior parte da avaliação impulsionada por IA representa inovação, ao automatizar práticas herdadas, em vez de transformação. Os riscos são numerosos: ampliação das desigualdades, consolidação de uma “dataficação” excessiva ou a criação de regimes de responsabilização cujas métricas não estão alinhadas com a aprendizagem real.

Uma perspectiva sistêmica evidencia que, a menos que a avaliação esteja alinhada à reforma curricular e à profissionalização docente, e que os dados gerados por IA sejam incorporados a ciclos de retroalimentação, ferramentas inovadoras podem introduzir fricções ou causar danos.

9.6. Desenvolvimento Profissional Docente: ampliando o crescimento profissional para todos

Os professores são consistentemente identificados como a influência mais importante, em nível escolar, sobre as oportunidades de aprendizagem dos estudantes. No entanto, no Sul Global, os docentes enfrentam desafios crônicos: salas de aula superlotadas, formação insuficiente, apoio limitado e, em alguns casos, baixo status social, o que se traduz em poucos candidatos interessados em ingressar na profissão e em conhecimento e habilidades limitados daqueles que o fazem.

A IA apresenta um potencial significativo para ampliar o desenvolvimento profissional personalizado e sob demanda, oferecer feedback automatizado e fomentar comunidades de prática. Como nossa revisão demonstra:

- Letramento em IA: não encontramos exemplos de desenvolvimento profissional apoiado por IA que auxilie professores a desenvolver

conhecimentos sobre IA e conhecimento pedagógico de conteúdo para apoiar seus estudantes a se tornarem letrados em IA.

- Alfabetizações fundamentais: há exemplos de aplicações de IA que apoiam professores a aprimorar sua capacidade de ensinar habilidades fundamentais. Muitas dessas aplicações oferecem suporte integrado ao trabalho docente e em tempo real, por exemplo auxiliando na geração de planos de aula contextualmente apropriados, alinhados a padrões curriculares, ou fornecendo feedback sobre o conhecimento dos estudantes e sugestões para enfrentar lacunas específicas ou apoiar a aprendizagem personalizada.

Não identificamos aplicações de IA que ampliassem a capacidade dos professores para ensinar competências transversais do século 21, como prepará-los para o ensino interdisciplinar, integrar o desenvolvimento socioemocional à instrução acadêmica ou ensinar colaboração e habilidades cognitivas de ordem superior.

9.7. Organização e Gestão Escolar: liderança na era dos dados

Escolas eficazes se beneficiam de liderança visionária e adaptativa, bem como de uma organização escolar colaborativa e distribuída. A IA pode apoiar esses processos por meio de percepções orientadas por dados, análises preditivas e gestão mais inteligente de recursos.

Entretanto, como nossa síntese revela:

- Letramento em IA: líderes escolares estão apenas começando a ter acesso a formações específicas sobre como aproveitar a IA e compreender seus riscos e potencial em seus contextos.

- Eficácia: ferramentas para monitoramento de frequência, alocação de recursos e gestão de riscos podem aumentar a eficácia operacional, mas frequentemente privilegiam a eficiência administrativa em detrimento da liderança pedagógica.
- Competências do século 21: plataformas de colaboração e aprendizagem em rede entre equipes escolares estão surgindo, porém majoritariamente em contextos de alta disponibilidade de recursos.

Além desses aspectos, a liderança escolar continua sendo, em grande medida, baseada em relações humanas. O uso da IA não diz respeito apenas à tecnologia, mas também à capacidade dos líderes de construir confiança, incentivar o trabalho em equipe e criar uma cultura escolar em que os professores se sintam apoiados, e não vigiados. Também é importante restaurar o respeito e a motivação dos líderes escolares, pois a perda de prestígio torna mais difícil conduzir as escolas tanto no plano acadêmico quanto no cultural.

Até o momento, a IA tem trazido principalmente melhorias logísticas e maior transparência dos dados, mas a transformação real, em que a IA ajuda as escolas a se tornarem mais participativas e orientadas pela comunidade, ainda é rara. Exemplos do Chile, de Gana, do Brasil e do Uruguai mostram tanto o potencial da IA para apoiar a liderança escolar quanto os desafios persistentes relacionados à equidade, à adaptação aos contextos locais e à sustentabilidade de longo prazo. Para que a IA faça uma diferença concreta, formuladores de políticas precisam primeiro estabelecer sistemas de dados robustos, regras claras de governança e financiamento confiável. Sem esses fundamentos, a IA corre o risco de ser apenas uma solução superficial, em vez de impulsionar mudanças significativas.

Por fim, a equidade permanece uma preocupação central, pois escolas em áreas rurais ou com poucos recursos frequentemente não dispõem de tecnologia e capacidade para se beneficiar da IA, o que pode deixá-las ainda mais para trás.

Ciclos de retroalimentação, marca registrada de sistemas adaptativos, só emergem quando o julgamento humano e as análises digitais se informam mutuamente em um ciclo contínuo baseado na confiança.

9.8. Governança: reinventando a responsabilização e a participação na era digital

O potencial da IA para revolucionar a governança educacional é profundo: dados em tempo real podem tornar visíveis desigualdades, permitir intervenções direcionadas e, em princípio, orientar políticas públicas mais democráticas e inclusivas. Entretanto, persistem problemas estruturais de capacidade, qualidade dos dados, instituições fragmentadas e falta de transparência.

Principais conclusões de nossa revisão:

- Letramento em IA: há capacidade limitada entre formuladores de políticas e administradores para compreender, questionar e utilizar criticamente informações geradas por IA.
- Efetividade: painéis baseados em IA permitem decisões mais incisivas ou até proativas para a alocação de recursos ou resposta a crises, mas raramente promovem aprendizagem de políticas de baixo para cima ou ajustes rápidos em larga escala.
- Competências do século 21: o apoio sistêmico à agência e à voz dos estudantes, à aprendizagem socioemocional ou ao engajamento cívico raramente é monitorado, e menos ainda viabilizado, por ferramentas de IA nos regimes convencionais de governança.

Até o momento, a inovação digital na governança permanece em grande parte tecnocrática: melhora o planejamento, a prestação de contas e a conformidade, em vez de transformar a natureza da tomada de decisões ou da participação. De modo mais notável, vozes marginalizadas correm o risco de serem excluídas, a menos que processos participativos sejam incorporados e monitorados de forma proativa.

De uma perspectiva sistêmica, pequenas mudanças no fluxo de informações podem ter efeitos desproporcionais quando inseridas em ciclos virtuosos de retroalimentação, mas soluções tecnológicas aplicadas a pontos desconectados do sistema raramente têm sucesso.

9.9. Temas transversais: lições a partir de uma perspectiva sistêmica

Cada capítulo deste livro reafirma princípios centrais dos sistemas:

- Condições iniciais: o impacto das intervenções em IA é fortemente moldado por desigualdades pré-existentes na alocação de recursos, incluindo a conectividade e o acesso a dispositivos, o compromisso político, a capacidade docente e a infraestrutura.
- Ciclos de retroalimentação e interações: os maiores ganhos educacionais ocorrem quando a IA está inserida em ciclos mais amplos de aprendizagem organizacional, nos quais dados, julgamento humano, liderança e participação comunitária se reforçam mutuamente. No Capítulo 7, painéis de IA vinculados a dados do EMIS permitem que líderes utilizem evidências em nível escolar para uma melhoria contínua da instrução.
- Consequências não intencionais: muitas inovações bem-intencionadas introduzem novos riscos ou desigualdades se não forem acompanhadas por uma visão sistêmica, ética e por adaptabilidade local.

