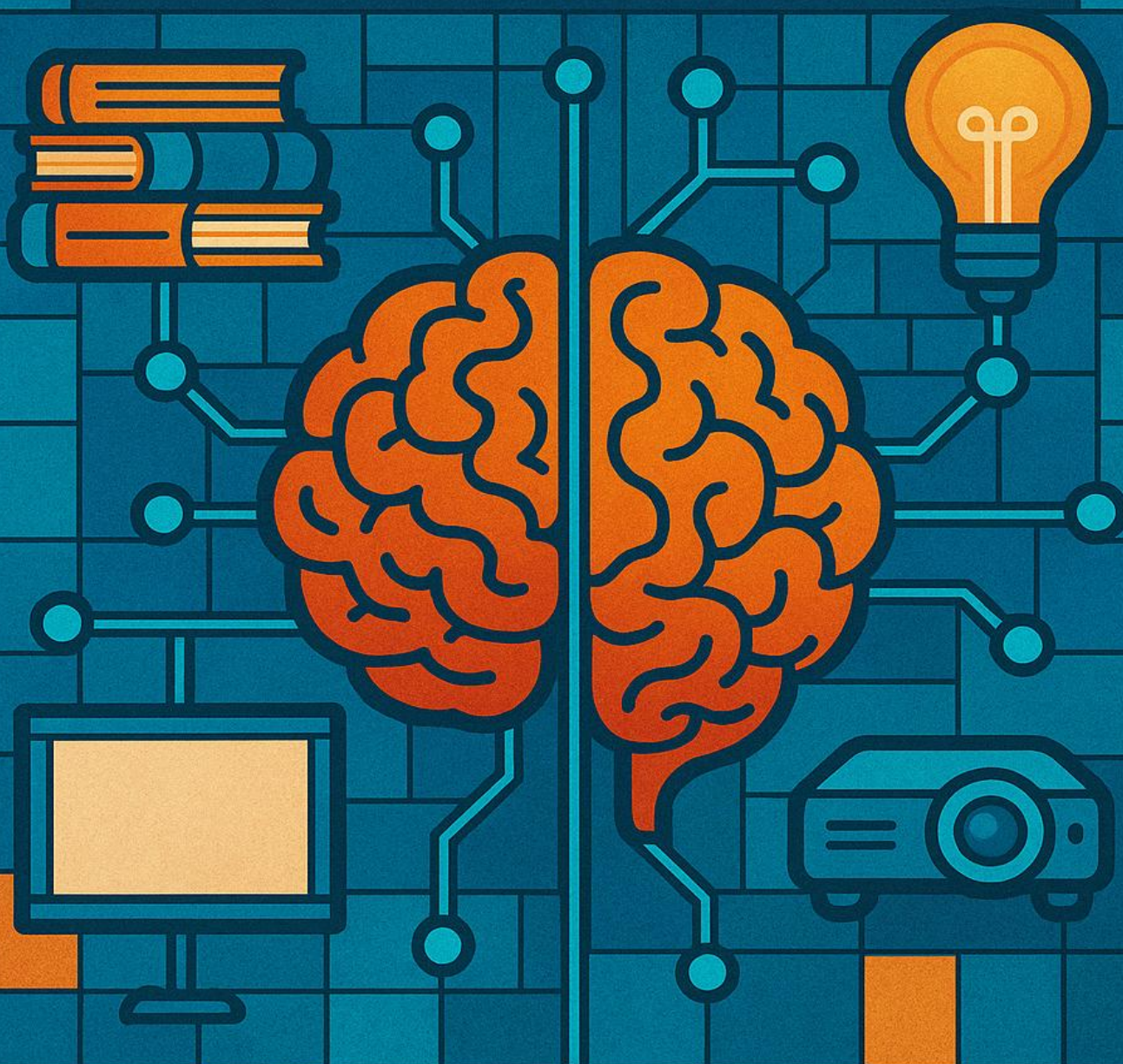


INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM SALA DE AULA

GUIA PRÁTICO PARA EDUCADORES



Stefeson Bezerra de Melo
(Organizador)

Inteligência Artificial em Sala de Aula:

Guia Prático para Educadores

1ª Edição

Inteligência Artificial em Sala de Aula: Guia Prático para Educadores © 2025 by Stefeson Bezerra de Melo e outros autores is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Inteligência Artificial em Sala de Aula: Guia Prático para Educadores

1ª Edição

Autores

Stefeson Bezerra de Melo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Angicos/RN, Brasil

Walter Martins Rodrigues

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró/RN, Brasil

Paulo César Linhares Da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró/RN, Brasil

Antonia Jocivânia Pinheiro

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró/RN, Brasil

Sandra Regina Rocha Mariscal Vargas

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró/RN, Brasil

Simeão Targino da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró/RN, Brasil

Conteúdos

Apresentação.....	5
Capítulo 1 O que são LLMs e como funcionam?.....	7
Capítulo 2 Breve história da IA na educação	8
Capítulo 3 Impactos dos LLMs no ensino e aprendizagem.....	9
Capítulo 4 Desafios éticos e pedagógicos no uso da IA	11
Capítulo 5 Regulamentação e políticas públicas em IA educacional.....	13
Capítulo 6 Prompting educacional: como formular boas instruções para IAs.....	17
Capítulo 7 Criação de materiais didáticos com apoio de IA	20
Capítulo 8 Estratégias de avaliação na era dos LLMs.....	23
Capítulo 9 Personalização da aprendizagem com IA.....	27
Capítulo 10 Possibilidades da LLMs em inclusão e acessibilidade.....	31
Capítulo 11 Integrando IA em escolas com recursos limitados.....	35
Capítulo 12 Projetos interdisciplinares mediados por IA.....	38
Capítulo 13 Formação de professores para o uso crítico da IA	41
Capítulo 14 Comunidades de prática e aprendizagem colaborativa	45
Capítulo 15 Uma reflexão honesta: limitações e lacunas deste guia	49
Referências.....	52

Apresentação

Vivemos um momento singular e desafiador na educação. Em meio a tantas mudanças, a chegada da inteligência artificial (IA) às salas de aula – especialmente por meio dos Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), como o ChatGPT – tem provocado novas formas de ensinar, aprender e refletir sobre o nosso papel como educadores. Não é exagero dizer que estamos diante de uma nova fronteira pedagógica, e ela já começou a ser cruzada nas escolas, mesmo nas mais distantes dos grandes centros.

Foi justamente pensando nisso que este livro surgiu. Como professores do interior do Rio Grande do Norte, acompanhamos de perto a luta diária dos docentes que, com poucos recursos, fazem muito. Esta obra nasceu do desejo de oferecer um guia direto e útil para quem está em sala de aula – especialmente aqueles que ensinam em contextos desafiadores e, ainda assim, seguem firmes, ensinando com paixão e criatividade.

Mais do que falar sobre tecnologia, este livro quer dialogar com a prática real. Trazemos conceitos fundamentais sobre IA, sim, mas também sugestões concretas de aplicação, estratégias adaptáveis e ideias que respeitam a diversidade de contextos que temos no Brasil. Tudo foi pensado com os pés no chão e os olhos voltados para a inclusão, a equidade e principalmente a valorização da autonomia docente.

Sabemos que ensinar com IA não é só dominar uma ferramenta nova. É repensar práticas, reconstruir rotinas e, acima de tudo, refletir sobre os impactos sociais, cognitivos e culturais que essas tecnologias trazem para o ambiente escolar. Por isso, cada capítulo busca equilibrar o aspecto técnico com um olhar pedagógico sensível, que reconhece o valor da escuta, da mediação e do vínculo humano.

Esperamos, sinceramente, que este livro te inspire a experimentar e adaptar, **do seu jeito**, essas novas possibilidades. Que ele contribua para fortalecer **sua voz como educador, sua criatividade e sua coragem de inovar** – mesmo com limitações. A IA não vem para substituir o professor. Vem, sim, para ser ferramenta nas mãos de quem já transforma vidas com a educação todos os dias.

Este livro é gratuito, licenciado sob Creative Commons, e está disponível no repositório EduCAPES. Foi elaborado como parte de um esforço coletivo de disseminar tecnologias educacionais com propósito social, dentro da proposta do Edital InovaEDUCAÇÃO CAPES 2025. Que ele encontre bons caminhos e provoque boas conversas por onde passar.

PARTE I
FUNDAMENTOS DA IA NA EDUCAÇÃO

Capítulo 1

O que são LLMs e como funcionam?

O que são LLMs ?

Modelos de Linguagem de Grande Escala (do inglês *Large Language Models* – LLMs) são sistemas de Inteligência Artificial projetados para compreender, gerar e manipular linguagem natural. Eles são treinados com enormes volumes de dados textuais, como livros, artigos, sites e outros documentos públicos, com o objetivo de aprender padrões linguísticos, contextos e relações semânticas entre palavras e frases (Bommasani et al., 2021).

Esses modelos utilizam arquiteturas de redes neurais profundas, especialmente a arquitetura *Transformer*, que revolucionou o processamento de linguagem natural ao permitir o tratamento simultâneo de todas as palavras de uma sentença, capturando relações de longo alcance entre elas (Brown et al., 2020). Exemplos notáveis de LLMs incluem o ChatGPT (OpenAI), Gemini (Google DeepMind), Claude (Anthropic) e Copilot (Microsoft + GitHub). Cada um desses sistemas representa avanços significativos na capacidade de máquinas processarem e gerarem linguagem humana (Carbonell, 1970).

Como funcionam os LLMs?

O funcionamento dos LLMs baseia-se em modelagem estatística e no aprendizado de padrões linguísticos a partir de grandes conjuntos de dados. Durante o treinamento, o modelo ajusta bilhões (ou até trilhões) de parâmetros para minimizar a diferença entre a previsão feita e o texto real. Ele aprende, por exemplo, que após a palavra "inteligência", é provável vir a palavra "artificial", semelhante ao que o site do Google faz ao digitarmos uma palavra (Brown et al., 2020).

Na prática, esses modelos funcionam como preditores de próxima palavra: dada uma sequência de entrada (chamada *prompt*), o modelo gera a palavra ou sequência mais provável que a seguiria. Esse processo aparentemente simples, quando executado em escala massiva e com arquiteturas sofisticadas, resulta em capacidades impressionantes de geração de texto coerente e contextualmente apropriado (Wei et al., 2022). O treinamento desses modelos envolve uma combinação de técnicas, incluindo aprendizado supervisionado, em que humanos corrigem as saídas do modelo, e aprendizado por reforço com feedback humano (*RLHF*), que recompensa o modelo por respostas úteis, seguras e corretas (Brown et al., 2020).

Capacidades e limitações no contexto educacional

No ambiente educacional, os LLMs demonstram capacidades particularmente úteis: podem gerar material didático personalizado, oferecer feedback textual detalhado, criar atividades pedagógicas diversificadas, simular diálogos educativos, auxiliar na programação e depuração de código, além de realizar traduções e resumos de documentos acadêmicos (Holmes et al., 2019; Pedro et al., 2019; UNESCO, 2021).

No entanto, é necessário compreender suas limitações. Os modelos podem gerar informações falsas com aparente confiança (fenômeno conhecido como "alucinação"), reproduzir vieses presentes nos dados de treinamento, e, apesar de parecerem "inteligentes", não compreendem de fato os conceitos que manipulam (Bender et al., 2021; UNESCO, 2021). Por isso, a verificação humana permanece essencial, especialmente em aplicações críticas como a educação (Yang et al., 2024).

Capítulo 2

Breve história da IA na educação

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação possui uma trajetória ampla e contínua desde as décadas iniciais da computação moderna. Já na década de 1970, surgiram os primeiros Sistemas Tutoriais Inteligentes (STI), como o SCHOLAR, que simulava o comportamento de um tutor humano ao ensinar geografia sul-americana por meio de diálogos em linguagem natural. Esse sistema foi pioneiro ao aplicar regras e conhecimento semântico para interações educacionais (Carbonell, 1970).

Durante os anos 1980 e 1990, a pesquisa avançou com sistemas baseados em conhecimento e regras, como o ANDES e o Cognitive Tutor, que introduziram tutoria passo a passo em áreas como física e matemática (VanLehn, 2011). Ao mesmo tempo, surgiam os primeiros estudos com mineração de dados educacionais e *Learning Analytics*, que buscavam entender padrões de aprendizagem a partir da análise de grandes volumes de dados gerados por estudantes em plataformas digitais (Baker e Inventado, 2014).

Com o desenvolvimento do *Machine Learning* (aprendizado de máquina) nos anos 2000, e mais recentemente com os Modelos de Linguagem Generativos, especialmente com a introdução do GPT-2 em 2018, a IA educativa entrou em uma nova era. Esses modelos permitiram a criação de assistentes educacionais capazes de gerar textos coerentes, responder a dúvidas complexas e personalizar interações em tempo real (Bommasani et al., 2021).

Aplicações atuais e transformações educacionais

Atualmente, estamos diante de uma transformação estrutural no ecossistema educacional: a IA não é apenas ferramenta analítica, mas colaboradora ativa no processo de ensino-aprendizagem. E sistemas de IA são utilizados para:

- Elaborar conteúdos didáticos personalizados;
- Automatizar correções e *feedbacks*;
- Sugerir estratégias pedagógicas;
- Adaptar conteúdos ao ritmo e perfil do aluno (personalização)

Essa evolução aponta para um futuro em que a IA será um mediador cognitivo, complementando o papel do educador e ampliando as possibilidades da aprendizagem híbrida, remota e presencial (UNESCO, 2021).

Desafios educacionais e necessidade de alfabetização em IA

No entanto, a integração da IA na educação enfrenta desafios como a preparação de professores para lidar com tecnologias emergentes, a garantia de equidade no acesso e a mitigação de vieses algorítmicos. Estudos destacam a importância do desenvolvimento de alfabetização em IA (*AI Literacy*), que envolve compreender os fundamentos técnicos, éticos e sociais da tecnologia para seu uso responsável no contexto educacional (Allen et al., 2024; Yang et al., 2024). Além disso, iniciativas como a UNESCO (2023) enfatizam a necessidade de diretrizes claras para o uso ético e inclusivo de IA generativa em sala de aula.

Capítulo 3

Impactos dos LLMs no ensino e aprendizagem

A incorporação dos LLMs no ambiente educacional tem gerado profundas transformações na forma como professores e alunos interagem com o conhecimento. Esses modelos estão provocando uma verdadeira reconfiguração do ecossistema escolar, exigindo uma reflexão crítica e estratégica sobre sua utilização pedagógica (Holmes et al., 2019).

De um lado, esses sistemas de IA oferecem novas possibilidades de personalização do ensino, com adaptações dinâmicas ao perfil do estudante. De outro, trazem desafios éticos, técnicos e pedagógicos que ainda estão sendo mapeados por pesquisadores, educadores e formuladores de políticas públicas (UNESCO, 2021).

Transformações no papel do professor e do estudante

A presença de assistentes inteligentes em sala de aula ou nos ambientes virtuais de aprendizagem desloca o professor de uma função central de transmissor de conteúdo para uma posição de curador e mediador do processo de aprendizagem. A mediação docente passa a ser essencial para garantir que os conteúdos gerados pela IA sejam:

- Coerentes com os objetivos educacionais;
- Adequados ao nível cognitivo dos estudantes;
- Social e eticamente contextualizados.