- Não linearidade e emergência: pequenas intervenções sensíveis ao contexto, quando alinhadas às necessidades locais e aos incentivos do sistema, podem produzir efeitos positivos desproporcionais. Por outro lado, programas de grande escala impostos sem adaptação ou adesão das partes interessadas frequentemente se esgotam ou geram efeitos contrários. No Capítulo 4, a plataforma offline Kolibri permitiu que comunidades marginalizadas acesassem aprendizagem personalizada mesmo com baixa conectividade, demonstrando o impacto do design sensível ao contexto.
- Ética e inclusão como propriedades centrais do sistema: o progresso sustentável depende não apenas da capacidade técnica, mas também da atenção a questões de justiça, privacidade, transparência e relevância cultural.

9.10. Reflexões éticas transversais entre capítulos

Este livro trouxe à tona uma série de questões éticas que atravessam diferentes domínios:

- Privacidade e proteção de dados: a proliferação de dados digitais sobre estudantes, professores e famílias levanta questões de consentimento, propriedade e gestão responsável, especialmente críticas em ambientes com regulação frágil.
- Viés algorítmico: sistemas de IA correm o risco de codificar e amplificar desigualdades, a menos que sejam cuidadosamente auditados, contextualizados localmente e transparentes para usuários e comunidades.
- Participação, agência e autonomia: a inovação educacional deve evitar “desqualificar” professores ou “dataficar” estudantes de modos que enfraqueçam agência, dignidade e voz. O Capítulo

7 mostrou como ciclos participativos de retroalimentação, como chatbots de IA e análise de sentimentos para coletar opiniões de estudantes e famílias, podem democratizar a liderança se forem desenhados de forma inclusiva.

- Equidade: se não for devidamente protegida, a IA reforçará e ampliará, em vez de reduzir a lacuna de oportunidades, privilegiando os já conectados e marginalizando ainda mais os invisibilizados.
- Comercialização e bem público: os interesses de empresas privadas de tecnologia educacional, especialmente em IA aplicada a currículo, avaliação e governança, podem divergir das necessidades de estudantes e comunidades. O Capítulo 4 evidenciou os riscos de currículos de IA importados e desalinhados com línguas e culturas locais, destacando como plataformas comerciais podem não atender ao interesse público.
- Sustentabilidade: a governança deve considerar não apenas ganhos de curto prazo, mas também as trajetórias de aprendizagem ao longo da vida e as consequências ecológicas das tecnologias educacionais.

9.11. Implicações para formuladores de políticas, profissionais da educação e a comunidade global

Para formuladores de políticas públicas:

- Definir a visão: ancorar a mudança tecnológica em objetivos de longo prazo das políticas públicas, como equidade, aprendizagem fundamental, cidadania e bem-estar, e não na tecnologia como um fim em si mesmo.

- Desenvolver capacidades: investir em infraestrutura, mas igualmente em pessoas, professores, lideranças e administradores, dotando-os de habilidades, confiança e julgamento para adaptar e orientar o uso da IA de forma responsável.
- Promover a inclusão: priorizar os mais difíceis de alcançar, estudantes e educadores de áreas rurais, remotas ou em situação de marginalização, nos desenhos sistêmicos, no financiamento e nos mecanismos de responsabilização.
- Alinhar e integrar: fomentar coerência entre currículo, avaliação, desenvolvimento docente e organização escolar, garantindo que iniciativas digitais apoiem, e não fragmentem mudanças holísticas.
- Regular e salvaguardar: estabelecer marcos robustos para proteção de dados, supervisão ética e formulação participativa de políticas, mantendo o interesse público no centro da implementação da IA.

Para profissionais da educação:

- Ser críticos e criativos: enxergar a IA como uma ferramenta a ser moldada, e não simplesmente adotada. Questionar a justificativa de cada inovação e adaptá-la aos contextos locais.
- Fomentar comunidades colaborativas: utilizar plataformas digitais para compartilhar, refletir e defender propostas, tanto localmente quanto entre sistemas.
- Defender a agência profissional: assumir novos papéis como designers de experiências de aprendizagem em um cenário digital em transformação, mas resistir a pressões para ceder autonomia a sistemas opacos ou a diretrizes desalinhadas.

Para desenvolvedores de IA:

- Projetar para a diversidade, não para a uniformidade: cocriar soluções com escolas, professores e comunidades. Priorizar a adaptação linguística e cultural, bem como a flexibilidade das plataformas.
- Priorizar a transparência e a explicabilidade: construir sistemas abertos ao escrutínio, ao feedback dos usuários e à supervisão comunitária.
- Promover ecossistemas abertos: apoiar padrões abertos, interoperabilidade e desenvolvimento de capacidades locais, em vez de modelos proprietários de dependência tecnológica ou de financiamento externo.
- Defender o bem público ético: incorporar a equidade, a privacidade e o florescimento humano no centro das escolhas de design, indo além da mera eficiência ou da captura de novos mercados.

Para organizações internacionais e filantropia:

- Apoiar a pesquisa e a avaliação: financiar estudos longitudinais e pesquisas comparativas sobre o que funciona, para quem e em quais contextos.
- Modelar práticas éticas: garantir que orientações globais sobre dados, ética em IA e participação equitativa estabeleçam padrões elevados tanto para governos quanto para a indústria.
- Facilitar aprendizagem Sul-Sul: criar plataformas para que países em desenvolvimento compartilhem modelos sensíveis ao contexto e lições aprendidas, fora de enquadramentos centrados em doadores ou corporações.

9.12. Fronteiras de pesquisa e questões em aberto

Apesar dos rápidos avanços, questões críticas permanecem em aberto. Ao longo deste livro, apresentamos algumas perguntas centrais ao final de cada capítulo sobre os temas específicos abordados. Aqui, delineamos algumas linhas gerais de investigação que consideramos importantes de serem aprofundadas:

- Como a IA e as ferramentas digitais podem ser mais bem aproveitadas para desenvolver alfabetizações fundamentais e competências do século 21 em escala nacional, sem aprofundar as desigualdades?
- O que funciona para construir letramento em IA que o resultado não seja apenas técnico, mas também ético, cívico e criativo, em realidades educacionais diversas?
- Como a IA pode ser sistematicamente utilizada para deslocar a educação de uma responsabilização somativa para uma aprendizagem e avaliação formativas, personalizadas e holísticas?
- Quais modelos de governança e regulação garantem que a IA seja implementada de forma transparente, inclusiva e com mecanismos de reparação em caso de danos?
- Como podemos adaptar, iterar e aprender continuamente com as falhas e consequências não intencionais do uso da IA na educação dentro dos sistemas locais, e não apenas em projetos ou pilotos?
- Quais estruturas de incentivos e ciclos de retroalimentação melhor equilibram a adoção de inovações educacionais baseadas em IA com a cautela necessária, especialmente quando riscos e benefícios são distribuídos de maneira tão desigual?

9.13. Consideração final

O desafio e a promessa da IA na educação são, em sua essência, não um desafio das máquinas, mas dos sistemas humanos e de seus valores. Ao colocar equidade, participação e cuidado ético no centro, e ao aprender a atuar entre setores e superar estruturas isoladas, podemos moldar um futuro educacional apoiado por IA que ofereça não apenas inovação, mas transformação genuína e sustentável para todos.

O que está em jogo é nada menos que o próprio caráter futuro da educação. A IA e as ferramentas digitais podem ser uma força multiplicadora de justiça, criatividade, inclusão e bem-estar coletivo, mas somente se atores em todos os níveis assumirem o trabalho árduo da integração sistêmica, da investigação ética contínua e da humildade diante da incerteza.