A IA não substitui o professor, mas amplia suas capacidades, exigindo novos repertórios didáticos e habilidades metacognitivas. Em vez de preparar aulas expositivas estáticas, os docentes podem utilizar os sistemas inteligentes para gerar materiais adaptáveis, simulações, planos de aula, resumos, rubricas de avaliação e até atividades gamificadas (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016).

Já do lado discente, os modelos generativos aumentam o potencial de autonomia na aprendizagem, permitindo ao aluno buscar explicações personalizadas, revisar conteúdos de modo interativo e receber feedback imediato. Isso estimula práticas de aprendizagem ativa, com o estudante participando mais ativamente na construção do conhecimento (Walkington, 2013).

Principais impactos positivos na educação

Entre os benefícios mais evidentes da adoção consciente desses sistemas em contextos escolares e universitários, destacam-se:

- Redução de tempo na produção de material didático: Professores podem gerar rascunhos de planos de aula, questões, resumos e textos complementares com rapidez, economizando tempo para outras tarefas pedagógicas mais complexas (Holmes et al., 2019; Luckin et al., 2016).
- Apoio à inclusão: A IA pode reescrever textos com vocabulário mais simples, gerar traduções automáticas, adaptar conteúdo para alunos com deficiência intelectual ou dificuldades de leitura, e até mesmo gerar versões em Libras ou em áudio para estudantes com deficiência auditiva ou visual (Basham et al., 2020; UNESCO, 2021).
- Estímulo à aprendizagem colaborativa: Ao propor perguntas desafiadoras, facilitar debates e atuar como um parceiro virtual de discussão, os sistemas inteligentes podem promover uma cultura de diálogo e coautoria entre os alunos (Kovari, 2025; Msambwa, 2025).
- Geração de feedback imediato: Estudantes que respondem atividades automatizadas ou desenvolvem textos podem receber sugestões de melhoria em tempo real, o que aumenta a motivação e o engajamento (Luckin et al., 2016).

Além disso, o uso dessas ferramentas permite aos alunos explorarem temas de forma multidisciplinar, buscar relações entre conteúdos e desenvolver uma postura investigativa, que analisam a função dos sistemas de IA no estímulo ao pensamento crítico e à resolução de problemas em ambientes digitais (Holmes et al., 2019).

Riscos e limitações no uso educacional

Apesar dos avanços, esses sistemas não são isentos de problemas. Quando utilizados sem orientação pedagógica clara, podem gerar consequências negativas. Alguns dos principais riscos incluem:

- Uso superficial ou acrítico da IA: Quando usada apenas como "atalho" para tarefas, a IA pode reduzir o esforço cognitivo dos alunos e inibir o desenvolvimento de competências fundamentais, como interpretação, argumentação e criatividade (Bender et al., 2021; Reich, 2020).

- Dependência excessiva dos estudantes: Há risco de que os alunos deixem de buscar fontes confiáveis ou consultar livros e colegas, optando sempre pela resposta da IA, o que compromete sua autonomia crítica (Yang et al., 2024; UNESCO, 2023).

Capítulo 4

Desafios éticos e pedagógicos no uso da IA

A implementação de tecnologias de Inteligência Artificial, especialmente os modelos de linguagem descritos anteriormente, traz consigo um conjunto de desafios éticos que precisam ser enfrentados de forma proativa por educadores, gestores e formuladores de políticas. Esses desafios não são apenas técnicos, mas também filosóficos e sociais, exigindo uma abordagem multidisciplinar e reflexiva (UNESCO, 2021; Allen & Kendou, 2024).

Dilemas éticos fundamentais

Autoria e integridade acadêmica

Um dos desafios mais imediatos que surgiram com a popularização dessas ferramentas na educação foi a questão da autoria e do plágio. Estudantes em todos os níveis de ensino agora podem submeter trabalhos parcial ou inteiramente gerados por IA, levantando questões fundamentais sobre:

- O que significa autoria na era da IA? Quando um texto é coescrito com auxílio de um modelo generativo, quem é o autor?
- Como avaliar a aprendizagem real? Se o produto final não foi inteiramente criado pelo estudante, como mensurar sua compreensão?
- Quais habilidades são realmente importantes? Em um mundo onde máquinas podem gerar conteúdo, quais competências humanas devem ser priorizadas e avaliadas?

Diversas instituições têm respondido a esses desafios com abordagens variadas, desde a proibição total do uso de ferramentas de IA até sua incorporação explícita no processo educativo, com regras claras sobre citação e transparência no uso (Reich, 2020; Yang et al., 2024).

Vieses algorítmicos e representatividade

Conforme explorado no Capítulo 1, esses sistemas são treinados em vastos conteúdos de texto que, inevitavelmente, contêm os vieses históricos, culturais e sociais presentes na linguagem humana. Isso resulta em modelos que podem:

- Reproduzir e amplificar estereótipos de gênero, raça, religião e classe social;
- Representar inadequadamente determinadas culturas ou grupos minoritários;
- Privilegiar perspectivas eurocêtricas em detrimento de visões do Sul Global (Bender et al., 2021; UNESCO, 2021).

A literatura alerta que esses riscos tendem a crescer à medida que os modelos aumentam em escala. No contexto educacional, a curadoria humana continua indispensável para identificar, contextualizar e corrigir tais vieses (UNESCO, 2023).

Privacidade e proteção de dados

A utilização de IA na educação frequentemente envolve o processamento de dados sensíveis de estudantes. Questões críticas incluem:

- Quem tem acesso aos dados gerados pelas interações de estudantes com as ferramentas?
- Por quanto tempo esses dados são armazenados e para quais finalidades?
- Como garantir o direito ao esquecimento de crianças e adolescentes?

A LGPD brasileira (Lei 13.709/2018) e a recomendação sobre Ética da IA da UNESCO oferecem parâmetros, mas sua aplicação prática ainda é incipiente nas escolas (UNESCO, 2021; Brasil, 2018).

Dependência tecnológica e autonomia cognitiva
Quando atividades complexas passam a ser terceirizadas aos sistemas de IA, surge o risco de atrofia de habilidades cognitivas, confiança excessiva e redução do pensamento crítico. Cabe ao docente intervir para que a IA complemente — e não substitua — os processos de investigação, reflexão e autoria (Selwyn, 2019; Yang et al., 2024).

Questões legais e implicações jurídicas da autoria com IA

As questões jurídicas relacionadas à autoria de conteúdos criados com apoio de IA merecem destaque especial no contexto educacional brasileiro. Este aspecto possui implicações diretas tanto para práticas pedagógicas quanto para políticas institucionais.

No Brasil, a questão da autoria de textos criados com apoio de Inteligência Artificial ainda está em construção jurídica e doutrinária. Não existe legislação específica sobre obras produzidas com o uso de IA, criando uma zona cinzenta que educadores e instituições precisam navegar com cautela.

A Lei de Direitos Autorais brasileira (Lei nº 9.610/1998) estabelece claramente que "são autores as pessoas físicas criadoras de obras literárias, artísticas ou científicas". Esta definição cria um princípio fundamental: apenas pessoas físicas podem ser reconhecidas como autoras — máquinas ou sistemas, como a IA, não podem deter autoria ou direitos autorais (Brasil, 1998).

Isso tem várias implicações práticas para o ambiente educacional:

- Responsabilidade pela criação: Quando um estudante utiliza IA para gerar conteúdo, a responsabilidade pela obra final permanece integralmente com o humano que direcionou o processo.
- Necessidade de contribuição intelectual substantiva: Para que um trabalho seja considerado autoral, o estudante deve demonstrar contribuição intelectual significativa além da mera instrução à IA.
- Transparência como requisito ético e legal: A transparência no uso de ferramentas de IA deixa de ser apenas uma questão ética e passa a ter implicações legais potenciais.

Diretrizes institucionais: Instituições educacionais precisam desenvolver políticas claras sobre o uso de IA em trabalhos acadêmicos, considerando tanto questões pedagógicas quanto legais.

Desafios pedagógicos emergentes

Redesenho de avaliações e atividades

Avaliações focadas apenas no produto final tornam-se frágeis diante de ferramentas que geram textos "perfeitos". Mudar a avaliação para alterar os processos — registro de versões, metacognição, revisão por pares — ganha importância estratégica.

Curadoria e verificação de conteúdo

Professores e alunos precisam desenvolver rotinas para checar a exatidão do que a IA fornece. Estratégias de alfabetização em IA incluem: saber formular *prompts* claros, rastrear fontes, comparar múltiplos modelos e identificar "alucinações".

Adaptação à heterogeneidade de acesso

Ferramentas premium podem aprofundar a desigualdade entre escolas públicas e privadas. Políticas públicas devem priorizar soluções abertas e treinamento docente, evitando que a transformação digital agrave divisões regionais e socioeconômicas.

Caminhos para uma integração responsável

1. Formação continuada de professores — Programas específicos de ética digital, design de *prompts* e avaliação crítica de saídas de IA.
2. Transparência algorítmica — Sempre que possível, escolher plataformas que disponibilizem logs de interação, critérios de moderação e opções de *opt-out* de coleta de dados.
3. Políticas institucionais claras — Guias que definam boas práticas de citação, limites de uso e sanções para plágio automatizado.
4. Aprendizagem baseada em projetos — Situações reais que exijam investigação, experimentação e análise multimodal diminuem a tentação de depender exclusivamente da IA.
5. Avaliação formativa — Ênfase em *feedbacks* iterativos e autoavaliação, permitindo que o estudante reflita sobre como e por que utilizou a IA.

Logo percebemos que a presença dessas tecnologias em salas de aula não é tendência passageira, mas o marco de uma nova ecologia cognitiva. Se, por um lado, essas tecnologias ampliam a capacidade de personalizar experiências de aprendizagem, por outro, intensificam dilemas sobre autoria, equidade, privacidade e representação. O futuro da educação mediada pela IA dependerá menos da capacidade computacional das máquinas e mais da competência crítica de quem as utiliza.

Cabe a nós, educadores e pesquisadores, cultivar uma cultura de transparência e uso responsável, onde a IA seja ferramenta de emancipação, não de heteronomia. Somente assim poderemos converter potenciais ameaças em oportunidades de formação integral, apontando para práticas pedagógicas que valorizem a criatividade humana, a diversidade cultural e o compromisso ético com o bem comum (UNESCO, 2021; Yang et al., 2024).

Capítulo 5

Regulamentação e políticas públicas em IA educacional

O cenário regulatório da IA na educação

O uso da IA na educação já está sendo discutido em diversas instâncias nacionais e internacionais, resultando em diferentes abordagens regulatórias e políticas públicas. Essas iniciativas buscam equilibrar a inovação tecnológica com a proteção de direitos fundamentais, especialmente em ambientes educacionais onde estudantes, em particular crianças e adolescentes, podem estar expostos a riscos específicos (UNESCO, 2021; União Europeia, 2024).

Princípios fundamentais das regulamentações em IA educacional

As principais regulamentações de IA na educação, independentemente de sua origem geográfica, compartilham alguns princípios fundamentais:

1. Proteção de dados pessoais e privacidade: Garantia de que informações sensíveis de estudantes e educadores sejam adequadamente protegidas (Brasil, 2018).
2. Transparência algorítmica: Compreensibilidade sobre como decisões são tomadas por sistemas de IA que impactam processos educacionais (UNESCO, 2023).
3. Não-discriminação e equidade: Prevenção contra vieses que possam perpetuar ou amplificar desigualdades sociais no contexto educacional (Bender et al., 2021).
4. Supervisão humana: Manutenção do controle humano significativo sobre sistemas automatizados, especialmente em decisões pedagógicas críticas (UNESCO, 2021).
5. Alfabetização digital: Promoção da compreensão de como a IA funciona e suas implicações para todos os atores do ecossistema educacional (Allen e Kendou, 2024).
6. Responsabilização: Definição clara de responsabilidades quando sistemas de IA geram resultados inadequados ou prejudiciais (Zawacki-Richter et al., 2019).

Marcos regulatórios internacionais

UNESCO: Liderança global em ética de IA na educação

A UNESCO tem desempenhado um papel fundamental no estabelecimento de diretrizes éticas para o uso de IA em contextos educacionais. Em 2021, a organização lançou o documento *"Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial"*, que estabelece princípios fundamentais para o desenvolvimento e uso responsável da IA em diversos setores, incluindo a educação (UNESCO, 2021).

Em setembro de 2023, a UNESCO publicou orientações específicas para IA Generativa na educação e pesquisa, destacando a necessidade de proteger a privacidade dos dados dos estudantes e estabelecer limites de idade para o uso de ferramentas de IA nas escolas. O documento recomenda que governos implementem regulações apropriadas e capacitação docente para garantir uma abordagem centrada no ser humano para o uso de IA Generativa em ambientes educacionais (UNESCO, 2023).

Entre as recomendações específicas da UNESCO para o setor educacional, destacam-se:

- Estabelecimento de limites mínimos de idade (13 anos) para o uso de ferramentas de IA em salas de aula;
- Priorização da proteção de dados e privacidade dos usuários;
- Validação institucional dos sistemas de IA para uso estudantil;
- Desenvolvimento de estruturas de competências em IA para educadores e estudantes;
- Promoção da equidade no acesso às tecnologias de IA, considerando disparidades regionais e socioeconômicas.

União Europeia: AI Act e suas implicações para a educação

A União Europeia está na vanguarda da regulamentação de IA com o *AI Act*, aprovado em 2024 e que entrou em vigor em agosto do mesmo ano, embora suas disposições se tornem plenamente aplicáveis entre fevereiro de 2025 e agosto de 2026, conforme cronograma específico para diferentes aspectos da lei (União Europeia, 2024).

O *AI Act* adota uma abordagem baseada em risco, classificando os sistemas de IA de acordo com o nível de risco que representam para os usuários. No contexto educacional, várias aplicações de IA são classificadas como de "alto risco", incluindo:

- Sistemas utilizados para avaliação de estudantes ou para determinar o acesso a instituições educacionais;
- Ferramentas que tomam decisões sobre o progresso acadêmico ou trajetória educacional dos alunos;

- Sistemas que monitoram o comportamento ou o desempenho dos estudantes de forma automatizada. Para sistemas classificados como de alto risco, o *AI Act* estabelece requisitos rigorosos, como:
- Realização de avaliações de risco antes da implementação;
- Documentação abrangente sobre o desenvolvimento e funcionamento do sistema;
- Transparência para educadores, estudantes e pais sobre as capacidades e limitações dos sistemas;
- Supervisão humana significativa nas decisões automatizadas;
- Robustez técnica para garantir precisidade e segurança.

Além disso, o *AI Act* proíbe completamente certas práticas de IA consideradas de "risco inaceitável", algumas das quais podem ter implicações no contexto educacional, como sistemas que exploram vulnerabilidades de crianças ou que utilizam técnicas subliminares manipulativas (União Europeia, 2024).

Regulamentação no contexto brasileiro

LGPD e suas implicações para a IA educacional

No Brasil, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD — Lei 13.709/2018) constitui a principal estrutura legal com implicações diretas para o uso de IA na educação. Embora não seja uma legislação específica sobre IA, a LGPD impõe limites claros ao uso de dados pessoais, especialmente de crianças e adolescentes em ambientes escolares (Brasil, 2018).