A transformação não virá apenas da tecnologia. Ela exige reimaginar a educação como um empreendimento adaptativo, cuidadoso e democrático, ancorado no conhecimento local, moldado por professores e estudantes, e supervisionado por uma governança inclusiva e responsável. O trabalho vital continua: garantir que cada criança, em cada comunidade, tenha a oportunidade de aprender o que realmente importa, com dignidade e agência, em um mundo de complexidade e mudança.

ACESSO ABERTO



Este capítulo está licenciado sob os termos da Creative Commons Atribuição–NãoComercial–SemDerivações 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), que permite o uso não comercial, o compartilhamento, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja atribuído o devido crédito ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, seja fornecido um link para a licença Creative Commons e seja indicado se o material licenciado foi modificado. Não é permitida, sob esta licença, a divulgação de material adaptado derivado deste capítulo ou de partes dele.

As imagens ou outros materiais de terceiros presentes neste capítulo estão incluídos na licença Creative Commons do capítulo, salvo indicação em contrário na linha de crédito associada ao material. Caso determinado material não esteja incluído na licença Creative Commons do capítulo e o uso pretendido não seja permitido por regulamentação legal ou exceda o uso autorizado, será necessário obter permissão diretamente junto ao detentor dos direitos autorais.

GLOSSÁRIO

© O(s) Autor(es) 2026

F. Reimers et al., Inteligência Artificial e Educação no Sul Global,
https://doi.org/10.1007/978-3-032-11449-5_2

Capítulo 1: Introdução

Resumo

- **Sistemas educacionais:** a ecologia complexa de instituições — escolas, currículos, professores e mecanismos de governança — que, em conjunto, moldam as oportunidades de aprendizagem.
- **Abordagem sistêmica:** uma perspectiva que examina a interação dinâmica entre currículo, professores, avaliação e contextos organizacionais, políticos e sociais mais amplos, utilizando conceitos como ciclos de retroalimentação e emergência.

1.1. Propósito do livro

- **Inteligência Artificial (IA):** “A simulação da inteligência humana por máquinas, com a capacidade de se comportar como humanos em tarefas como comunicação, memorização, raciocínio e aprendizagem” (Martin et al., 2024).
- **Sistemas educacionais (escopo neste livro):** instituições concebidas e financiadas para ajudar estudantes a desenvolver conhecimentos e habilidades, com foco na educação obrigatória (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio).
- **Objetivos curriculares:**
 - Objetivos pretendidos: aquilo que deve ser aprendido.
 - Objetivos alcançados: aquilo que é efetivamente aprendido.
- **Eficácia (dos sistemas educacionais):** ampliar as oportunidades dos estudantes de aprender aquilo que foi pretendido.

- **Relevância (dos sistemas educacionais):** ampliar as oportunidades dos estudantes de aprender um currículo que promova suas condições de vida em um mundo em transformação.
- **Letramento em IA:** um subconjunto de habilidades relevantes necessárias para atuar em um mundo moldado pela IA.
- **Melhoria educacional versus transformação educacional:**
 - Melhoria: qualquer apoio ao ensino e à aprendizagem.
 - Transformação: resolução dos problemas mais importantes em escala, de forma sustentável.

1.2. Por que este livro sobre educação e Inteligência Artificial?

- **Cointeligência:** seres humanos trabalhando em parceria com plataformas habilitadas por IA.
- **Trabalhos baseados em conhecimento:** ocupações que dependem principalmente de expertise intelectual, e não de habilidades manuais.
- **Habilidades humanas em um mundo de IA:** competências de colaboração, interpessoais e de raciocínio ético e moral, cujo valor aumenta à medida que a IA transforma os ambientes de trabalho.

1.3. Por que focamos no Sul Global?

- **Sul Global:** países (a maior parte da África, América Latina, Caribe, Ásia e Oceania, excluindo Austrália e Nova Zelândia) com menores recursos per capita e por estudante, e que abrigam cerca de 85% da população mundial e aproximadamente 90% das pessoas com menos de 18 anos.

- **Divisão Norte–Sul:** a formulação do Relatório Brandt (1980), que descreve um “Norte” mais rico e um “Sul” mais pobre.”

1.4. Pensando sistemicamente

- **Sistema educacional (definição organizacional):** a infraestrutura — políticas, instituições, estruturas, processos e recursos — criada para transmitir conhecimentos, habilidades e valores socialmente valorizados entre gerações.
- **Ciência da complexidade:** estudo de sistemas caracterizados por não linearidade, sensibilidade às condições iniciais e ciclos de retroalimentação.
- **Emergência:** comportamento organizado e complexo que surge de interações locais simples, sem controle central.
- **Ciclos de retroalimentação:** ciclos positivos ou negativos nas interações do sistema que amplificam ou estabilizam efeitos.
- **Controle distribuído:** nenhuma parte governa o todo; controle e informação estão distribuídos por todo o sistema.
- **Currículo:** o conjunto de objetivos educacionais que orienta a aprendizagem, cuja abrangência e sequência traduzem metas em uma progressão formativa.

1.5. O que é Inteligência Artificial na educação?

- **Aprendizado de Máquina (Machine Learning – ML):** algoritmos que aprendem a partir de dados e melhoram ao longo do tempo sem programação explícita.
- **Processamento de Linguagem Natural (Natural Language Processing – NLP):** técnicas que permitem às máquinas interpretar e gerar linguagem humana.

- **Visão Computacional:** técnicas que permitem ao software interpretar informações visuais.
- **IA estreita (fraca):** IA projetada para tarefas específicas (por exemplo, recomendar atividades, classificar respostas).
- **IA geral (forte):** uma IA teórica com raciocínio semelhante ao humano, capacidade de abstração e aprendizagem entre diferentes domínios.

1.6. Uma abordagem sistêmica para estudar o papel da IA na educação.

- **IA centrada no ser humano (visão sistêmica):** considerar os efeitos não apenas sobre os usuários diretos (professores/estudantes), mas também sobre salas de aula, comunidades e a sociedade.
- **Efeitos de segunda ordem:** impactos indiretos ou em cascata que surgem de ciclos de retroalimentação e interações (por exemplo, automação administrativa liberando tempo para a liderança pedagógica).

1.7. Aprendizagem dos estudantes: o núcleo da educação

- **Oportunidade de aprender:** a capacidade de um sistema de proporcionar experiências de aprendizagem significativas aos estudantes.
- **Educação pública:** sistemas universais apoiados pelo Estado, destinados a atender objetivos sociais, econômicos e cívicos.
- **Educação progressiva:** tradição de aprendizagem centrada na criança, holística e experiencial, associada a Pestalozzi.
- **Sistema monitorial:** método estruturado e de baixo custo de Lancaster, no qual estudantes avançados ensinam colegas sob supervisão de um tutor.

- **Administração científica (taylorismo) na educação:** organização escolar influenciada pela eficiência industrial — currículo, horários e processos padronizados.

1.8. Como a IA pode melhorar a oportunidade de aprender?

1.8.1. Como o letramento em IA pode ser desenvolvido?

- **Estrutura de competências para letramento em IA:** uma estrutura que inclui habilidades técnicas, além de pensamento crítico, resolução de problemas e reflexão ética (privacidade, vieses, impacto social).
- **Aprendizagem baseada em projetos (para letramento em IA):** trabalho prático e aplicado para desenvolver compreensão procedimental e conceitual sobre IA.

1.8.3. O que nos torna exclusivamente humanos? Mitigando o risco de deslocamento na força de trabalho

- **Deslocamento na força de trabalho:** riscos de perda de empregos devido à replicação, pela IA, de tarefas rotineiras e analíticas.
- **Modelo ADDIE:** estrutura de design instrucional — Análise, Desenho, Desenvolvimento, Implementação, Avaliação — para construir programas eficazes de requalificação profissional.
- **Renda Básica Universal (RBU):** suporte financeiro incondicional proposto como mecanismo de proteção durante transições laborais impulsionadas pela IA.

Capítulo 2: Desafios e oportunidades da educação no Sul Global

Resumo

- **Sul Global:** países da África, Ásia, América Latina e Caribe, e partes da Oceania (excluindo Austrália e Nova Zelândia), que, coletivamente, matriculam a maioria das crianças do mundo, mas enfrentam recursos per capita mais baixos e desigualdades persistentes.
- **Facilitadores sistêmicos:** políticas, governança, financiamento, comunidade e condições institucionais que permitem que os sistemas educacionais funcionem e melhorem em direção a uma aprendizagem equitativa.

2.1. Acesso: Ganhos espetaculares, realidades desiguais

- **Taxa de matrícula:** proporção de crianças de uma determinada faixa etária/nível matriculadas na escola.
- **Acesso significativo:** acesso concebido além da matrícula inicial, incluindo frequência regular, segurança, inclusão, apoio à aprendizagem e conclusão — especialmente para estudantes marginalizados.
- **Educação Infantil (EI):** a etapa pré-escolar fundamental para o desenvolvimento cerebral e a aprendizagem posterior, onde o acesso continua altamente desigual em contextos de baixa renda.

2.2. Resultados de aprendizagem: a crise global de aprendizagem

- **Pobreza de aprendizagem:** porcentagem de crianças de 10 anos incapazes de ler e compreender um texto curto adequado à sua idade.
- **Aprendizagem fundamental:** domínio da leitura, escrita e numeração básicas — especialmente nos primeiros anos escolares — como pré-requisito para conquistas posteriores.
- **Ensino na língua materna:** instrução nos primeiros anos na língua materna dos estudantes para fortalecer a compreensão e os resultados de aprendizagem.

2.3. Equidade e a teia de exclusões

- **Teia de exclusões:** barreiras interligadas (pobreza, gênero, deficiência, língua, etnia, conflitos) que marginalizam sistematicamente os estudantes.
- **Paridade de gênero (na educação):** grau em que meninas e meninos participam e alcançam resultados em taxas comparáveis em diferentes níveis e papéis (matrícula, aprendizagem, liderança, áreas como Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática).
- **Educação inclusiva:** educação de todos os estudantes juntos, com os apoios necessários para garantir participação e resultados equitativos.
- **Ciclo deficiência–pobreza:** dinâmica mutuamente reforçadora na qual a pobreza aumenta o risco e o impacto da deficiência, enquanto a deficiência aumenta a probabilidade de pobreza persistente e exclusão educacional.

- **Educação em contextos de conflito:** escolarização interrompida ou ameaçada por violência, deslocamento ou ataques à educação, resultando em exclusão prolongada e traumas.

2.4. O corpo docente: profissionalização e retrocessos

- **Professor qualificado:** um professor que atende aos padrões mínimos nacionais de formação/credenciamento — a proporção dessa categoria tem diminuído em algumas regiões.
- **Desenvolvimento profissional docente (DPD):** aprendizagem contínua, integrada ao trabalho, para fortalecer a prática pedagógica e a aprendizagem dos estudantes em larga escala.

2.5. Financiamento, pobreza e desigualdade

- **Fundo de resultados (financiamento baseado em resultados):** mecanismo que reúne recursos públicos e privados e paga aos provedores quando resultados de aprendizagem ou emprego são verificados de forma independente, visando melhorar a eficiência e a equidade.
- **Efeito de deslocamento por serviço da dívida:** pagamentos de dívida pública que reduzem o espaço fiscal para investimentos em educação, especialmente em países de baixa renda.

2.6. Currículo relevante

- **Currículo relevante:** programas de estudo conectados às vidas dos estudantes, línguas, culturas e realidades do mercado de trabalho (incluindo economias informais).

- **Relevância cultural:** alinhamento do conteúdo e da pedagogia com as identidades dos estudantes, línguas e sistemas de conhecimento da comunidade.
- **Aprendizagem informal:** formação de habilidades por meio de prática no local de trabalho sob a orientação de um trabalhador qualificado, fora das estruturas formais de certificação.

2.7. Perturbações sistêmicas: migração e mudança climática

- **Educação em situações de emergência:** ensino e aprendizagem durante crises (conflitos, deslocamentos, pandemias, desastres), com medidas para proteger a continuidade e a equidade.
- **Lacuna na educação climática:** insuficiência de leis, currículos e tempo em sala de aula dedicados à educação sobre mudança climática e biodiversidade, em relação aos riscos crescentes
- **Sistemas educacionais resilientes:** sistemas projetados para antecipar, absorver, adaptar-se e se recuperar de choques, protegendo a aprendizagem.
- **Riscos informacionais/digitais:** ameaças (desinformação/informação incorreta, ciberataques, uso inseguro de IA) que corroem a confiança e exigem fortalecimento da segurança digital e da governança de dados nas escolas.

2.8. A divisão digital e o papel da tecnologia

- **Divisão digital:** desigualdades no acesso à eletricidade, conectividade, dispositivos e habilidades digitais, que determinam quem se beneficia das tecnologias educacionais e da IA.

- **EdTech de baixa conectividade:** ferramentas e modelos de entrega (por exemplo, aplicativos de mensagens móveis, designs prioritariamente offline) que funcionam com largura de banda limitada e acesso intermitente.
- **Localização de EdTech:** adaptação de conteúdos digitais e de IA às línguas, culturas, currículos e limitações locais, com base na contribuição da comunidade e dos educadores.

2.9. Rumo a um novo futuro para a educação (cenários da OCDE)

- **Escolarização estendida:** as escolas públicas permanecem centrais e são fortalecidas por cooperação, infraestrutura e pedagogia (a IA apoia professores e personalização).
- **Educação terceirizada:** a aprendizagem se desloca para soluções privatizadas, baseadas em plataformas e microcredenciais, com riscos de equidade onde os sistemas públicos são frágeis.
- **Escolas como centros de aprendizagem:** as escolas integram serviços comunitários e aprendizagem ao longo da vida; a IA ajuda a coordenar respostas às necessidades locais e a engajar famílias.
- **Aprender conforme se avança:** a aprendizagem contínua, integrada à tecnologia, substitui a escolarização formal, com profundas implicações para a equidade, privacidade e aprendizagem social.

Capítulo 3: Estudantes, aprendizagem, salas de aula e escolas

3.1. Introdução

- **Modelo de Aprendizagem Escolar de Carroll:** uma estrutura de John B. Carroll (1963) que propõe que a aprendizagem é uma função do tempo de aprendizagem efetivamente engajado em relação ao tempo necessário. Cinco variáveis-chave:
 - 1) **Aptidão** — tempo necessário para aprender o conteúdo.
 - 2) **Oportunidade de aprender** — tempo efetivamente alocado.
 - 3) **Perseverança** — tempo que o estudante realmente dedica à aprendizagem.
 - 4) **Qualidade da instrução** — eficácia do ensino.
 - 5) **Capacidade de compreender a instrução** — grau em que os estudantes entendem o ensino.

Corolários: dado um tempo suficiente, a maioria dos estudantes pode dominar o conteúdo; diferenças na aprendizagem refletem oportunidades, e não diferenças inatas.

3.2. Quem são os estudantes e quais desafios eles enfrentam?

- **Heterogeneidade (do corpo discente):** diversidade nas condições socioeconômicas, origens culturais, conhecimentos prévios, habilidades linguísticas e interesses dos estudantes, resultante da ampliação do acesso.