A LGPD estabelece:

- Necessidade de consentimento específico dos pais ou responsáveis para o tratamento de dados de menores de idade;
- Limitações ao processamento automático de dados que possam afetar interesses dos titulares;
- Direito à explicação e revisão de decisões automatizadas;
- Obrigatoriedade de relatórios de impacto à proteção de dados em cenários de alto risco;
- Princípios de minimização de dados e finalidade específica que regulam como as ferramentas de IA podem coletar e processar informações de estudantes.

A Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD) tem ampliado sua atuação regulatória e, conforme sua agenda para 2025, deve intensificar a supervisão de questões relacionadas à IA, com foco especial na regulamentação do tratamento de dados de menores e no direito à revisão de decisões automatizadas que afetam os interesses dos titulares de dados (Brasil, 2023).

O Marco Legal da IA no Brasil

Em dezembro de 2024, o Senado brasileiro aprovou um projeto de lei abrangente estabelecendo um marco regulatório para a inteligência artificial no país. Esta legislação, que agora segue para análise na Câmara dos Deputados, adota uma abordagem baseada em risco similar à da União Europeia, estabelecendo categorias de risco para diferentes aplicações de IA (Brasil, 2023).

De acordo com este projeto, sistemas de IA utilizados em contextos educacionais e de formação profissional são classificados como de "alto risco", especialmente aqueles usados para:

- Verificar acesso a instituições educacionais;
- Avaliar e monitorar estudantes;
- Tomar decisões sobre progressão acadêmica.

Para estes sistemas, o projeto de lei estabelece obrigações mais rigorosas, incluindo:

- Realização de avaliações de impacto algorítmico, que devem ser disponibilizadas publicamente;
- Designação de equipes responsáveis por garantir que o sistema de IA seja informado por perspectivas diversas;
- Implementação de medidas técnicas para auxiliar na explicabilidade dos sistemas.

O projeto também prevê a criação do Sistema Nacional de Regulação e Governança da Inteligência Artificial (SIA), coordenado pela Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD), para supervisionar a implementação da lei (Brasil, 2023).

Desafios e tendências na regulação da IA educacional

Desafios na implementação de políticas públicas

A implementação efetiva de regulamentações de IA na educação enfrenta diversos desafios:

1. Velocidade da inovação tecnológica: A rápida evolução das tecnologias de IA frequentemente supera o ritmo da elaboração regulatória (Kamalov e Santandreu Calonge, 2023).
2. Capacitação institucional: Muitas escolas e redes de ensino não possuem recursos ou expertise para implementar controles rigorosos sobre o uso de IA.

3. Desigualdade digital: Grandes disparidades no acesso à tecnologia podem criar cenários onde as regulamentações beneficiam principalmente instituições com mais recursos (Basham et al., 2020).
4. Equilíbrio entre proteção e inovação: Regular excessivamente pode inibir benefícios educacionais significativos, enquanto regular insuficientemente pode expor estudantes a riscos (Reich, 2020).
5. Coordenação entre diferentes regulamentações: A sobreposição entre regulamentações de proteção de dados, direitos digitais e normas educacionais específicas pode criar complexidades para as instituições (UNESCO, 2023).

Tendências na regulação da IA educacional

A regulamentação da inteligência artificial aplicada à educação é um campo em constante transformação, impulsionado tanto pelo avanço acelerado das tecnologias quanto pelas complexas demandas sociais, pedagógicas e éticas envolvidas. Nesse contexto, algumas tendências emergentes têm ganhado destaque no cenário internacional e devem moldar o futuro da governança da IA educacional.

Uma das principais tendências é a regulação adaptativa, que prevê o desenvolvimento de normas jurídicas e institucionais que evoluem juntamente com a tecnologia. Isso inclui, por exemplo, o uso de *sandboxes* regulatórios — ambientes controlados de teste — que permitem experimentações com inovações educacionais em contextos supervisionados antes de sua ampla adoção (Kamalov e Santandreu Calonge, 2023). Outra tendência relevante é o fortalecimento de processos de certificação e padronização, com a criação de selos de qualidade e critérios técnicos específicos para a validação de ferramentas de IA voltadas à educação, assegurando a conformidade com princípios de segurança, acessibilidade e equidade (Zawacki-Richter et al., 2019).

Para os gestores educacionais que desejam implementar ferramentas de IA de forma responsável e em conformidade com essas regulamentações emergentes, é essencial o desenvolvimento de um planejamento institucional robusto. Esse planejamento começa com a elaboração de uma política institucional clara sobre o uso da IA, que contemple aspectos pedagógicos, éticos e legais. Também é necessário mapear os fluxos de dados, identificando quais informações são coletadas, como são processadas e se há o envolvimento de terceiros. Avaliações de impacto devem ser realizadas previamente à adoção de sistemas que possam afetar diretamente a trajetória escolar dos alunos, especialmente em casos de decisões automatizadas.

A transparência é outro princípio central: estudantes, educadores e famílias devem ser informados sobre quais ferramentas estão sendo utilizadas, quais são suas funcionalidades e limitações, e como os dados estão sendo utilizados. Para isso, é fundamental implementar mecanismos de supervisão humana, especialmente em processos decisórios sensíveis, garantindo que as decisões automatizadas possam ser revistas e contestadas. Paralelamente, torna-se imprescindível investir em capacitação docente, oferecendo formação continuada que aborde não apenas o uso técnico das ferramentas, mas também suas implicações éticas, legais e pedagógicas.

Do ponto de vista macro, educadores e gestores também desempenham um papel importante na formulação de políticas públicas eficazes para a IA na educação. Isso envolve engajamento ativo em consultas públicas, contribuindo com conhecimento prático e experiências reais no momento em que reguladores buscam sugestões da sociedade civil. Também é relevante o compartilhamento de boas práticas e desafios encontrados durante a implementação dessas tecnologias, alimentando a construção coletiva de diretrizes e parâmetros de qualidade. A formação de redes colaborativas, compostas por instituições de ensino, ONGs, universidades e entes públicos, tem se mostrado um caminho promissor para difundir modelos de uso responsável e sustentável da IA.

Além disso, o debate público, ao defender políticas equilibradas que aliem inovação pedagógica à proteção dos direitos dos estudantes, principalmente os mais vulneráveis. Parcerias com universidades e centros de pesquisa são igualmente valiosas, pois permitem avaliar de forma científica os impactos da IA no processo educativo, subsidiando o aperfeiçoamento contínuo das práticas regulatórias.

Em síntese, a regulamentação da IA educacional deve ser compreendida como um esforço multidimensional, que busca equilibrar o estímulo à inovação com a preservação de valores essenciais como equidade, autonomia, privacidade e justiça social. A abordagem regulatória mais promissora não se baseia em proibir ou permitir indiscriminadamente, mas sim em criar condições para que a inteligência artificial amplie as possibilidades pedagógicas, sem comprometer o princípio maior da educação: a formação plena, crítica e autônoma de cada estudante (UNESCO, 2021; Yang et al., 2024).

PARTE II
PRÁTICAS E APLICAÇÕES

Capítulo 6

Prompting educacional: como formular boas instruções para IAs

A arte de conversar com máquinas para fins pedagógicos

Imagine-se diante de um assistente extremamente capaz, mas que precisa de instruções precisas para ajudá-lo da melhor forma possível. Esse é o desafio central do *prompting* educacional: aprender a formular pedidos para ferramentas de IA de modo que as respostas sejam pedagogicamente relevantes e adequadas ao contexto específico de sua sala de aula.

A habilidade de criar bons *prompts* tornou-se tão fundamental quanto saber pesquisar na internet ou preparar uma apresentação. No entanto, diferentemente dessas competências mais estabelecidas, o *prompting* para fins educacionais exige uma compreensão simultânea de princípios pedagógicos e das características específicas dos modelos de linguagem (Allen & Kendou, 2024; Long & Magerko, 2020).

Fundamentos do prompting eficaz

Um *prompt* educacional eficaz funciona como uma ponte entre suas intenções pedagógicas e as capacidades da ferramenta de IA. Para construir essa ponte adequadamente, é essencial compreender que os modelos de linguagem respondem melhor quando recebem contexto suficiente e instruções estruturadas. A qualidade de um *prompt* está diretamente relacionada à clareza com que você comunica três elementos fundamentais: o contexto educacional (quem são seus alunos e o que já sabem), o objetivo pedagógico (o que você quer alcançar) e o formato desejado (como a resposta deve ser estruturada) (Mishra e Koehler, 2006).

Exemplo prático

Prompt vago: "Me ajude a ensinar frações."

Prompt contextualizado: "Preciso explicar frações equivalentes para alunos do 5º ano que já compreendem o conceito básico de fração como parte de um todo. Eles têm dificuldade em visualizar por que $\frac{1}{2}$ é igual a $\frac{2}{4}$. Gostaria de uma explicação que use analogias visuais do cotidiano deles, como pizza ou chocolate, e que inclua uma atividade prática que possam fazer com papel."

Note como o segundo *prompt* fornece informações mais precisas que permitem à IA gerar uma resposta muito mais útil e aplicável. Essa especificidade não é desnecessária – é a diferença entre receber uma resposta genérica e obter material verdadeiramente adaptado à sua realidade.

Estratégias para prompting educacional

O desenvolvimento de bons *prompts* educacionais pode seguir diferentes estratégias, cada uma adequada a objetivos específicos. Uma das mais poderosas é o *prompting* em cadeia, onde você guia a IA através de um raciocínio passo a passo. Essa técnica é particularmente útil quando você quer que a ferramenta demonstre processos de resolução de problemas de forma didática (Kovari, 2025).

Por exemplo, ao invés de simplesmente pedir a solução de um problema matemático, você pode instruir: "*Resolva este problema de regra de três mostrando cada etapa do raciocínio como se estivesse explicando para um aluno do 7º ano. Após cada passo, inclua uma pergunta reflexiva que verifique se o aluno está acompanhando. No final, sugira um problema similar mas com contexto diferente.*"

Outra estratégia é o *prompting* por exemplificação, onde você fornece um modelo do tipo de resposta que espera. Isso é especialmente útil quando você tem um estilo ou formato específico em mente: "*Crie 5 questões sobre probabilidade para o ensino médio seguindo este modelo: Questão exemplo: 'Em uma urna há 3 bolas vermelhas e 4 azuis. Retirando-se 2 bolas consecutivamente, sem reposição, qual a probabilidade de ambas serem da mesma cor? Explique por que precisamos considerar dois casos distintos nesta situação.' As questões devem aumentar gradualmente em complexidade e sempre incluir um elemento que exija explicação conceitual, não apenas cálculo.*"

O processo iterativo de refinamento

Raramente o primeiro *prompt* produz exatamente o que você precisa. O refinamento iterativo é parte natural do processo e não deve ser visto como falha, mas como oportunidade de aprimoramento. Cada interação permite ajustar o foco, adicionar restrições ou expandir possibilidades. Considere este processo de refinamento para criar material sobre o ciclo da água: Primeira tentativa: "*Crie uma explicação sobre o ciclo da água para crianças de 8 anos.*" Após avaliar a resposta, segundo refinamento: "*A explicação está boa, mas muito longa. Preciso de algo mais*

conciso, com no máximo 200 palavras, que use analogias com situações que as crianças vivenciam no dia a dia, como o vapor do banho quente ou a roupa secando no varal."

Terceiro refinamento: "Perfeito, agora adicione 3 perguntas investigativas que as crianças possam responder observando seu próprio ambiente, incentivando-as a fazer pequenos experimentos em casa."

Contextualização e personalização

Um dos maiores potenciais do *prompting* educacional está na capacidade de personalizar conteúdos para realidades específicas. Isso vai além de simplesmente ajustar o nível de dificuldade – trata-se de incorporar elementos culturais, regionais e sociais que tornem o aprendizado mais significativo.

Elemento de Contextualização	Como Incorporar no Prompt
Realidade socioeconômica	"Considerando uma escola pública com recursos limitados..."
Contexto cultural/regional	"Usando exemplos da cultura nordestina/agricultura familiar..."
Diversidade da turma	"Para uma turma com alunos de diferentes níveis de proficiência..."
Conhecimentos prévios	"Sabendo que os alunos já estudaram X mas ainda não viram Y..."
Interesses da turma	"Considerando que a turma demonstra interesse por esportes/tecnologia..."

Essa abordagem alinha-se aos princípios do Design Universal para Aprendizagem (UDL), que prioriza a adaptação de materiais a necessidades individuais (Al-Azawei et al., 2016).

Cuidados éticos e limitações

Ao utilizar *prompting* educacional, é fundamental manter consciência crítica sobre as limitações e potenciais problemas. Modelos de linguagem podem gerar informações imprecisas, especialmente em tópicos especializados ou recentes. Sempre verifique fatos, datas, fórmulas e conceitos científicos antes de utilizar o material em sala de aula (Bender et al., 2021). Além disso, esteja atento aos vieses que podem estar presentes nas respostas. Se você solicitar exemplos de profissões, personagens históricos ou cenários sociais, observe se há representatividade adequada de gênero, etnia e classe social. Quando necessário, inclua no próprio *prompt* instruções para garantir diversidade e inclusão (UNESCO, 2023).

Construindo uma biblioteca de prompts

À medida que você desenvolve experiência com *prompting* educacional, é valioso criar uma biblioteca pessoal de *prompts* eficazes. Organize-os por disciplina, tipo de atividade, nível de ensino ou objetivo pedagógico. Compartilhe os mais bem-sucedidos com colegas e participe de comunidades de prática onde educadores trocam experiências (Wenger-Trayner, 2015).

Categoria	Exemplo de Prompt para Biblioteca
Explicação conceitual	"Explique [conceito] para alunos de [série] que já conhecem [pré-requisito], usando analogias com [contexto familiar]"
Criação de exercícios	"Desenvolva uma série de exercícios sobre [tema] com dificuldade progressiva, incluindo questões de múltipla escolha, dissertativas e resolução de problemas"
Adaptação de conteúdo	"Adapte este texto sobre [tema] para alunos com [necessidade específica], mantendo os conceitos principais mas ajustando vocabulário e estrutura"
Feedback construtivo	"Analise esta resposta de aluno sobre [tema] e forneça feedback construtivo focando em: pontos fortes, conceitos a melhorar, e sugestões específicas de estudo"

Integrando prompting no planejamento pedagógico

O *prompting* educacional não deve ser visto como uma habilidade isolada, mas como parte integral do seu processo de planejamento pedagógico. Ao preparar uma unidade didática, considere em que momentos o uso de IA pode enriquecer a experiência de aprendizagem: na criação de materiais diferenciados, na geração de exemplos contextualizados, no desenvolvimento de avaliações formativas ou no apoio a estudantes com necessidades específicas (Pane et al., 2017; Holmes et al., 2019).

A maestria no *prompting* educacional desenvolve-se com a prática reflexiva. Cada interação com a IA é uma oportunidade de aprender não apenas sobre a ferramenta, mas sobre sua própria prática pedagógica. Quais aspectos de suas instruções precisam ser mais claros? Que tipo de contextualização produz materiais mais relevantes para seus alunos? Como diferentes formulações afetam a qualidade e aplicabilidade das respostas?