- **Instrução para toda a turma:** pedagogia centrada no professor, em que o docente ministra aulas para todos os estudantes, limitando oportunidades de feedback, engajamento e personalização.
- **Personalização (da aprendizagem):** planejamento da instrução para acomodar as necessidades, interesses e habilidades individuais dos estudantes, exigindo informações contínuas sobre os aprendizes e estratégias de ensino adaptativas.
- **Crise global de aprendizagem:** a falha generalizada dos sistemas educacionais em garantir que os estudantes adquiram até mesmo habilidades fundamentais, devido à rigidez sistêmica e à falta de personalização.

3.3. A Inteligência Artificial pode superar essas limitações?

- **Plataformas de aprendizagem adaptativa:** sistemas com IA que analisam respostas dos estudantes, ritmo e lacunas de conhecimento para ajustar dinamicamente a instrução, o feedback e a sequência do currículo.
- **IA para acessibilidade:** ferramentas como reconhecimento de voz para texto, tradução automática e adaptação personalizada de conteúdos, permitindo que estudantes com deficiência tenham acesso à aprendizagem.
- **IA desconectada (AI Unplugged):** abordagem desenvolvida por Seiji Isotani em que professores utilizam plataformas de IA de baixa tecnologia — por exemplo, enviando fotos do trabalho dos estudantes para correção automatizada — permitindo feedback equitativo sem exigir dispositivos ou conectividade dos alunos.

3.4. O que as evidências dizem?

- **Sistemas de Tutoria Inteligente (ITS):** aplicações de IA que fornecem suporte adaptativo passo a passo, avaliam o domínio do conteúdo e oferecem feedback direcionado, especialmente em disciplinas como matemática.
- **Letramento em IA nas escolas:** iniciativas para desenvolver a compreensão dos estudantes sobre os conceitos de IA, seus usos e impactos sociais — muitas vezes por meio de atividades extracurriculares (oficinas, acampamentos, disciplinas optativas), em vez de currículos integrados.
- **Preparação dos professores (quanto à IA):** a prontidão dos professores para adotar ferramentas de IA, incluindo sua confiança, habilidades e percepções sobre os benefícios ou riscos da IA.
- **Garantia de qualidade na educação em IA:** processos que garantem que o conteúdo gerado por IA seja educacionalmente adequado e pedagogicamente alinhado, evitando a aprendizagem superficial ou a desqualificação dos professores.

3.4.1. Aprendizagem personalizada e adaptativa

- **Plataformas de currículo personalizado (exemplos):**
 - *Letrus* (Brasil): A IA analisa a redação dos alunos e fornece feedback sobre gramática, coerência e estilo.
 - *Geekie* (Brasil): Avaliações personalizadas e exercícios de estudo.
 - *Flex-Flix* (Argentina): Streaming apoiado por IA vinculado ao currículo nacional, com assistência interativa.

- *KHistoriA* (Brasil): Permite que os alunos conversem com figuras históricas por meio da IA.
- *Plataforma AZ* (Brasil): IA gerativa criando planos de estudo personalizados e feedback para mais de 400 escolas.
- *MATHia* (EUA): Tutor cognitivo em matemática, diagnosticando equívocos e fornecendo feedback.
- *Snappet* (Países Baixos/Espanha): Aprendizagem adaptativa para matemática e linguagem em escolas primárias, oferecendo painéis de controle para os professores.
- *Beekee Box/Hub*: Salas de aula digitais offline criando redes locais para aprendizagem interativa sem internet.

3.5. Conclusão e principais orientações para políticas

- **Alfabetizações fundamentais (via IA):** o potencial da IA para melhorar a alfabetização básica e a numeracia por meio de plataformas adaptativas, embora a maioria dos esforços ainda esteja em estágio piloto.
- **Competências do século 21 (via IA):** resolução de problemas, criatividade e colaboração apoiadas por meio de aplicações de IA baseadas em projetos, embora ainda não sejam amplamente integradas aos currículos.
- **Inovação versus Transformação:** distinção entre inovações em IA que complementam os métodos atuais versus transformações sistêmicas que reconfiguram fundamentalmente a aprendizagem
- **Divisão digital (no contexto da IA):** o risco de que os benefícios da IA se concentrem desproporcionalmente em estudantes privilegiados, aprofundando a desigualdade.

- **Viés algorítmico na educação:** o risco de os sistemas de IA reproduzirem desigualdades existentes se treinados com dados enviesados ou limitados.
- **Transparência e explicabilidade:** o princípio de que as decisões orientadas por IA na educação devem ser compreensíveis para estudantes, professores e pais, a fim de construir confiança e preservar a agência.

Capítulo 4: IA e Currículo

4.1. Introdução

- **Currículo:** Um construto de várias camadas descrito como o “DNA do sistema educacional” (UNESCO, 2023a). Ele compreende três camadas:
 - **Currículo pretendido:** metas formais, objetivos e conteúdos prescritos pelas autoridades (às vezes altamente prescritivos, às vezes apenas padrões gerais).
 - **Currículo implementado:** o que realmente ocorre nas salas de aula, moldado pelos professores, pela pedagogia e pelos recursos.
 - **Currículo alcançado:** resultados tangíveis de aprendizagem e competências demonstradas pelos estudantes.

4.1.1. Currículo baseado em conhecimento, habilidades fundamentais e habilidades transferíveis

- **Currículo baseado em conhecimento:** um design de currículo tradicional que enfatiza a cobertura ampla de conteúdo e a memorização mecânica, muitas vezes à custa de um entendimento profundo e de habilidades transferíveis.
- **Habilidades transferíveis (habilidades do século 21):** competências como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade, comunicação e colaboração, necessárias para a adaptabilidade, aprendizagem ao longo da vida e trabalho futuro.
- **Zona de Desenvolvimento Proximal:** o conjunto de tarefas de aprendizagem que estão ligeiramente além do que o aluno pode fazer de forma independente, mas que são alcançáveis com orientação; currículos sobrecarregados frequentemente ultrapassam essa zona.

4.1.2. Desafios na coerência vertical e horizontal do currículo

- **Coerência curricular:** o alinhamento dos elementos do currículo para apoiar a aprendizagem cumulativa.
 - **Coerência Vertical:** sequenciamento lógico de conteúdos e competências ao longo dos anos escolares para uma progressão cumulativa.
 - **Coerência Horizontal:** integração e articulação de conceitos e competências entre diferentes disciplinas dentro do mesmo ano escolar.

4.1.3. Desalinhamento entre Currículo, Pedagogia e Avaliação

- **Alinhamento currículo–pedagogia–avaliação:** a exigência sistêmica de que o que é ensinado (currículo), como é ensinado (pedagogia) e como é avaliado (avaliação) sejam consistentes para apoiar a aprendizagem eficaz.
- **Ensinar para o teste:** prática em que a instrução está estreitamente alinhada ao que será avaliado; problemática quando os exames enfatizam a memorização em detrimento de competências de ordem superior.

4.1.4. Alinhamento entre currículo e contexto.

- **Instrução diferenciada; adaptação de conteúdos, processos e produtos para atender às diversas necessidades dos estudantes (por exemplo, Design Universal para a Aprendizagem — UDL).**
- **Aprendizagem baseada em competências:** abordagem que enfatiza o que os estudantes conseguem fazer com o conhecimento, priorizando o domínio das habilidades em vez do tempo dedicado.

4.2. IA e o currículo

IA como ferramenta curricular

- **Adaptação curricular com IA:** A IA auxiliando professores ou ministérios a modificar currículos, simplificando, ampliando ou personalizando conteúdo para atender às necessidades dos estudantes.
- **IA para localização e contextualização:** A IA gerando materiais culturalmente relevantes em línguas locais, enfrentando a escassez de recursos.

- **Aprendizagem adaptativa com IA:** fornecimento de trajetórias de aprendizagem individualizadas e estruturadas para lidar com a heterogeneidade.
- **Análise curricular com IA:** utilização de dados agregados de estudantes para identificar lacunas sistêmicas e criar ciclos contínuos de retroalimentação para a reforma curricular.

Nove áreas de conteúdo curricular em IA da UNESCO

- **Domínios do currículo de IA (UNESCO, 2022):** algoritmos/programação, letramento em dados, resolução contextual de problemas, ética da IA, implicações sociais, aplicações em outros domínios, compreensão/uso de técnicas de IA, compreensão/uso de tecnologias de IA e desenvolvimento de tecnologias de IA.

4.2.1. Ensino sobre IA (Modelos nacionais)

- **Currículo escalonado de IA da China:** sistema em espiral do ensino fundamental ao médio, enfatizando inovação, ética e colaboração “professor-aluno-máquina”.
- **Currículo de IA dos Emirados Árabes Unidos:** integração da IA do jardim de infância ao 12º ano, incorporando ética e aplicações em níveis apropriados à idade.
- **Estrutura Ceibal do Uruguai:** modelo pedagógico organizado em torno de “O que é IA?”, “Como funciona?” e “O que pode fazer?”, com ênfase em ética e pensamento computacional.
- **Programa YUVAi da Índia:** iniciativa nacional baseada em projetos para os anos 8 a 12, focada no uso responsável da IA em temas do mundo real, como agricultura, saúde e educação.

- **Iniciativa AI Leap da Estônia:** piloto nacional que fornece aplicações de IA para estudantes e professores, combinando personalização, suporte docente e integração orientada por políticas.

4.2.2. IA na entrega e no design do currículo

- **Planejamento de aulas com IA:** ferramentas (por exemplo, o chatbot ANE da Nova Escola no Brasil) que geram planos de aula alinhados ao currículo para reduzir a carga de trabalho dos professores.
- **IA para desenvolvimento de livros didáticos:** projetos (por exemplo, GPE KIX STEPS no Benin, Camarões e RDC) que utilizam IA para redigir, traduzir e contextualizar livros didáticos de STEM.
- **Livros didáticos de IA:** livros didáticos digitais e adaptativos (por exemplo, na Coreia do Sul) que oferecem aprendizagem personalizada e reduzem lacunas de desempenho.

4.2.3. IA para personalização e habilidades transferíveis

- **IA generativa de uso geral para a educação:** uso de ferramentas pelos professores, como o ChatGPT ou o Copilot, para criar aulas diferenciadas, questionários e histórias.
- **Anos de escolaridade equivalentes (EYOS):** uma métrica que compara os ganhos de aprendizagem de intervenções (por exemplo, o projeto piloto do Estado de Edo na Nigéria) com os ganhos dos anos padrão de escolaridade.
- **Plu AI Assistant (Brasil):** uma ferramenta de IA que apoia tanto os professores (planos de aula, atividades) quanto os estudantes (planos de estudo, resumos).

- **Kolibri:** uma plataforma prioritariamente offline que possibilita o alinhamento curricular e a aprendizagem personalizada em ambientes de baixa conectividade.
- **RobotsMali:** livros infantis localizados e gerados por IA em Bambara, abordando a alfabetização inicial em línguas locais.
- **IA para currículo inclusivo (Universidade de Maseno, Quênia):** uma ferramenta de IA que traduz o inglês para a Língua de Sinais Queniana, melhorando a acessibilidade curricular para estudantes surdos.

4.3. Conclusões (Principais conceitos sistêmicos)

- **Letramento em IA holístico:** abordagem ampla da educação em IA que combina conhecimento técnico com ética, impacto social e pensamento crítico.
- **Integração transversal de IA no currículo:** incorporação de conceitos de IA em diferentes disciplinas, em vez de apresentá-los como conteúdo isolado, para evitar a sobrecarga do currículo.
- **Centros de inteligência curricular:** proposta de uso em nível sistêmico de dados anonimizados de estudantes para identificar padrões, informar reformas curriculares e apoiar a formulação de políticas baseadas em evidências.

Capítulo 5: Avaliação e IA

5.2. O paradoxo da avaliação: problemas, contexto e desafios

- **Avaliação somativa:** testes de altas consequências e voltados à responsabilização, usados para julgar a progressão dos estudantes, a eficácia dos professores ou o desempenho do sistema (por exemplo, *O levels*, *A levels*, exames de matrícula).
- **Avaliação formativa:** “avaliação para a aprendizagem” — coleta contínua de evidências para fornecer feedback que modifique o ensino e apoie o progresso dos estudantes (introduzida por Scriven e Bloom no final da década de 1960).
- **Exames de altas consequências:** exames com consequências significativas para a progressão dos estudantes, bolsas de estudo e oportunidades de vida; frequentemente estreitam o currículo em direção à memorização mecânica.
- **Redução do currículo:** fenômeno em que os professores se concentram apenas no conteúdo avaliado, negligenciando disciplinas não testadas ou aprendizagens mais profundas.
- **Avaliação para a aprendizagem versus avaliação da aprendizagem:** contraste entre avaliações formativas, orientadas ao feedback, e avaliações somativas, orientadas ao julgamento.
- **Crise da mensuração:** dificuldade de avaliar habilidades complexas e “exclusivamente humanas” (colaboração, criatividade, pensamento crítico) com instrumentos tradicionais, especialmente em contextos culturais diversos.

5.3. Avaliação reinventada: o que a IA poderia fazer

- **Feedback formativo com IA:** incorporação de IA em plataformas de aprendizagem para fornecer suporte personalizado e dicas em tempo real.
- **Avaliação por portfólio com IA:** utilização de IA para analisar o trabalho acumulado de um estudante (redações, relatórios, projetos) e criar um perfil holístico de competências.
- **Simulações analisadas por IA:** ambientes virtuais ou de jogos nos quais a IA mensura a colaboração e a resolução de problemas ao analisar interações e padrões de comunicação.
- **Análise do processo criativo:** avaliação do pensamento crítico acompanhando a interação do estudante com ferramentas generativas — prompts, rascunhos e iterações — em vez de apenas os produtos finais.
- **Avaliação por IA adaptativa cultural e linguisticamente:** IA generativa criando itens de teste incorporados a línguas e contextos locais, tornando-os mais válidos e justos.

5.4. Avaliação e IA na prática: o que a IA está fazendo

- **Sistemas de correção automatizada:** uso de IA para pontuar tarefas de múltipla escolha ou dissertativas de forma rápida e consistente, reduzindo a carga de trabalho dos professores.
- **Fiscalização com IA:** monitoramento remoto dos estudantes durante exames online usando webcams e algoritmos para detectar colas; levanta preocupações sobre privacidade e ética.
- **Teste adaptativo computadorizado (CAT):** avaliações que ajustam a dificuldade das questões em tempo real com base nas respostas dos estudantes, fornecendo medições mais precisas.

- **Teste adaptativo multistágio (MSAT):** uma variante do CAT, onde os estudantes avançam por conjuntos de módulos de teste pré-montados com dificuldade crescente ou decrescente.
- **Inteligência Artificial na Educação Desconectada (AIED Unplugged):** abordagens que permitem avaliação com suporte de IA (por exemplo, correção de redações) mesmo em contextos de baixa conectividade, sincronizando dados intermitentemente.
- **Avaliação baseada em jogos:** uso de jogos impulsionados por IA (por exemplo, *Crisis in Space* da ACTNext) para medir colaboração, habilidades socioemocionais ou pensamento crítico.
- **Anos de escolaridade equivalentes (EYOS):** uma métrica que compara os ganhos de aprendizagem de intervenções (como tutoria com IA) com o progresso esperado dos anos tradicionais de escolaridade.