Conclusão

O *prompting* educacional representa uma nova competência docente que, longe de substituir habilidades pedagógicas tradicionais, as complementa e potencializa. Dominar essa arte significa expandir suas possibilidades criativas, economizar tempo em tarefas mecânicas e focar no que realmente importa: a interação humana, a mediação do conhecimento e o acompanhamento individualizado de cada estudante (Selwyn, 2019). Como toda habilidade, o *prompting* melhora com a prática consciente e reflexiva. Comece com *prompts* simples, observe os resultados, refine suas abordagens e, gradualmente, desenvolva um repertório rico e personalizado. Lembre-se sempre de que a IA é uma ferramenta a serviço de seus objetivos pedagógicos, não um fim em si mesma.

No próximo capítulo, exploraremos como aplicar essas habilidades de *prompting* na criação colaborativa de materiais didáticos, transformando a maneira como desenvolvemos recursos para nossas aulas.

Capítulo 7

Criação de materiais didáticos com apoio de IA

Transformando o processo de elaboração de materiais

Todo educador conhece a sensação: são 22h de um domingo e você ainda está preparando materiais para a semana seguinte. Entre planos de aula, fichas de exercícios, textos adaptados e avaliações, o tempo dedicado à produção de recursos didáticos frequentemente compete com momentos preciosos que poderiam ser investidos no planejamento pedagógico mais profundo ou no merecido descanso.

É neste contexto que as ferramentas de IA surgem não como substitutas da criatividade docente, mas como parceiras no processo criativo. Assim como um processador de texto não diminuiu a importância do professor na elaboração de materiais, mas facilitou sua produção e edição, os modelos de linguagem oferecem novas possibilidades para criar, adaptar e personalizar recursos educacionais com maior eficiência (Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2019).

A co-criação como novo paradigma

O conceito de co-criação com IA fundamenta-se na ideia de que o melhor material didático surge da combinação entre a capacidade gerativa das ferramentas tecnológicas e o conhecimento pedagógico, contextual e humano do educador. Não se trata de apertar um botão e receber material pronto, mas de estabelecer um diálogo criativo onde você orienta, refina e personaliza as sugestões da IA (Mollick & Mollick, 2023). Esse processo se assemelha mais a trabalhar com um assistente muito capaz, mas que precisa de direcionamento claro, do que simplesmente consultar um banco de recursos prontos. A IA pode gerar rapidamente múltiplas versões de um texto explicativo, mas é você quem decide qual abordagem cabe melhor com seus alunos, que exemplos são mais relevantes para sua comunidade e como estruturar a progressão de dificuldade (Xu et al., 2022; Yang et al., 2024).

Exemplo prático

Uma professora de história precisa criar material sobre a Revolução Industrial para uma turma do 8º ano, e em vez de partir do zero, ela inicia um processo colaborativo:

- Primeira interação: *"Preciso de um texto introdutório sobre a Revolução Industrial para 8º ano. Os alunos já estudaram o feudalismo e as grandes navegações. O texto deve ter cerca de 300 palavras e conectar com a realidade de uma cidade que passou por industrialização recente."*
- Refinamento: *"O texto está bom, mas preciso que enfatize mais os impactos sociais, especialmente as condições de trabalho dos operários. Inclua também uma comparação com as mudanças que nossa cidade viveu com a chegada das fábricas têxteis nos anos 1990."*

Após mais algumas iterações, surge um material que combina precisão histórica, adequação pedagógica e relevância local – algo que nem a IA sozinha nem a professora sem apoio conseguiriam produzir com a mesma eficiência (Kovari, 2025).

Tipos de materiais com IA

A versatilidade das ferramentas de IA permite apoiar a criação de praticamente qualquer tipo de material didático. No entanto, alguns formatos se beneficiam particularmente desta parceria criativa:

- Textos didáticos adaptados: A IA pode reescrever conteúdos em diferentes níveis de complexidade, ajustando vocabulário e estrutura para alunos com variados níveis de proficiência (Gocen e Aydemir, 2020).
- Planos de aula e sequências didáticas: Sugestões de conexões interdisciplinares, atividades variadas e cronogramas realistas considerando limitações de tempo (Mishra e Koehler, 2006).
- Exercícios e atividades: Geração de bancos de questões com níveis progressivos de dificuldade, problemas contextualizados ou roteiros de atividades práticas adaptados aos recursos disponíveis (Patchan e Schunn, 2015).

O processo de desenvolvimento

O desenvolvimento de materiais com IA segue um fluxo que valoriza tanto a eficiência quanto a qualidade pedagógica. Este processo não é linear, permitindo refinamentos contínuos até alcançar o resultado desejado.

Etapa	Ação do Educador	Contribuição da IA	Ponto de Atenção
Planejamento	Define objetivos, contexto e necessidades específicas	Sugere estruturas pedagógicas e disponibiliza modelos adaptáveis	Clareza nos objetivos pedagógicos
Geração inicial	Formula prompt detalhado	Cria primeira versão do material	Especificidade do prompt
Análise crítica	Avalia precisão, adequação e relevância	Oferece alternativa e fundamentação para conceitos apresentados	Verificação de conceitos e fatos
Refinamento	Solicita ajustes específicos	Modifica conforme orientações	Manter foco pedagógico
Personalização	Adiciona elementos locais e experiências próprias	Integra sugestões ao contexto	Autenticidade e relevância
Validação	Testa com pequeno grupo ou revisa com pares	Cria versões personalizadas baseadas no feedback recebido	Feedback prático

Exemplos práticos

Um professor de história querendo criar uma linha do tempo interativa sobre a formação das cidades brasileiras:

- Prompt inicial: *"Crie uma linha do tempo sobre urbanização no Brasil."*
- Refinamento: *"Compare o desenvolvimento de sua cidade com grandes centros urbanos, destacando migração, ciclos econômicos locais e mudanças na paisagem urbana."*

Uma professora de matemática adaptando problemas sobre frações:

- Prompt inicial: *"Problemas sobre divisão de quantidades."*
- Contextualização: *"Inclua divisão de água durante racionamento, fracionamento de terrenos para agricultura familiar e partilha de materiais recicláveis."*

Considerações sobre contexto e equidade

Cada sala de aula representa um universo de experiências, referências e necessidades. O grande potencial da IA está justamente na possibilidade de criar materiais que reflitam e valorizem essa diversidade (Al-Azawei et al., 2016).

A adaptação contextual vai além de simplesmente trocar nomes ou exemplos. Envolve considerar as referências culturais dos estudantes, os recursos disponíveis na comunidade, as questões socioeconômicas e até mesmo os eventos locais recentes que podem servir como pontos de conexão para o aprendizado (Walkington, 2013).

A questão da equidade permeia todo o processo. Ao desenvolver materiais, é essencial verificar se diferentes grupos estão representados nos exemplos, se as situações-problema não reforçam estereótipos e se as atividades podem ser realizadas por estudantes com diferentes recursos em casa (Bender et al., 2021; UNESCO, 2023).

Qualidade e verificação

Por mais sofisticadas que sejam, as ferramentas de IA não são infalíveis. Elas podem gerar informações imprecisas, perpetuar vieses presentes em seus dados de treinamento ou produzir conteúdos gramaticalmente corretos, mas com pouca profundidade pedagógica. Por isso, a verificação cuidadosa é etapa essencial do processo (Bender et al., 2021).

- Checagem de fatos: Datas, fórmulas e eventos históricos devem ser verificados em fontes confiáveis (Yang et al., 2024).

- Avaliação pedagógica: O material promove aprendizagem significativa? Está alinhado às diretrizes curriculares? Estimula pensamento crítico? (Fernandes, 2011; Ausubel et al., 1980) .

Organização e documentação

À medida que você desenvolve proficiência na co-criação com IA, a quantidade de materiais produzidos pode crescer exponencialmente. Estabelecer um sistema de organização desde o início evita retrabalho e permite o compartilhamento eficiente com colegas.

Uma estratégia eficaz é manter um registro dos *prompts* bem-sucedidos junto aos materiais criados. Isso permite não apenas recriar ou adaptar recursos similares no futuro, mas também compartilhar com outros educadores não apenas o produto final, mas o processo que levou até ele (Wenger-Trayner, 2015).

Estrutura de pastas sugerida:

- Disciplina e ano escolar
- Tipo de material (textos, exercícios, projetos)
- Objetivos de aprendizagem
- Nível de dificuldade
- Adaptações específicas (inclusão, contexto cultural)

Colaboração e compartilhamento

O verdadeiro poder da co-criação com IA se multiplica quando educadores compartilham experiências, materiais e estratégias. Criar espaços de colaboração, sejam formais ou informais, permite que inovações individuais beneficiem toda a comunidade educacional (Frehywot et al., 2014; Wenger-Trayner, 2015) . Grupos de professores da mesma disciplina podem estabelecer repositórios compartilhados de *prompts* eficazes. Equipes interdisciplinares podem colaborar na criação de projetos integrados, com a IA ajudando a identificar conexões entre áreas do conhecimento (Dillenbourg, 1999).

Reflexões sobre autoria e criatividade

Uma preocupação legítima que surge com o uso de IA na criação de materiais é a questão da autoria e da criatividade. Quem é o verdadeiro autor de um material co-criado? O uso dessas ferramentas diminui a criatividade do professor?

A experiência prática sugere que, longe de diminuir a criatividade, as ferramentas de IA podem liberá-la. Ao reduzir o tempo gasto em tarefas mecânicas – como formatar exercícios ou criar variações de um mesmo problema – os educadores ganham mais espaço para o pensamento pedagógico criativo (Mollick e Mollick, 2023).

A autoria, neste contexto, reside nas decisões pedagógicas, na curadoria crítica, na adaptação contextual e na orquestração de experiências de aprendizagem. A IA fornece matéria-prima; o educador transforma essa matéria em experiências educacionais significativas (Allen e Kendou, 2024; Yang et al., 2024).

Seguindo em frente

À medida que as ferramentas de IA evoluem e se tornam mais sofisticadas, o processo de criação de materiais didáticos continuará se transformando. No entanto, alguns princípios permanecerão constantes: a centralidade do conhecimento pedagógico, a importância do contexto local e o papel insubstituível do educador como mediador e designer de experiências de aprendizagem (UNESCO, 2021; Selwyn, 2019). O domínio dessas ferramentas não é sobre substituir habilidades tradicionais, mas sobre expandi-las. A IA não substitui o design pedagógico cuidadoso, mas amplia suas possibilidades (Luckin et al., 2016).

O próximo capítulo explorará como estes novos recursos e possibilidades impactam uma das áreas mais desafiadoras da prática docente: a avaliação. Como avaliar em um mundo onde estudantes também têm acesso a ferramentas de IA? Como redesenhar práticas avaliativas para que sejam relevantes e autênticas?

Capítulo 8

Estratégias de avaliação na era dos LLMs

Repensando o significado de avaliar

Um professor de literatura retorna para casa carregando uma pilha de redações sobre *"Dom Casmurro"*. Enquanto se prepara para iniciar as correções, uma dúvida o atormenta: quantos desses textos foram escritos pelos próprios alunos e quantos tiveram ajuda substancial de ferramentas de IA? Mais importante ainda: essa distinção ainda importa? E se importa, como avaliar o que realmente foi aprendido?

Este dilema, cada vez mais comum nas salas de aula, ilustra como os modelos de linguagem estão forçando uma profunda reconsideração de nossas práticas avaliativas. A questão não é mais apenas detectar o uso de IA – tarefa que se torna progressivamente mais difícil – mas repensar fundamentalmente o que queremos avaliar e como fazê-lo de forma autêntica e significativa (UNESCO, 2021; Allen & Kendou, 2024).

O colapso dos formatos tradicionais

A chegada dos LLMs ao cotidiano estudantil tornou obsoletas muitas práticas avaliativas que funcionaram por décadas. Redações, resumos, respostas dissertativas e até mesmo questões objetivas podem agora ser produzidas com qualidade aceitável por sistemas de IA. Esta realidade não representa necessariamente uma crise, mas certamente exige uma transformação (Bender et al., 2021).

Consideremos o exemplo clássico da dissertação argumentativa. Por gerações, este formato serviu para avaliar a capacidade de organização de ideias, argumentação e escrita dos estudantes. Hoje, um LLM pode produzir um texto estruturado, com introdução, desenvolvimento e conclusão, argumentos bem articulados e até mesmo contra-argumentos considerados. O que este texto não contém – e não pode conter – é a experiência vivida, a perspectiva única e as conexões pessoais que apenas um ser humano pode trazer (Yang et al., 2024).

Esta mudança nos convida a questionar: estávamos realmente avaliando aprendizagem ou apenas a capacidade de reproduzir formas e estruturas? Se o segundo, talvez seja hora de evoluir. Se o primeiro, precisamos encontrar maneiras mais autênticas de fazê-lo (Reich, 2020).

Da avaliação de produtos para a avaliação de processos

Uma das transformações mais promissoras na avaliação educacional é a mudança de foco dos produtos finais para os processos de aprendizagem. Em vez de julgar apenas o resultado, passamos a valorizar o caminho percorrido, as tentativas, os erros, as reformulações e, principalmente, a reflexão sobre todo esse percurso (Gulikers et al., 2004).

Uma professora de ciências que, ao invés de solicitar apenas um relatório final sobre um experimento, pede aos alunos que documentem todo o processo: as hipóteses iniciais (mesmo as incorretas), as decisões metodológicas e suas justificativas, os resultados inesperados e como lidaram com eles, as consultas realizadas (incluindo às ferramentas de IA) e como avaliaram a confiabilidade das informações. Este portfólio processual revela muito mais sobre a aprendizagem científica do que qualquer relatório polido poderia mostrar (Pane et al., 2017).

A documentação do processo pode assumir várias formas:

Tipo de Registro	O que Revela	Como Implementar
Diários de aprendizagem	Evolução do pensamento, momentos de revelação, dificuldades superadas	Entradas regulares com prompts reflexivos
Histórico de versões	Como as ideias se desenvolveram e refinaram	Usar ferramentas que salvam revisões ou pedir rascunhos datados
Registros de pesquisa	Fontes consultadas, critérios de seleção, avaliação crítica	Planilha ou documento compartilhado com anotações
Reflexões metacognitivas	Consciência sobre o próprio aprendizado	Questionários periódicos sobre estratégias e desafios

Avaliações autênticas e contextualizadas

Se há algo que as IAs ainda não conseguem replicar com eficácia é a capacidade humana de aplicar conhecimentos em contextos específicos, especialmente quando estes envolvem nuances culturais, emocionais ou éticas complexas. Avaliações autênticas aproveitam esta distinção, propondo desafios que exigem não apenas conhecimento, mas sabedoria situada (Walkington, 2013) .

Um professor de história, por exemplo, em vez de pedir uma dissertação sobre as causas da Segunda Guerra Mundial, pode propor:

"Entreviste três pessoas idosas de sua comunidade sobre suas memórias ou histórias familiares relacionadas ao período da ditadura militar no Brasil. Compare esses relatos com as narrativas oficiais estudadas em aula. Que aspectos da história local não aparecem nos livros? Como os eventos impactaram sua comunidade específica?"

Esta abordagem torna o uso não reflexivo de IA irrelevante. O estudante pode até consultar a ferramenta para contextualização histórica, mas o cerne da avaliação – as entrevistas, as conexões locais, a análise comparativa – exige engajamento pessoal e comunitário que nenhuma IA pode substituir (Xu et al., 2022).