5.7. Conclusão: Traçando um curso para o futuro da avaliação

- **Espelhos cognitivos:** ferramentas de IA concebidas para ajudar os estudantes a refletirem sobre seus próprios processos de pensamento, promovendo a metacognição e a autorregulação.
- **Avaliação como aprendizagem:** um modelo transformador onde a própria avaliação se torna um processo de aprendizagem, e não apenas uma ferramenta de medição.

Capítulo 6: IA e o desenvolvimento docente

6.2. Desafios no desenvolvimento profissional docente

- **Desenvolvimento profissional docente (DPD):** um continuum ao longo da carreira que inclui formação inicial, indução, aprendizagem em serviço, mentoria e oportunidades de liderança para construir e manter a qualidade do ensino.
- **Conhecimento do conteúdo pedagógico (CCP):** conhecimento que integra pedagogia e domínio do conteúdo, permitindo aos professores explicar conceitos de forma eficaz.
- **Profissionalismo colaborativo:** uma cultura na qual os professores se engajam em aprendizagem contínua, colegiada e integrada ao trabalho, co-construindo conhecimentos e práticas.

Três vertentes do letramento em IA para professores:

- 1) **Ensinar sobre IA** — transmitir o conhecimento dos conceitos centrais de IA e suas implicações sociais.
- 2) **Ensinar com IA** — usar ferramentas de IA para aprimorar o ensino.
- 3) **Ensinar contra a IA** — engajar-se criticamente com as limitações, vieses e usos inadequados da IA.

6.3. Como a IA poderia ajudar os professores a desenvolver conhecimentos e habilidades pedagógicas?

6.3.1. Planejamento de aulas e instrução diferenciada

- **Engenharia de prompts pedagógicos:** habilidade dos professores em elaborar prompts que gerem respostas de IA de alta qualidade, pedagogicamente adequadas e contextualmente relevantes.
- **Instrução diferenciada com IA:** uso de ferramentas de IA (por exemplo, Diffit, Eduaide.AI) para gerar tarefas em níveis escalonados e materiais adaptados aos diferentes níveis de preparo dos estudantes.

6.3.2. Orientação pedagógica

- **Orientação pedagógica apoiada por IA:** sistemas de IA que analisam dados de sala de aula (diálogos, gravações) para fornecer feedback personalizado e sensível ao contexto, ajudando os professores a aprimorar sua prática.

6.3.3. Simulações

- **Simulações de ensino com IA:** ambientes interativos com avatares de estudantes gerados por IA que simulam perfis variados de aprendizes, permitindo que os professores ensaiem estratégias em cenários sem riscos.

6.3.4. Desconstruindo a expertise

- **Desconstrução da expertise aumentada por IA:** ferramentas que analisam vídeos/áudios de professores experientes para identificar e anotar estratégias pedagógicas eficazes, tornando a expertise tácita visível para iniciantes.

6.3.5. Aprofundando o conhecimento de conteúdo dos professores

- **Parceiro de diálogo socrático (papel da IA):** IA atuando como parceiro de diálogo, fazendo perguntas instigantes para desafiar a compreensão conceitual dos professores e refinar suas explicações.

6.3.6. Estruturas para o conhecimento docente e IA

- **TPACK (Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e de Conteúdo):** estrutura que descreve o que os professores precisam para integrar a tecnologia de forma eficaz (tecnologia + pedagogia + conteúdo).
- **AIPACK (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo em Inteligência Artificial):** extensão do TPACK, enfocando o conhecimento dos professores para usar a IA de maneira ética e pedagógica.
- **PACK (Conhecimento de Conteúdo Pedagógico em IA):** estrutura proposta que descreve o que as próprias ferramentas de IA devem incorporar (conhecimento pedagógico + conhecimento de conteúdo relevante para os currículos locais).

6.4. Como a IA poderia ajudar os professores em tarefas administrativas?

- **Automação administrativa com IA:** sistemas de IA que reduzem a carga de trabalho dos professores ao gerenciar presença, corrigir tarefas de respostas curtas, redigir relatórios ou gerar comunicações.

6.5. Fomentando o profissionalismo colaborativo

- **Comunidades de Aprendizagem Profissional (PLCs):** grupos de professores focados em reflexão compartilhada, troca de recursos e melhoria pedagógica.
- **PLCs habilitadas por IA:** plataformas (por exemplo, Disco, Playlab.ai, Knowt Agenda Generator) que utilizam IA para agilizar a colaboração, resumir discussões e gerar agendas.

6.7. Conclusão e principais aprendizados

- **Conhecimento pedagógico de conteúdo em IA (AI-PCK):** competência docente proposta envolvendo usos éticos, pedagógicos e específicos da disciplina da IA.
- **Risco de dependência cognitiva:** preocupação de que os professores possam depender excessivamente das ferramentas de IA, enfraquecendo seu julgamento profissional independente e criatividade.
- **Agência docente:** capacidade dos professores de tomar decisões profissionais e informadas; essencial para garantir que a IA complemente, e não substitua, a autonomia do professor.

Capítulo 7: IA e organização e gestão escolar

7.1. Os problemas: liderança escolar e organização escolar no Sul Global

- **Gramática da escolarização:** padrões organizacionais persistentes da educação em massa (horários rígidos, turmas por faixa etária, disciplinas isoladas) que limitam a personalização, a colaboração entre professores e a inovação.
- **Efetividade escolar (nível da escola):** grau em que uma escola atinge objetivos educacionais considerando seu contexto e recursos; relacionada à liderança pedagógica, clima escolar e monitoramento do progresso.
- **Liderança pedagógica (foco do papel):** liderança centrada em melhorar o ensino e a aprendizagem (apoando o desenvolvimento docente, envolvendo famílias, orientando a melhoria escolar), frequentemente prejudicada por sobrecarga administrativa.

7.2. Como a IA pode apoiar uma liderança escolar mais eficaz, empoderada, capacitadora e em rede?

- **Liderança escolar em rede:** utilização de plataformas com suporte de IA para conectar escolas, identificar desafios semelhantes e possibilitar a resolução colaborativa de problemas entre diferentes unidades.
- **Painéis de liderança adaptativa:** ferramentas de IA que sintetizam dados de frequência, aprendizagem e comportamento em insights acionáveis e em tempo real para líderes escolares.

- **Ciclos de retroalimentação participativos:** chatbots, pesquisas automatizadas e análise de sentimentos que coletam e resumem perspectivas de professores, estudantes e pais para informar decisões compartilhadas.
- **Letramento em dados para líderes:** capacidade de interpretar dados de forma ética e precisa para orientar decisões focadas em equidade; fortalecida pela IA, mas dependente de treinamento e contexto.

7.3. O que a IA já está fazendo para apoiar uma melhor liderança escolar? Casos de uso atuais e pesquisas

- **Sistemas de Alerta Precoce (Risco de Evasão):** Modelos de aprendizado de máquina que identificam estudantes em risco ao combinar dados de frequência, desempenho e indicadores contextuais, permitindo intervenções oportunas.
- **Análises Integradas a EMIS:** Integrações que conectam painéis de IA aos Sistemas Nacionais de Gestão da Informação Educacional (EMIS), promovendo a transição de relatórios reativos para melhorias proativas em nível sistêmico.
- **Otimização de Recursos:** Uso de IA para alinhar professores, estudantes e materiais às necessidades existentes (por exemplo, alocação docente, equilíbrio de matrículas e previsão de compras), reduzindo desigualdades e ineficiências.
- **Ciclo de Melhoria Data Wise (com IA):** Processo colaborativo de investigação em oito etapas, aprimorado por painéis de IA para acelerar o uso de evidências e o aperfeiçoamento das práticas pedagógicas.
- **Transformação da Liderança:** Redirecionamento do tempo dos gestores, do trabalho burocrático para o foco pedagógico, à medida que a IA simplifica operações e fortalece a comunicação com equipes escolares e famílias.

7.5. Questões e preocupações éticas

- **Dinâmicas de Poder e Agência Local:** Risco de que sistemas de IA controlados centralmente ampliem o monitoramento hierárquico, limitando o julgamento profissional e a adaptação em nível escolar.
- **Custo e Acessibilidade:** Custos contínuos de infraestrutura, manutenção e capacitação que podem excluir escolas com poucos recursos, a menos que as soluções sejam concebidas para a acessibilidade financeira e o fortalecimento das capacidades locais.
- **Inclusividade e Participação:** Garantia de que a IA amplie, em vez de substituir as relações humanas e a governança escolar democrática, por meio da inclusão intencional de diversos atores interessados.

Capítulo 8: IA e Governança da Educação

8.1. Introdução

- **Governança da Educação:** Conjunto de estruturas, regras e processos dos sistemas educacionais por meio dos quais decisões são tomadas, prioridades são definidas, recursos são alocados e programas são implementados, monitorados e avaliados.
- **Governança da IA na Educação (versus IA na Governança):** Distinção entre
- (a) a regulação do uso da IA na educação (marcos éticos, transparência, prevenção de vieses) e (b) o uso da IA para aprimorar a própria governança dos sistemas educacionais.

- **Recomendação da UNESCO sobre a Ética da IA (2021):** Referencial internacional que estabelece princípios como transparência, responsabilização, inclusão e supervisão humana para o uso da IA na educação.

8.2. O Problema: Governar um Sistema Complexo

8.2.1. Responsabilização

- **Responsabilização (na governança educacional):** Processo de assumir responsabilidade pelas consequências das decisões e ações, especialmente no que se refere à aprendizagem dos estudantes, à alocação de recursos e ao desempenho docente.
- **Formas de Responsabilização (Yan, 2019):**
 - 1) **Escolha e Competição** – por exemplo, vouchers.
 - 2) **Autonomia e Participação** – por exemplo, descentralização e gestão escolar baseada na escola.
 - 3) **Ameaças** – por exemplo, sanções vinculadas a inspeções ou resultados de testes.
- **Responsabilização por Conformidade versus Responsabilização para Melhoria:** Distinção entre a responsabilização utilizada para impor conformidade e a responsabilização voltada a promover aprendizagem e aprimoramento do sistema.

8.2.2. Capacidade

- **Capacidade (na governança):** Conjunto de recursos, competências e habilidades necessárias para que atores em diferentes níveis (individual, organizacional e sistêmico) desempenhem funções de governança de forma eficaz.
- **Dimensões da Capacidade de Política (Wu et al., 2015):** Competências analíticas, operacionais e políticas necessárias para uma governança efetiva.

8.2.3. Uso de Dados e Informações

- **Lacuna entre Política e Prática:** Desconexão entre as intenções das políticas e sua implementação no mundo real (por exemplo, durante a COVID-19, 90% dos países da África Subsaariana adotaram políticas de ensino a distância, porém menos de 30% dos domicílios tiveram acesso a elas).
- **Sistemas de Dados Centrados no Usuário:** Plataformas de dados integradas, em tempo real, acessíveis e de fácil compreensão, projetadas para melhorar a tomada de decisão e a comunicação entre diferentes níveis educacionais.

8.2.4. Gestão e Alocação de Recursos

- **Alocação de Recursos (na governança):** Distribuição de recursos financeiros, pessoal e infraestrutura dentro dos sistemas educacionais para maximizar os resultados de aprendizagem, frequentemente inadequada devido a ineficiências ou prioridades desalinhadas.

8.3. O que a IA pode fazer: aprimorar a governança da educação

- **Processamento de Linguagem Natural (PLN):** Técnicas de IA que permitem aos formuladores de políticas interagir com sistemas de dados usando linguagem cotidiana, em vez de programação técnica.
- **Aprendizado de Máquina (Machine Learning) aplicado à Governança:** Algoritmos que analisam grandes conjuntos de dados, preveem tendências e otimizam decisões com múltiplos objetivos na alocação de recursos e no planejamento.
- **Supervisão Humana no Ciclo (Human-in-the-Loop):** Papel do julgamento humano como editor ou gestor das saídas da IA, garantindo precisão, equidade e coerência antes da implementação das decisões.

8.4. O que a IA está fazendo para aprimorar a governança.

8.4.1. Alocação de Recursos

- **Orçamentação Baseada em Prioridades (com apoio de IA):** Abordagem de governança em que a IA analisa dados de gastos e programas para identificar padrões e alinhar os recursos às prioridades estabelecidas.
- **Algoritmos de Correspondência por IA (Alocação de Professores):** Ferramentas utilizadas para promover uma distribuição mais equitativa de docentes, combinando qualificações, preferências de localização e necessidades das escolas.

8.4.2. Planejamento Estratégico

- **Bússola de Necessidades de Competências (Finlândia):** Ferramenta de previsão do mercado de trabalho baseada em IA que alinha a educação às demandas futuras da força de trabalho.
- **Indicador de Efeito Escola (São Paulo, Brasil):** Medida baseada em IA que compara o desempenho esperado e o desempenho real dos estudantes, controlando fatores socioeconômicos, para identificar o “valor agregado” das escolas.

8.4.3. Monitoramento e Avaliação

- **Plataformas de Feedback Cidadão (por exemplo, GoVocal, Engage Stirling):** Sistemas aprimorados por IA que coletam, analisam e visualizam contribuições da comunidade para o desenho e o monitoramento de políticas educacionais.

- **Gestão Automatizada de Solicitações de Serviços:** Classificação baseada em Processamento de Linguagem Natural de demandas de cidadãos ou partes interessadas para acelerar os tempos de resposta (por exemplo, o sistema AGESIC do Uruguai).

8.5. Conclusão (Principais Conclusões e Ética)

8.5.1. Principais Conclusões

- **Inovação versus Transformação na Governança:** A maioria dos usos atuais da IA tem proporcionado melhorias incrementais nos fluxos de dados e nas análises. A verdadeira transformação, caracterizada por uma governança distribuída, participativa e adaptativa, ainda é rara.

8.5.3. Questões Éticas

- **Vieses e Responsabilização na Governança:** Risco de que a IA oculte ou amplifique as desigualdades, a menos que as ferramentas sejam transparentes, auditadas regularmente e acompanhadas de marcos de equidade (por exemplo, o AIF360 da IBM).
- **Risco de Comercialização:** Tensões entre o interesse público na governança e os algoritmos proprietários e incentivos comerciais de empresas privadas.

Referências

- Carroll, J. B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64(8), 723–733. Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2024). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6(100195), 1–18.
- UNES CO. (2022). K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>
- UNESCO. (2023a). Curriculum in transformation mode: Rethinking curriculum for the transformation of education and education systems. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387188>.
- Wu, X., Ramesh, M., & Howlett, M. (2015). Policy capacity: A conceptual framework for understanding policy competences and capabilities. *Policy and Society*, 34(3–4), 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2015.09.001>.
- Yan, Y. (2019). Making accountability work in basic education: Reforms, challenges and the role of the government. *Policy Design and Practice*, 2(1), 90–102. <https://doi.org/10.1080/25741292.2019.1580131>.