Integrando IA de forma transparente e pedagógica

Em vez de proibir ou tentar detectar o uso de IA, uma abordagem mais produtiva é integrá-la transparentemente no processo avaliativo, transformando-a de problema em oportunidade pedagógica. Isso significa não apenas permitir, mas às vezes exigir o uso de ferramentas de IA, porém com reflexão crítica sobre esse uso (Mollick & Mollick, 2023) .

Considere esta proposta de avaliação para uma aula de literatura:

"Escolha um conto de Machado de Assis e utilize uma ferramenta de IA para gerar três interpretações diferentes da obra. Em seguida:

1. *Analise criticamente cada interpretação, identificando pontos fortes e limitações.*
2. *Consulte pelo menos duas fontes sobre o conto.*
3. *Proponha sua própria interpretação, explicando como ela difere das geradas pela IA.*
4. *Refleta sobre o que este exercício revelou sobre as capacidades e limitações da IA na análise literária."*

Neste formato, o uso da IA não apenas é permitido, mas se torna objeto de estudo e reflexão crítica. Os estudantes desenvolvem letramento em IA enquanto aprofundam sua compreensão literária (Allen & Kendou, 2024) .

Avaliação colaborativa e dialógica

As práticas avaliativas mais inovadoras reconhecem que a aprendizagem é fundamentalmente social. Avaliações colaborativas valorizam a capacidade de construir conhecimento coletivamente, negociar significados e contribuir para o aprendizado mútuo (Dillenbourg, 1999) .

Um projeto colaborativo eficaz pode envolver grupos trabalhando em problemas complexos onde cada membro tem um papel específico, mas interdependente. Por exemplo, numa aula de estudos sociais sobre sustentabilidade urbana:

- Um aluno pesquisa soluções implementadas em outras cidades (podendo usar IA);
- Outro mapeia os problemas específicos do bairro da escola;
- Um terceiro entrevista moradores e autoridades locais;
- O quarto cria visualizações e propostas de intervenção.

A avaliação considera tanto as contribuições individuais quanto a síntese coletiva, valorizando a capacidade de integrar diferentes perspectivas e fontes de informação (Kovari, 2025) .

Feedback como diálogo formativo

Numa era onde respostas instantâneas estão disponíveis via IA, o feedback humano precisa oferecer algo diferente e mais valioso. Em vez de apenas corrigir erros ou atribuir notas, o feedback torna-se um diálogo formativo que:

- Faz perguntas provocativas que expandem o pensamento;
- Conecta o trabalho do aluno a contextos mais amplos;
- Sugere direções para exploração futura;
- Reconhece esforço e progresso, não apenas resultado;
- Oferece perspectivas que a IA não poderia fornecer (Dawson, 2020) .

Um exemplo de feedback dialógico:

"Sua análise da relação entre urbanização e degradação ambiental está bem fundamentada. Notei que você usou dados globais — como isso se manifesta especificamente em nossa cidade? Você mencionou soluções tecnológicas, mas quais seriam as implicações sociais dessas mudanças? Sua avó, que você mencionou morar no bairro há 50 anos, como descreveria essas transformações?"

O papel das rubricas multidimensionais

Para avaliar processos complexos e multidisciplinares, precisamos de instrumentos igualmente sofisticados. Rubricas multidimensionais permitem valorizar diferentes aspectos da aprendizagem simultaneamente:

Dimensão	Nível Inicial	Nível Intermediário	Nível Avançado
Uso crítico de fontes (incluindo IA)	Aceita informações sem verificação	Verifica fatos básicos	Triangula fontes, identifica vieses, questiona limitações
Contextualização	Aplica conceitos genericamente	Faz conexões com contexto local	Integra múltiplos contextos, identifica padrões
Reflexão metacognitiva	Descreve o que fez	Analisa escolhas e dificuldades	Avalia estratégias, propõe melhorias, transfere aprendizados
Originalidade de pensamento	Reproduz ideias existentes	Combina ideias de forma nova	Gera insights originais, propõe soluções inovadoras

Preparando estudantes para um mundo com IA

A avaliação na era dos LLMs não pode ignorar que os estudantes viverão e trabalharão em um mundo onde essas ferramentas serão usadas. Portanto, parte de nossa responsabilidade é avaliar (e desenvolver) competências relevantes para esse contexto:

- Curadoria e verificação: Capacidade de avaliar criticamente informações de múltiplas fontes;
- Prompt crafting: Habilidade de formular questões e instruções eficazes;
- Síntese humano-IA: Integrar contribuições de IA com *insight* humano;
- Julgamento ético: Decidir quando e como usar IA apropriadamente;
- Metacognição aumentada: Refletir sobre o próprio processo de aprendizagem com ferramentas (Long e Magerko, 2020) .

Estas competências podem ser explicitamente incluídas em rubricas e critérios avaliativos, preparando estudantes não para um mundo sem IA, mas para um mundo onde a colaboração humano-IA é a norma (Yang et al., 2024).

Questões de equidade e acesso

A transformação das práticas avaliativas deve considerar cuidadosamente questões de equidade. Nem todos os estudantes têm o mesmo acesso a ferramentas de IA, dispositivos ou conexão estável. Avaliações que pressupõem acesso igual à tecnologia podem inadvertidamente ampliar desigualdades existentes.

Estratégias para promoção de equidade incluem:

- Oferecer alternativas para estudantes sem acesso doméstico à tecnologia;
- Disponibilizar tempo e recursos na escola para uso de ferramentas;
- Valorizar igualmente abordagens com e sem uso de IA;
- Focar em competências transferíveis, não em ferramentas específicas;
- Reconhecer diferentes formas de demonstrar aprendizagem.

Políticas institucionais e integridade acadêmica

As instituições educacionais precisam desenvolver políticas claras, mas flexíveis, sobre o uso de IA em contextos avaliativos. Em vez de abordagens punitivas baseadas em detecção e proibição, políticas eficazes:

- Definem expectativas transparentes sobre uso aceitável;
- Educam sobre citação e atribuição quando IA é utilizada;
- Distinguem entre colaboração produtiva e desonestidade acadêmica;
- Evoluem conforme a tecnologia e compreensão pedagógica avançam;
- Envolvem estudantes na criação dessas políticas (UNESCO, 2023) .

Uma abordagem promissora é o "*Contrato de Aprendizagem com IA*", onde professor e alunos negociam coletivamente como as ferramentas serão utilizadas em diferentes tipos de atividades, criando corresponsabilidade e transparência (Wenger-Trayner, 2015) .

O futuro da avaliação educacional

À medida que avançamos, algumas tendências emergem na evolução das práticas avaliativas:

- Avaliação contínua e adaptativa: Em vez de momentos pontuais de teste, sistemas que acompanham o progresso continuamente, adaptando desafios ao nível de desenvolvimento de cada estudante (Pane et al., 2017) .
- Portfólios digitais ricos: Coleções multimídia que documentam a jornada de aprendizagem, incluindo reflexões, iterações e colaborações (Gulikers et al., 2004) .
- Avaliação por competências: Foco em habilidades complexas demonstradas em contextos variados, não em conhecimento compartimentalizado (Zawacki-Richter et al., 2019) .
- Autoavaliação aumentada: Ferramentas que ajudam estudantes a refletir sobre e documentar seu próprio progresso de forma mais sofisticada (Dawson, 2020) .
-

Transformando desafios em oportunidades

A chegada dos LLMs ao contexto educacional pode ser vista como uma crise das práticas avaliativas tradicionais ou como uma oportunidade há muito necessária de repensar o que realmente importa na educação. Se escolhermos a segunda perspectiva, podemos usar este momento para:

- Valorizar o que é humano na aprendizagem;
- Desenvolver formas mais autênticas de demonstrar compreensão;
- Preparar estudantes para um futuro de colaboração humano-IA;
- Reduzir a ênfase em memorização em favor de aplicação criativa;
- Tornar a avaliação mais formativa e menos classificatória (UNESCO, 2021; Holmes et al., 2019) .

A avaliação sempre foi sobre muito mais do que atribuir notas. É sobre compreender, apoiar e certificar aprendizagem. Em um mundo onde as respostas estão a um *prompt* de distância, talvez finalmente possamos focar no que realmente importa: a capacidade de fazer as perguntas certas, de conectar conhecimento com sabedoria, e de aplicar aprendizagem em contextos complexos e mutáveis.

Capítulo 9

Personalização da aprendizagem com IA

O sonho antigo e as novas possibilidades

Desde que a educação formal existe, educadores têm sonhado com a possibilidade de atender às necessidades individuais de cada estudante. Qualquer professor experiente sabe que numa turma de trinta alunos existem trinta maneiras diferentes de aprender, trinta ritmos distintos, trinta conjuntos únicos de interesses e experiências prévias (Holmes et al., 2019).

A chegada das ferramentas de IA ao contexto educacional reacende esse sonho antigo com novas possibilidades. Pela primeira vez, temos tecnologias capazes de adaptar conteúdo, ritmo e abordagem para diferentes perfis de aprendizes em escala. Mas será que isso significa que finalmente alcançaremos o ideal da educação verdadeiramente personalizada? E, mais importante, o que realmente queremos dizer com "personalização" em um contexto educacional?

Compreendendo as dimensões da personalização

A personalização da aprendizagem não é um conceito único e amarrado. Ela se manifesta em múltiplas dimensões que, juntas, criam experiências educacionais mais alinhadas às necessidades individuais (Walkington, 2013).

Consideremos a história de uma estudante do 9º ano com facilidade para matemática abstrata, mas dificuldades com interpretação de texto. Em uma abordagem tradicional, ela receberia o mesmo material de matemática que seus colegas – possivelmente ficando entediada – e lutaria sozinha com os textos de literatura. Com ferramentas de IA mediando parte do processo, sua experiência pode ser diferente:

- Em matemática, enquanto a turma trabalha com equações de primeiro grau, e ela recebe problemas que integram conceitos de segundo grau, apresentados em formatos que exigem menos leitura extensiva.
- Quando precisa ler textos complexos para outras disciplinas, a ferramenta de IA ajuda a criar versões com vocabulário adaptado ou resumos estruturados que ela pode consultar.
- Mais importante: o sistema registra seus padrões de dificuldade, permitindo que o professor compreenda melhor suas necessidades e intervenha de forma mais precisa.

Este exemplo ilustra como a personalização vai além de simplesmente ajustar dificuldade. Ela envolve adaptar formato, contexto, suporte e ritmo de acordo com o perfil completo do estudante (Al-Azawei et al., 2016).

O papel transformado do professor

Um equívoco comum é imaginar que a personalização mediada por IA diminui a importância do professor. Na realidade, ela transforma e potencialmente amplifica seu papel. Livre de algumas tarefas mecânicas – como criar múltiplas versões de exercícios ou corrigir atividades padronizadas – o educador pode focar no que as máquinas não podem fazer: compreender o contexto emocional, social e cultural de cada aluno, fazer conexões inesperadas, inspirar, acolher e desafiar de formas genuinamente humanas (Woolf, 2009).

Tomemos como exemplo um professor que leciona ciências para turmas do ensino fundamental. Antes, ele gastava horas criando fichas de exercícios diferenciadas para seus alunos com diferentes níveis de proficiência. Agora, utiliza IA para gerar rapidamente essas variações, mas seu tempo "economizado" é reinvestido em algo mais valioso: conversas individuais com estudantes sobre seus interesses científicos, pequenos grupos de investigação sobre questões que surgiram espontaneamente em aula, e o desenvolvimento de projetos que conectam ciência com as realidades locais de sua comunidade (Luckin et al., 2016). A tecnologia não substituiu o professor; ela amplificou sua capacidade de ser o educador que sempre quis ser.

Modelos práticos de implementação

A personalização com apoio de IA pode assumir diferentes formas, dependendo do contexto, recursos e objetivos pedagógicos. Não existe um modelo único que funcione para todas as situações, mas alguns padrões emergentes têm mostrado resultados promissores.

O modelo de tutoria complementar funciona bem em contextos onde os estudantes têm acesso a dispositivos fora do horário escolar. Aqui, ferramentas de IA atuam como tutores disponíveis 24/7, oferecendo explicações adicionais, prática extra ou aprofundamento conforme necessário (VanLehn, 2011). Uma estudante que não compreendeu completamente o conceito de fotossíntese na aula pode, em casa, interagir com um LLM que oferece explicações alternativas, analogias diferentes ou questões guiadas que a ajudam a construir compreensão.

O sucesso deste modelo depende crucialmente de orientação: estudantes precisam aprender não apenas a usar as ferramentas, mas a fazer perguntas produtivas, avaliar respostas criticamente e reconhecer quando precisam buscar ajuda humana (Long & Magerko, 2020) .

A integração em sala de aula representa outro modelo, onde a IA é incorporada diretamente às atividades regulares. Isso pode acontecer através de estações de aprendizagem, onde grupos rotacionam entre atividades diferentes, algumas mediadas por tecnologia. Ou através de momentos específicos onde toda a turma utiliza ferramentas de IA para explorar conceitos de formas personalizadas. Numa aula de história sobre a Revolução Industrial, por exemplo:

- Enquanto todos estudam o mesmo período, cada estudante pode explorar aspectos diferentes baseados em seus interesses: alguns focam nas inovações tecnológicas, outros nas mudanças sociais, outros ainda nas consequências ambientais.
- A IA ajuda fornecendo recursos adaptados para cada foco, permitindo que o professor circule oferecendo suporte mais direcionado (Kovari, 2025) .
-

Equilibrando personalização e experiência coletiva
Um desafio na implementação da personalização é manter o equilíbrio entre atendimento individual e experiência coletiva de aprendizagem. A educação não é apenas sobre aquisição individual de conhecimento; é também sobre aprender a viver, trabalhar e criar coletivamente (Dillenbourg, 1999) .

Aspectos Individualizados	Aspectos Coletivos	Como Equilibrar
Ritmo de aprendizagem	Projetos colaborativos	Momentos de convergência planejados
Nível de desafio	Discussões em grupo	Papéis diferenciados em atividades conjuntas
Estilo de apresentação de conteúdo	Construção social de significado	Compartilhamento de descobertas individuais
Interesses temáticos	Objetivos curriculares comuns	Projetos que integram interesses diversos

Numa disciplina de português, por exemplo, permite que estudantes escolham diferentes obras literárias baseadas em seus interesses e níveis de leitura (com sugestões personalizadas via IA), mas todos participam de discussões sobre temas universais presentes nas diferentes obras. As ferramentas de IA ajudam criando conexões temáticas entre os diferentes textos, permitindo conversas ricas mesmo com leituras diversificadas.

Desafios práticos e éticos
A implementação da personalização via IA enfrenta desafios significativos que precisam ser abordados cuidadosamente. Um dos mais prementes é a questão da equidade de acesso. Em um país com profundas desigualdades digitais como o Brasil, há o risco real de que a personalização tecnológica amplifique disparidades existentes.

Escolas sem infraestrutura adequada ou estudantes sem acesso doméstico à internet podem ficar ainda mais para trás se a personalização for concebida apenas em termos digitais. Por isso, é necessário desenvolver estratégias que funcionem em diferentes contextos:

- Modelos híbridos que combinam tecnologia com materiais impressos personalizados;
- Uso estratégico de recursos compartilhados e laboratórios;
- Foco em momentos de qualidade sobre quantidade de acesso;
- Desenvolvimento de habilidades metacognitivas que transcendem ferramentas específicas.

Outro desafio é o risco de criar "bolhas de filtro" educacionais, onde estudantes são expostos apenas a conteúdos e abordagens que se alinham com seus perfis identificados. Um sistema que sempre oferece textos mais simples para um aluno com dificuldades de leitura pode inadvertidamente limitar seu desenvolvimento. É essencial incluir momentos de desafio calibrado e exposição à diversidade (Bender et al., 2021) .

Dados e privacidade
A personalização eficaz depende de dados sobre os estudantes – seus padrões de aprendizagem, preferências, dificuldades e sucessos. Isso levanta questões importantes sobre privacidade, consentimento e controle.

- Princípios éticos para uso de dados em personalização educacional incluem:
1. Transparência sobre que dados são coletados e como são usados;
 2. Controle do estudante/família sobre seus próprios dados;

3. Uso exclusivo para fins pedagógicos, nunca comerciais ;
4. Direito ao esquecimento – dados não devem seguir estudantes indefinidamente;
5. Envolvimento de estudantes como parceiros na interpretação de seus próprios dados (Brasil, 2018; UNESCO, 2023) .

Nesse sentido, como exemplo pode ser implementada uma "conferência de dados" trimestral, onde estudantes analisam seus próprios padrões de aprendizagem registrados pelo sistema e, junto com professores, definem metas e estratégias personalizadas. Os estudantes não são objetos passivos da personalização, mas agentes ativos em seu design (Wenger-Trayner, 2015) .

Personalização para inclusão

Talvez o aspecto mais promissor da personalização mediada por IA seja seu potencial para tornar a educação mais inclusiva. Estudantes com necessidades específicas – sejam deficiências, transtornos de aprendizagem ou diferenças neurodiversas – podem se beneficiar de adaptações que antes eram logisticamente impossíveis (Basham et al., 2020) .

Um estudante com dislexia severa, costumava lutar com textos extensos em todas as disciplinas. Agora, ferramentas de IA ajudam a criar versões de textos com fontes especiais, espaçamento adaptado e estrutura visual otimizada para suas necessidades. Mais significativo ainda: o sistema pode converter textos em áudio com vozes naturais, permitindo que o estudante acesse conteúdos complexos através de sua modalidade preferencial de aprendizagem (Rello e Bigham, 2013) .

Desenvolvendo competências para um mundo personalizado

À medida que a personalização se torna mais comum, não apenas na educação, mas em muitos aspectos da vida digital, precisamos ajudar estudantes a desenvolver competências para navegar estes ambientes de forma crítica e autônoma:

- Autoconhecimento como aprendiz : Compreender os próprios padrões, preferências e desafios de aprendizagem. Isso vai além de rótulos como "visual" ou "auditivo", envolvendo reflexão sofisticada sobre o que funciona em diferentes contextos (Mishra e Koehler, 2006) .
- Agência sobre a própria personalização : Capacidade de fazer escolhas informadas sobre como querem que sua experiência seja personalizada, incluindo quando preferem desafios sobre conforto (Allen e Kendou, 2024) .
- Compreensão crítica de algoritmos : Entendimento básico de como sistemas de personalização funcionam, seus benefícios e limitações, incluindo questões de viés e bolhas de filtro (Yang et al., 2024) .
- Habilidades de despersonalização : Saber quando e como "sair da bolha", buscar perspectivas diferentes e se expor a conteúdos desafiadores ou desconfortáveis de forma produtiva (UNESCO, 2021) .

O futuro da personalização educacional

Olhando adiante, algumas tendências emergem no horizonte da personalização educacional:

- Modelos de IA mais sofisticados prometem personalização que vai além de conteúdo e ritmo, adaptando até mesmo estratégias pedagógicas e abordagens motivacionais. Sistemas futuros podem reconhecer não apenas o que um estudante sabe, mas como está se sentindo, ajustando tanto o desafio cognitivo quanto o suporte emocional (Kamalov & Santandreu Calonge, 2023) .
- Integração de múltiplas modalidades – texto, voz, vídeo, realidade aumentada – permitirá experiências de aprendizagem que se adaptam não apenas ao nível cognitivo, mas ao contexto físico e momento do dia. Um conceito de física pode ser explorado através de simulação interativa pela manhã na escola e revisitado via podcast durante o trajeto para casa (Xu et al., 2022) .
- Ecossistemas de aprendizagem conectados prometem personalização que transcende as paredes da escola. Museus, bibliotecas, espaços maker e até ambientes de trabalho podem se tornar parte de uma rede personalizada de aprendizagem, com a IA ajudando a criar conexões e trajetos individualizados através desses diferentes espaços (Popovic et al., 2025) .

Personalização com propósito

No entanto, em meio a todo esse potencial tecnológico, é preciso manter clareza sobre o propósito da personalização. Não se trata de criar experiências educacionais perfeitamente confortáveis onde estudantes nunca encontram frustração ou desafio. Nem de otimizar métricas de engajamento como se educação fosse entretenimento (Reich, 2020) .

O propósito da personalização educacional é criar condições onde cada estudante possa desenvolver seu potencial máximo enquanto aprende a contribuir para o bem comum. É sobre remover barreiras desnecessárias

enquanto mantém desafios produtivos. É sobre respeitar diferenças individuais enquanto cultivamos capacidades compartilhadas (UNESCO, 2021) .

A verdadeira medida do sucesso da personalização não será o quanto conseguimos adaptar a educação a cada indivíduo, mas o quanto conseguimos ajudar cada indivíduo a se adaptar a um mundo complexo e interconectado, mantendo sua singularidade enquanto desenvolve empatia e colaboração (Yang et al., 2024) .

Reflexões para a prática

Para educadores considerando implementar ou aprofundar práticas de personalização com apoio de IA, algumas reflexões podem guiar o processo:

- Como posso usar a personalização para ampliar possibilidades, não limitar horizontes?
- De que formas a tecnologia pode me ajudar a conhecer melhor meus alunos como indivíduos completos?
- Como manter experiências compartilhadas significativas enquanto atendo necessidades individuais?
- Que competências meus alunos precisam desenvolver para serem agentes de sua própria personalização?
- Como garantir que a personalização promova equidade, não amplifique desigualdades?

O próximo capítulo explorará um aspecto particularmente promissor da IA na educação: seu potencial para promover inclusão e acessibilidade. Como podemos usar essas ferramentas para derrubar barreiras que historicamente excluíram tantos estudantes de experiências educacionais plenas? Como garantir que os benefícios da IA cheguem justamente àqueles que mais precisam? Essas são questões que examinaremos a seguir.

Capítulo 10

Possibilidades da LLMs em inclusão e acessibilidade

Democratizando o acesso ao conhecimento

A educação inclusiva não é apenas um direito fundamental, mas uma condição essencial para a construção de uma sociedade mais justa e equitativa. Historicamente, estudantes com deficiências, transtornos de aprendizagem, diferenças linguísticas ou culturais e outras necessidades específicas enfrentaram barreiras significativas no acesso pleno às oportunidades educacionais. Os Modelos de Linguagem de Grande Escala (*Large Language Models* – LLMs) e outras tecnologias de Inteligência Artificial (IA) apresentam um potencial transformador para superar muitas dessas barreiras, democratizando o acesso ao conhecimento e personalizando experiências de aprendizagem (Basham et al., 2020). Entretanto, é crucial reconhecer que essas mesmas tecnologias podem inadvertidamente criar novas formas de exclusão se não forem implementadas com intencionalidade inclusiva. Este capítulo explora como educadores podem aproveitar o potencial inclusivo dos LLMs, mitigando seus riscos e limitações (UNESCO, 2021).

LLMs como ferramentas de acessibilidade

Os LLMs podem ser aliados na promoção da acessibilidade em diversos contextos. Para estudantes com deficiência visual, eles transformam a experiência educacional ao gerar descrições detalhadas e pedagogicamente relevantes de recursos visuais, converter materiais imagéticos em texto compatível com leitores de tela, adaptar instruções com componentes visuais para versões acessíveis e oferecer orientação pedagógica específica aos educadores. Um exemplo prático seria um educador solicitar a um LLM a descrição minuciosa de um gráfico complexo sobre mudanças climáticas, detalhando dados e padrões visuais, o que permitiria a um estudante com deficiência visual acessar as mesmas informações que seus colegas (Rello & Bigham, 2013).

No apoio a estudantes com deficiência auditiva, os LLMs podem transcrever conteúdo audiovisual, como vídeos e podcasts, em texto. Podem também simplificar a linguagem de textos complexos, adaptando-os para estruturas mais diretas, o que beneficia especialmente estudantes que têm o português escrito como segunda língua. Além disso, auxiliam na geração de glossários técnicos com explicações visuais e contextualizadas e facilitam a comunicação entre estudantes surdos e ouvintes em ambientes colaborativos. Em uma aula de literatura, por exemplo, um docente pode usar um LLM para criar resumos estruturados de obras complexas, com linguagem direta e explicações de metáforas e referências culturais, apoiando estudantes que utilizam Libras como primeira língua (UNESCO, 2023).

Estudantes com dificuldades de leitura e escrita, como aqueles com dislexia ou disortografia, também podem se beneficiar significativamente. Os LLMs permitem a reorganização visual de textos com formatação adaptada (espaçamento, fonte, organização otimizados), a apresentação do mesmo conteúdo em múltiplos formatos (texto, áudio, mapas conceituais) e o auxílio na organização textual e estruturação de ideias antes da escrita. Além disso, oferecem suporte à verificação contextualizada que vai além da correção ortográfica, identificando inconsistências de sentido. Um estudante com dislexia, por exemplo, poderia utilizar um LLM para converter textos longos em mapas mentais estruturados ou para receber feedback formativo sobre seus textos que foque no desenvolvimento das ideias, não apenas em questões formais (Al-Azawei et al., 2016).

Para estudantes neurodivergentes, incluindo aqueles com TDAH ou Transtorno do Espectro Autista (TEA), os LLMs oferecem suporte especializado. Eles podem reorganizar instruções complexas, decompondo tarefas em passos gerenciáveis e claros, adaptar materiais para diferentes níveis de estímulo sensorial, oferecer explicações literais e concretas para clarificar linguagem figurada, implícitos sociais e ambiguidades, e fornecer ferramentas que auxiliam no planejamento, monitoramento e revisão de trabalhos, apoiando a autorregulação. Para um estudante com TEA, um LLM pode explicar normas sociais implícitas em um texto literário ou reformular instruções vagas em diretrizes específicas (Yang et al., 2024).

Em contextos multilíngues, os LLMs facilitam a inclusão ao realizar traduções pedagógicas que convertem materiais para as línguas maternas dos estudantes, preservando nuances pedagógicas. Eles podem fornecer recursos personalizados para o aprendizado de segunda língua, conectando novos conceitos aos conhecimentos na língua materna, oferecer instruções bilíngues que permitem a construção de pontes entre línguas e valorizar conhecimentos culturais ao incorporar referências culturalmente relevantes para diferentes comunidades linguísticas. Numa escola que recebe estudantes imigrantes ou indígenas, por exemplo, um LLM pode traduzir materiais didáticos, gerando versões que não apenas traduzem a língua, mas também adaptam exemplos para o contexto cultural (UNESCO, 2021).

Exemplo

prático:

Uma professora de ciências utilizou um LLM para transformar uma sequência didática sobre o ciclo da água em três versões complementares:

1. Texto simplificado com vocabulário acessível e marcações visuais, beneficiando estudantes com dislexia.
2. Áudio narrado com descrições detalhadas, permitindo que estudantes com deficiência visual compreendessem os processos.
3. Mapa conceitual bilíngue (português e língua indígena local), conectando o conhecimento científico aos saberes tradicionais.

O resultado foi maior engajamento e compreensão profunda do conteúdo por todos os estudantes, independentemente de suas necessidades específicas (UNESCO, 2023).

Estratégias para implementação inclusiva

Para maximizar o potencial inclusivo dos LLMs, é necessário uma personalização direcionada a necessidades específicas. Isso envolve:

1. Identificação precisa de obstáculos educacionais para cada estudante.
2. Personalização de intervenções com adaptações específicas, evitando soluções genéricas.
3. Construção de autonomia ao ensinar os estudantes a utilizarem ferramentas de IA para sua própria autodeterminação (Allen & Kendou, 2024).

Um aspecto importante é o *prompting* inclusivo, que consiste em orientar os LLMs para a acessibilidade. Desenvolver *prompts* específicos para necessidades individuais é uma habilidade valiosa. Alguns princípios incluem:

- Especificar claramente a necessidade do aluno.
- Incluir informações sobre recursos disponíveis no ambiente escolar.
- Explicitar o objetivo pedagógico e solicitar verificação de acessibilidade (Long & Magerko, 2020).
-

Desafios e limitações

Apesar do vasto potencial, a implementação de LLMs na educação inclusiva enfrenta desafios e limitações. É crucial estar atento aos vieses e à representatividade, pois os LLMs podem reproduzir perspectivas capacitistas ou estereotipadas presentes nos dados de treinamento. Além disso, disparidades no acesso tecnológico limitam o alcance dessas soluções, exigindo políticas institucionais que garantam infraestrutura e conectividade (Bender et al., 2021).

Outro desafio é a integração com tecnologias assistivas existentes, que ainda apresenta limitações técnicas. A utilização eficaz de LLMs requer competências digitais e autonomia que não estão igualmente distribuídas, destacando a necessidade de formação docente específica para mediar o uso inclusivo dessas ferramentas (Yang et al., 2024).

Para além da adaptação: transformando a educação

O potencial dos LLMs vai além da simples adaptação, apontando para uma transformação mais profunda da educação. Eles podem apoiar a transição de acomodações individuais para o Design Universal da Aprendizagem (UDL), desenvolvendo experiências pedagógicas inerentemente inclusivas desde sua concepção, beneficiando todos os estudantes (Al-Azawei et al., 2016).

Além disso, as ferramentas de IA podem promover o protagonismo dos estudantes, empoderando aqueles com necessidades específicas para que tenham maior controle sobre seu processo de aprendizagem e expressão. Por fim, os LLMs podem auxiliar na mudança de uma visão assistencialista da inclusão para uma responsabilidade sistêmica, facilitando a implementação de políticas inclusivas em escala e criando ambientes educacionais estruturalmente mais acessíveis (UNESCO, 2021).

Orientações práticas para educadores

Para que os educadores possam trilhar esse caminho, algumas orientações são relevantes:

1. Partir das necessidades dos estudantes, não da tecnologia em si.
2. Incorporar os estudantes ativamente no processo de escolha e uso das ferramentas.
3. Combinar alta tecnologia com alta pedagogia, garantindo que o uso da IA seja intencional e significativo.
4. Documentar e compartilhar boas práticas e desafios encontrados, fortalecendo redes de prática inclusiva (Wenger-Trayner, 2015).

Conclusão

Em síntese, os LLMs representam uma ferramenta potente, mas ambígua, no cenário educacional: ao mesmo tempo em que ampliam possibilidades de inclusão e personalização do ensino, carregam riscos de reforçar desigualdades se não forem orientados por princípios éticos e pedagógicos sólidos. A inclusão, portanto, não pode ser delegada à tecnologia — ela é uma construção coletiva, dinâmica e contínua, que exige o

envolvimento ativo de educadores, gestores, estudantes e formuladores de políticas públicas. Para que os LLMs contribuam para uma educação equitativa, é fundamental investir em pesquisas interdisciplinares que avaliem seus impactos reais e, sobretudo, avançar na criação de marcos regulatórios que assegurem sua aplicação ética, transparente e culturalmente sensível (UNESCO, 2023; Yang et al., 2024) .

PARTE III

IMPLEMENTAÇÃO E PROJETOS

Capítulo 11

Integrando IA em escolas com recursos limitados: Transformando limitações em oportunidades

Transformando limitações em oportunidades

A professora chega à escola com seu celular carregado e um plano: usar o *ChatGPT* para gerar atividades diferenciadas para sua turma. A escola não tem laboratório de informática funcional, a internet é instável e muitos alunos não possuem dispositivos próprios, mesmo em casa. Mesmo sem laboratório funcional e com internet instável, ela transforma obstáculos em inovação pedagógica.

Esta é a realidade de milhares de educadores brasileiros que, diante das disparidades tecnológicas, precisam encontrar caminhos criativos para integrar a IA em suas práticas. Este capítulo compartilha estratégias práticas desenvolvidas e testadas em contextos reais de escolas públicas com recursos limitados (UNESCO, 2021; Basham et al., 2020) .

O poder do compartilhamento

Em escolas com poucos dispositivos, o segredo está na organização inteligente do acesso. As estações de aprendizagem rotativas representam uma solução eficaz: enquanto um grupo trabalha com o único computador disponível explorando ferramentas de IA, outros desenvolvem atividades preparatórias ou de consolidação. Este modelo exige planejamento cuidadoso, mas permite que todos os estudantes tenham contato significativo com a tecnologia ao longo da semana (Al-Azawei et al., 2016) .

O dispositivo do professor frequentemente se torna o centro de experiências coletivas. Projetado para toda a turma, permite demonstrações ao vivo de como interagir com IAs, gerando discussões sobre os resultados obtidos. Estudantes sugerem perguntas, avaliam respostas e aprendem coletivamente a formular *prompts* eficazes. Esta abordagem desenvolve habilidades críticas mesmo com acesso limitado à tecnologia (Allen & Kendou, 2024) .

Algumas redes de ensino têm experimentado *kits* móveis – conjuntos de *tablets* ou *notebooks* que circulam entre escolas conforme cronograma estabelecido. Quando o *kit* chega, a escola realiza uma "semana de imersão em IA", com atividades intensivas previamente planejadas. Essa concentração temporal permite experiências profundas que depois são expandidas com recursos analógicos (Woolf, 2009) .

Navegando a conectividade intermitente

A internet instável não precisa ser um obstáculo. Muitos professores passaram a preparar suas interações com IA durante momentos de conectividade – em casa, nos intervalos ou em espaços com Wi-Fi. Eles formulam *prompts* , geram materiais e salvam os resultados localmente para uso posterior em sala de aula. Essa antecipação frequentemente resulta em aulas mais estruturadas (Pane et al., 2017) .

A criação de bibliotecas de recursos pré-gerados tornou-se uma prática comum. Textos adaptados, exercícios diferenciados e explicações alternativas, todos produzidos com apoio da IA, são organizados por tema e nível de dificuldade. Esses acervos, em formato digital ou impresso, asseguram a continuidade do processo pedagógico mesmo com falhas momentâneas de conectividade (Luckin et al., 2016).

Algumas escolas adotaram ferramentas que funcionam parcialmente *offline* ou sincronizam dados quando a conexão está disponível. Aplicativos educacionais que incorporam IA para personalização, por exemplo, podem operar localmente após o download inicial, atualizando progresso e gerando novos conteúdos posteriormente (UNESCO, 2023) .

Maximizando recursos gratuitos

As versões gratuitas de ferramentas como *ChatGPT* , *Claude* , *Gemini* , *Deepseek* , *Qwen* , entre outras, oferecem funcionalidades valiosas para fins educacionais. O desafio está em conhecer os limites de cada plataforma e combiná-las estrategicamente. Um professor pode usar o *ChatGPT* para estruturar atividades, o *Claude* para criar narrativas contextualizadas e o *Gemini* para explicações científicas detalhadas (Xu et al., 2022) .

Parcerias locais têm sido importantes: universidades próximas frequentemente oferecem acesso a laboratórios. Empresas locais, por vezes, fornecem equipamentos ou conectividade. ONGs especializadas em educação digital oferecem formação e suporte técnico. Essas colaborações, bem articuladas, criam ecossistemas de apoio sustentáveis e fomentam uma cultura de inovação inclusiva (Zawacki-Richter et al., 2019) .

Soluções *open source* (código aberto) ganham destaque nesse contexto. Modelos de IA menores, executáveis localmente, começam a ser explorados por escolas com maior conhecimento técnico. Embora menos poderosos que os modelos comerciais, possibilitam experimentação sem dependência de conectividade constante ou custos recorrentes (Kamalov & Santandreu Calonge, 2023).

Metodologias híbridas: unindo analógico e digital

A integração mais eficaz muitas vezes combina elementos tradicionais e tecnológicos. Um exemplo comum é o uso de materiais impressos gerados por IA – textos adaptados ao contexto local, exercícios personalizados, roteiros de investigação – que depois são trabalhados em sala sem necessidade de dispositivos eletrônicos (Gocen e Aydemir, 2020).

A sala de aula invertida ganha nova dimensão: estudantes recebem materiais criados com IA para estudo em casa (impressos ou em formato digital para quem tem acesso), enquanto o tempo em sala é dedicado a discussões, esclarecimentos e atividades práticas. Esta abordagem otimiza o uso limitado de tecnologia na escola (Walkington, 2013).

Cadernos de *prompts* compartilhados entre professores tornaram-se recursos valiosos. Compilações de instruções eficazes para diferentes objetivos pedagógicos, organizadas por disciplina e tipo de atividade, permitem que educadores aproveitem melhor os momentos de acesso à tecnologia. Estes registros evoluem coletivamente, incorporando descobertas e refinamentos (Mollick & Mollick, 2023).

Implementação progressiva e contextualizada

O sucesso da integração de IA em contextos de recursos limitados frequentemente segue um padrão de implementação gradual. Começar com projetos piloto pequenos e bem definidos permite avaliar viabilidade, identificar desafios específicos e desenvolver soluções adaptadas antes de expandir iniciativas (Pane et al., 2017).

A contextualização é fundamental. Em vez de tentar replicar modelos de escolas com mais recursos, as instituições bem-sucedidas desenvolvem abordagens que valorizam sua realidade específica. Uma escola rural pode usar IA para conectar conhecimentos tradicionais locais ao currículo formal. Uma escola urbana periférica pode focar em preparação para o mercado de trabalho tecnológico (Xu et al., 2022).

Construindo capacidade institucional

A sustentabilidade dessas iniciativas depende do desenvolvimento de competências locais. Formações entre pares, onde professores que dominam certas ferramentas capacitam colegas, criam multiplicadores internos. Grupos de estudo regulares mantêm o momentum e permitem resolução colaborativa de problemas (Wenger-Trayner, 2015).

A documentação sistemática de experiências – tanto sucessos quanto fracassos – constrói memória institucional. Relatórios simples, vídeos curtos de práticas, portfólios de materiais criados formam acervo que orienta novos professores e inspira novas experimentações (Zawacki-Richter et al., 2019).

Avaliando impacto com recursos limitados

Mesmo sem ferramentas sofisticadas de análise, escolas têm desenvolvido métodos para avaliar o impacto da integração de IA. Observações sistemáticas do engajamento estudantil, comparações de desempenho antes e depois de intervenções específicas (Gulikers et al., 2004).

Indicadores simples mas significativos emergem: aumento na participação em atividades, melhoria na qualidade dos trabalhos produzidos, maior autonomia dos estudantes na busca por conhecimento. Estes resultados, documentados e compartilhados, justificam investimentos continuados e inspiram outras escolas (Dawson, 2020).

Lições do campo

As experiências acumuladas por escolas que integram IA com recursos limitados revelam padrões importantes:

1. Criatividade pedagógica supera limitações técnicas : Professores engajados encontram formas de usar IA que transcendem modelos convencionais, criando práticas inovadoras adaptadas às suas realidades (Bender et al., 2021).
2. Colaboração amplia recursos escassos : Quando escolas compartilham descobertas, materiais e estratégias, o esforço individual se multiplica em benefício coletivo. Redes informais de professores inovadores tornam-se tão importantes quanto infraestrutura formal (UNESCO, 2023).
3. Começar pequeno e crescer organicamente : Experiências piloto bem-sucedidas geram confiança, desenvolvem competências e criam defensores internos que facilitam a expansão gradual (Reich, 2020).

Preparando o futuro

À medida que tecnologias se tornam mais acessíveis e políticas públicas evoluem, as estratégias desenvolvidas em contextos de escassez permanecerão relevantes. Elas ensinam eficiência, criatividade e foco no essencial – competências valiosas independentemente dos recursos disponíveis (Yang et al., 2024) . As escolas que hoje superam limitações para integrar IA estão desenvolvendo resiliência institucional e capacidade adaptativa que as posicionarão como líderes quando recursos se tornarem mais abundantes. Mais importante, garantem que seus estudantes não sejam excluídos das transformações educacionais em curso (UNESCO, 2021) .

Uma transformação possível

A integração da IA em ambientes educacionais desafiadores é viável e representa uma oportunidade de repensar práticas, fortalecer colaborações e desenvolver inovações contextualizadas. As limitações, quando encaradas com criatividade, geram soluções mais sustentáveis e apropriadas do que modelos importados de contextos privilegiados (Basham et al., 2020) .

Esse caminho requer planejamento, cooperação estratégica e foco no potencial transformador da IA. Cabe a gestores, formadores e políticas públicas reconhecer e apoiar essas iniciativas, garantindo que a revolução digital na educação não deixe ninguém para trás (UNESCO, 2023) .

No próximo capítulo, exploraremos como essas estratégias podem ser ampliadas por meio de projetos interdisciplinares, criando experiências de aprendizagem ainda mais ricas, mesmo em contextos desafiadores.

Capítulo 12

Projetos interdisciplinares mediados por IA

Conectando saberes para compreender o mundo

Uma escola estadual enfrenta um desafio comum: como engajar alunos do ensino médio em um projeto sobre sustentabilidade urbana? A resposta surge quando professores de geografia, matemática, biologia e português decidem unir forças, usando ferramentas de IA para criar uma experiência de aprendizagem que possa transcender as fronteiras disciplinares tradicionais.

O projeto "Metrópole 2040: Cidade Sustentável" começa com uma pergunta simples no ChatGPT: "Como diferentes áreas do conhecimento podem contribuir para tornar uma cidade no semiárido mais sustentável?" A resposta da IA não apenas lista possibilidades, ela pode revelar conexões que os próprios professores não haviam considerado. De repente, a análise matemática de consumo de água se conecta com padrões geográficos de distribuição urbana, enquanto a produção textual em português documenta entrevistas com moradores sobre as mudanças na cidade ao longo das décadas.

Esta experiência ilustra o potencial transformador da IA em projetos interdisciplinares. Não se trata apenas de usar tecnologia para acessar informações de diferentes áreas, é sobre descobrir conexões invisíveis, gerar questões provocativas e criar sínteses que nenhuma disciplina isolada poderia produzir (Holmes; Bialik; Fadel, 2019).

Por que a interdisciplinaridade importa agora mais do que nunca

Os desafios da atualidade -- mudanças climáticas, desigualdade social, transformações tecnológicas e até mesmo guerras -- não respeitam fronteiras disciplinares. Compreendê-los e enfrentá-los exige um pensamento integrado que nossa educação fragmentada tradicionalmente não favorece. É aqui que a IA surge como catalisadora de conexões (Pedro et al., 2019).

Os LLMs foram treinados em vastos conjuntos de dados que abrangem todo o espectro do conhecimento humano. Esta característica os torna particularmente aptos a identificar relações entre campos diversos, sugerir abordagens integradas e facilitar o diálogo entre diferentes linguagens disciplinares (BROWN et al., 2020). Um professor de física pode descobrir como conceitos de termodinâmica se relacionam com processos biológicos, enquanto um professor de história identifica padrões matemáticos em movimentos sociais.

Problemas autênticos como ponto de partida

Os projetos mais bem-sucedidos começam com questões reais e relevantes para os estudantes. "Como reduzir o desperdício de alimentos em nossa comunidade?" mobiliza conhecimentos de nutrição, economia, geografia e comunicação. A IA ajuda mapeando as múltiplas dimensões do problema e sugerindo ângulos de investigação que os professores podem não ter observado inicialmente (Gulikers; Bastiaens; Kirschner, 2004).

O processo segue um fluxo natural: identificação do problema, mapeamento das contribuições disciplinares possíveis, investigação aprofundada em cada área, momentos de síntese integradora e proposição de soluções multifacetadas. Em cada etapa, ferramentas de IA podem apoiar -- desde a geração de questões investigativas até a criação de visualizações que mostrem conexões entre diferentes aspectos do problema (Mollick; Mollick, 2023).

Temas geradores e investigação colaborativa

Inspirados em Paulo Freire, muitos educadores utilizam temas geradores -- questões significativas que emergem do contexto dos estudantes, como eixos integradores. A IA potencializa esta abordagem ao ajudar a desdobrar um tema em múltiplas questões investigativas, cada uma demandando contribuições de diferentes disciplinas (Dillenbourg, 1999).

Um tema como "Memória e identidade de nosso bairro" pode ser explorado historicamente (transformações ao longo do tempo), geograficamente (uso do espaço urbano), linguisticamente (variações dialetais locais), artisticamente (manifestações culturais) e matematicamente (dados demográficos e econômicos).

O papel da IA em diferentes momentos do projeto

A integração eficaz de IA em projetos interdisciplinares não significa uso constante ou indiscriminado. Diferentes ferramentas e abordagens são mais apropriadas para diferentes momentos do processo (Luckin et al., 2016).

Fase do Projeto	Contribuição da IA	Exemplo Prático
Planejamento	Mapeamento de conexões disciplinares, identificação de conceitos-ponte	Gerar mapa conceitual mostrando como a "água" é abordada em física, química, biologia, geografia
Lançamento	Elaboração de questões provocativas, contextualização do tema	Criar narrativa envolvente sobre problema local que demande múltiplas perspectivas
Investigação	Curadoria de fontes, geração de hipóteses, sugestões metodológicas	Identificar métodos de coleta de dados apropriados para cada disciplina
Análise	Identificação de padrões, correlações entre dados de diferentes áreas	Revelar conexões entre dados climáticos e indicadores socioeconômicos
Síntese	Criação de narrativas integradoras, visualizações complexas	Produzir relatório que entrelaça descobertas de todas as disciplinas
Comunicação	Adaptação para diferentes públicos, criação de materiais diversos	Gerar versões do projeto para apresentação científica, comunidade, redes sociais

Exemplos ilustrativos: projetos em ação

"Córrego Limpo: Ciência Cidadã em Ação"

Este projeto envolve alunos na investigação de um córrego local poluído. Integrando Ciências, Geografia, Matemática e Língua Portuguesa, os estudantes coletaram dados sobre qualidade da água com o órgão gestor, mapearam fontes de poluição, calcularam impactos na saúde pública e produziram campanhas de conscientização.

A IA colaborará para: analisar dados complexos de qualidade da água, correlacionar informações geográficas com indicadores de saúde, gerar gráficos compreensíveis e criar materiais de divulgação adaptados para diferentes públicos. O resultado incluiu uma petição fundamentada cientificamente para a prefeitura e uma campanha nas redes sociais que alcançou milhares de pessoas.

"Algoritmos da Ancestralidade"

Uma escola quilombola no interior desenvolve projeto unindo Matemática, História, Artes e Tecnologia para documentar padrões geométricos em artesanato tradicional. Estudante identifica algoritmos implícitos em técnicas ancestrais de tecelagem e cerâmica, conectando conhecimento tradicional com conceitos contemporâneos de programação.

LLMs ajudará a: transcrever e analisar entrevistas com artesãos idosos, identificar paralelos entre padrões tradicionais e conceitos matemáticos formais, gerar código que recria digitalmente os padrões identificados e produzir material bilíngue (português e língua local) para preservação do conhecimento.

"Energia Justa: Mapeando Desigualdades"

Estudantes do ensino médio de uma escola pública investigam a distribuição desigual de infraestrutura energética na cidade. O projeto integra Física (tipos de energia e eficiência), Geografia (mapeamento urbano), Sociologia (análise de desigualdades), Matemática (estatística e modelagem) e Língua Inglesa (pesquisa em fontes internacionais).

A IA apoiará: processamento de grandes conjuntos de dados públicos sobre consumo energético, identificação de correlações entre acesso à energia e indicadores socioeconômicos, tradução de estudos internacionais relevantes, criação de visualizações interativas e elaboração de propostas de políticas públicas baseadas em evidências.

Desafios comuns e como superá-los

Projetos interdisciplinares, mesmo com apoio de IA, enfrentam obstáculos característicos que precisam ser antecipados e gerenciados.

Fragmentação versus integração real

O risco mais comum é criar projetos que sejam apenas multidisciplinares -- diferentes disciplinas trabalhando em paralelo sobre o mesmo tema, sem real integração. Para evitar isso, é essencial planejar momentos específicos de síntese, onde descobertas de diferentes áreas são explicitamente conectadas. A IA pode facilitar estas conexões gerando questões integradoras e identificando conceitos-ponte (Kovari, 2025).

Profundidade versus superficialidade

Outro desafio é manter rigor conceitual enquanto se trabalha através de múltiplas disciplinas. A solução está em alternar momentos de aprofundamento disciplinar específico com fases de integração. Durante o aprofundamento, cada professor mantém os padrões de sua área; durante a integração, o foco muda para conexões e sínteses (Reich, 2020).

-Coordenação logística e temporal

Sincronizar horários, alinhar avaliações e coordenar atividades entre múltiplos professores é complexo. Ferramentas digitais de gestão de projetos, muitas com funcionalidades de IA para sugestão de cronogramas e identificação de conflitos, podem facilitar esta coordenação. Mais importante é estabelecer desde o início papéis claros, marcos compartilhados e canais de comunicação eficientes.

-Avaliando aprendizagens interdisciplinares

A avaliação em projetos interdisciplinares requer abordagens que capturem tanto a profundidade disciplinar quanto a capacidade de integração. Rubricas multidimensionais, portfólios reflexivos e apresentações que demonstrem conexões entre áreas são instrumentos valiosos (Boud; Falchikov, 2006).

A IA pode apoiar criando rubricas customizadas que reflitam objetivos específicos do projeto, gerando questões reflexivas que estimulem estudantes a articular conexões percebidas, e analisando produções estudantis para identificar níveis de integração conceitual alcançados.

- Preparando o terreno: formação e suporte docente

O sucesso de projetos interdisciplinares depende fundamentalmente da preparação e disposição dos educadores. Isso inclui não apenas familiaridade com ferramentas de IA, mas principalmente abertura para colaboração e disposição para sair da zona de conforto disciplinar (Allen; Kendeou, 2024).

Formações eficazes focam menos em aspectos técnicos das ferramentas e mais em: estratégias de colaboração entre pares, identificação de conexões conceituais entre disciplinas, design de experiências de aprendizagem integradas e métodos de avaliação apropriados para contextos interdisciplinares (Wenger-Trayner; Wenger-Trayner, 2015).

O futuro é interdisciplinar

À medida que os LLMs se tornam mais sofisticados e acessíveis, sua capacidade de facilitar conexões interdisciplinares só tende a crescer. Já vemos desenvolvimentos promissores: modelos especializados em identificar relações conceituais entre campos, ferramentas que geram automaticamente mapas de conexões disciplinares, e sistemas que sugerem abordagens interdisciplinares para qualquer tema (Kamalov; Santandreu Calonge, 2023).

Mais importante que a evolução tecnológica, porém, é a mudança cultural em curso. Educadores estão descobrindo que projetos interdisciplinares mediados por IA não apenas engajam mais os estudantes -- eles também revitalizam a prática docente, criando oportunidades para aprendizagem mútua e colaboração genuína (Msambwa, 2025).

Uma nova ecologia de aprendizagem

Projetos interdisciplinares mediados por IA representam mais que uma metodologia -- eles sinalizam uma nova ecologia de aprendizagem onde fronteiras disciplinares se tornam permeáveis, onde tecnologia amplifica colaboração humana, e onde problemas complexos são abordados com a riqueza que merecem (Yang et al., 2024).

Para educadores dispostos a experimentar, as possibilidades são vastas. Começar pequeno, com colaborações entre duas disciplinas, pode abrir caminho para projetos mais ambiciosos. O importante é dar o primeiro passo, confiando que tanto a tecnologia quanto a criatividade pedagógica encontrarão caminhos para superar obstáculos.

No próximo capítulo, exploraremos como preparar educadores para liderar estas transformações, desenvolvendo não apenas competências técnicas, mas principalmente a mentalidade crítica e colaborativa necessária para navegar o futuro da educação mediada por IA.

Capítulo 13

Formação de professores para o uso crítico da IA

Além do manual: construindo autonomia pedagógica na era da IA

"Não quero aprender apenas a apertar botões. Quero entender como isso transforma minha prática enquanto professor." Essa frase pode ser pensada por muitos professores enquanto manuseiam sistemas de IA, e ela captura perfeitamente o desafio central da preparação docente para a era da IA.

Não se trata de criar operadores de ferramentas, mas de desenvolver educadores críticos capazes de reinventar suas práticas com consciência e propósito (Allen & Kendeou, 2024).

A chegada dos LLMs às salas de aula marca um ponto sem precedentes na história da educação. Pela primeira vez, temos tecnologias capazes de gerar conteúdo pedagogicamente relevante, adaptar explicações em tempo real e até mesmo simular diálogos educativos. Isso exige dos professores muito mais que habilidades técnicas, demanda uma reconfiguração profunda de seu papel e de suas competências profissionais (Luckin et al., 2016).

O que realmente importa na formação docente para IA

Experiências bem-sucedidas de formação têm mostrado que o desenvolvimento efetivo de professores para uso crítico de IA se estrutura em torno de quatro dimensões fundamentais, que se entrelaçam e se reforçam mutuamente.

Alfabetização técnica contextualizada

Compreender como LLMs funcionam não significa mergulhar em detalhes de arquiteturas neurais, mas desenvolver intuições práticas sobre suas capacidades e limitações. Um professor precisa saber por que o ChatGPT às vezes "alucina" informações, como diferentes formas de formular prompts afetam as respostas, e quando confiar ou questionar os resultados gerados (Long & Magerko, 2020).

Esta alfabetização técnica ganha sentido quando imediatamente conectada a situações pedagógicas reais. Em vez de apresentar conceitos abstratos sobre processamento de linguagem natural, formações eficazes partem de desafios concretos: "Como adaptar este texto de ciências para alunos com dislexia?" ou "Como gerar exercícios diferenciados de matemática para uma turma heterogênea?" (Mishra & Koehler, 2006).

Letramento crítico e ético

Mais crucial que dominar ferramentas é desenvolver a capacidade de questioná-las. Formações transformadoras dedicam tempo significativo para explorar questões como: Que valores estão embutidos nessas tecnologias? Como elas podem amplificar ou mitigar desigualdades educacionais? Quais são as implicações éticas de usar IA para avaliar estudantes? (UNESCO, 2021).

Professores precisam desenvolver o que podemos chamar de "ceticismo construtivo" -- uma postura que nem rejeita dogmaticamente nem abraça acriticamente as tecnologias, mas as examina com rigor pedagógico e sensibilidade social. Isso inclui reconhecer vieses nos dados de treinamento, questionar a aparente neutralidade das respostas geradas e manter sempre o foco no desenvolvimento integral dos estudantes (Bender et al., 2021).

Imaginação pedagógica expandida

A IA abre possibilidades que simplesmente não existiam antes. Formações eficazes ajudam professores a reimaginar suas práticas, não apenas otimizá-las. Isso significa ir além de usar ChatGPT para criar provas mais rapidamente e explorar como a tecnologia pode viabilizar experiências de aprendizagem anteriormente impossíveis (Holmes et al., 2019).

Um professor de história pode agora criar simulações de diálogos com personagens históricos. Um professor de línguas pode gerar contextos comunicativos infinitamente variados. Um professor de ciências pode adaptar explicações complexas para diferentes níveis de compreensão instantaneamente. Desenvolver esta imaginação pedagógica expandida requer experimentação segura, reflexão coletiva e celebração de inovações (Selwyn, 2019).

Colaboração e liderança distribuída

A complexidade da integração de IA na educação torna a colaboração não apenas desejável, mas essencial. Formações bem-sucedidas cultivam comunidades de prática onde professores compartilham descobertas, desafios e soluções. Mais importante: reconhecem que expertise em IA educacional não reside

em especialistas externos, mas emerge da prática reflexiva de educadores no chão da escola (Wenger-Trayner e Wenger-Trayner, 2015).

Modelos formativos que funcionam

A experiência tem mostrado que certos formatos de formação são particularmente eficazes para desenvolver estas competências complexas.

Ciclos de investigação-ação

Em vez de workshops pontuais, programas bem-sucedidos estruturam-se como ciclos onde professores: identificam um desafio pedagógico específico, exploram como IA poderia ajudar, experimentam em suas salas, documentam resultados e compartilham aprendizados com pares. Este formato conecta teoria e prática, permite iteração e refinamento, e constrói conhecimento coletivo (Pane et al., 2017).

Uma rede municipal de ensino do interior de São Paulo implementou este modelo com resultados notáveis. Professores escolheram desafios como "melhorar produção textual" ou "personalizar ensino de matemática". Ao longo de um semestre, com encontros quinzenais de reflexão, desenvolveram práticas inovadoras que depois foram sistematizadas em um guia colaborativo.

Laboratórios de inovação pedagógica

Esses espaços para experimentação são laboratórios que podem ser físicos ou virtuais, mas devem oferecer: acesso a diferentes ferramentas de IA, apoio técnico e pedagógico, tempo protegido para exploração e estrutura para documentação de experiências. O fundamental é criar ambiente onde o erro é valorizado como oportunidade de aprendizagem (Zawacki-Richter et al., 2019).

Pode ser criado um laboratório onde professores têm horário semanal garantido para experimentar, com apoio de colegas mais experientes e estudantes monitores. As descobertas são compartilhadas em murais físicos e digitais, criando memória coletiva de inovação.

Mentoria horizontal e microaprendizagem

Reconhecendo que professores têm tempos e ritmos diferentes, formações eficazes combinam momentos síncronos intensivos com oportunidades assíncronas de microaprendizagem. Mentorias horizontais -- onde professores em estágios similares de apropriação tecnológica se apoiam mutuamente -- têm se mostrado mais sustentáveis que modelos hierárquicos especialista-aprendiz (Patchan & Schunn, 2015).

Percursos formativos flexíveis

Não existe caminho único para desenvolver competências em IA educacional. Formações eficazes oferecem múltiplos pontos de entrada e progressão personalizada. Alguns professores começam pela dimensão técnica, outros pela reflexão ética, outros ainda pela experimentação prática. O importante é que todos os caminhos eventualmente integrem as diferentes dimensões necessárias.

Perfil do Professor	Ponto de Entrada Recomendado	Progressão Sugerida
Entusiasta tecnológico	Reflexão crítica sobre impactos pedagógicos	Ética → Pedagogia → Colaboração
Cético cauteloso	Exemplos práticos de ganhos educacionais	Prática → Técnica → Crítica
Inovador pedagógico	Expansão de possibilidades com IA	Imaginação → Técnica → Ética
Líder colaborativo	Construção de comunidades de prática	Colaboração → Todas as dimensões

Estratégias específicas para diferentes contextos

Formação em escolas com recursos limitados

Paradoxalmente, limitações podem catalisar inovações formativas. Quando acesso individual a dispositivos é restrito, formações focam em estratégias colaborativas: um professor experimenta e compartilha com grupo, todos refletem e sugerem adaptações. Quando conectividade é instável, sessões presenciais priorizam reflexão e planejamento, deixando experimentação técnica para momentos de acesso (Basham et al., 2020).

Para experimentar, professores podem criar "Círculos de Inovação" -- grupos de estudo que se reúnem usando dados móveis para acessar ferramentas de IA. A limitação forçará colaboração mais profunda e reflexão mais cuidadosa sobre cada uso da tecnologia.

Integrando IA na formação inicial

Universidades começam a repensar currículos de seus cursos de licenciatura para incluir IA não como disciplina isolada, mas como dimensão transversal. Futuros professores aprendem didática já considerando possibilidades e desafios da IA, desenvolvem materiais usando essas ferramentas e refletem criticamente sobre implicações para diferentes contextos educacionais (Reich, 2020).

Como exemplo para ilustrar, estudantes não apenas aprendem sobre as ferramentas, mas experimentam como elas transformam ensino de suas disciplinas específicas. Trabalhos de conclusão de curso exploram inovações pedagógicas mediadas por IA, criando um repositório de práticas emergentes.

Formação de formadores

Desenvolver multiplicadores requer abordagem específica. Além das competências já mencionadas, formadores precisam saber facilitar aprendizagem de adultos, mediar reflexões críticas sobre tecnologia, documentar e sistematizar práticas e criar ambientes para experimentação. Multiplicadores devem dominar tanto os usos pedagógicos da IA quanto as metodologias de facilitação para adultos (Frehywot et al., 2014).

Programas de formação eficazes combinam:

- **Imersão profunda em uso pedagógico de IA:** experiências práticas com diferentes ferramentas e cenários educacionais
- **Desenvolvimento de habilidades de facilitação:** técnicas para conduzir grupos de educadores com diferentes níveis de familiaridade tecnológica
- **Mediação crítica:** capacidade de promover reflexões sobre implicações éticas e pedagógicas das tecnologias
- **Prática supervisionada com grupos de professores:** oportunidades de aplicar conhecimentos em contextos reais com mentoria
- **Construção colaborativa de recursos formativos:** desenvolvimento conjunto de materiais, roteiros e atividades que podem ser adaptados para diferentes contextos
- **Documentação e sistematização de práticas:** métodos para registrar experiências, resultados e aprendizados de forma estruturada

Esta formação integrada garante que multiplicadores não apenas dominem as ferramentas, mas desenvolvam a capacidade de inspirar e orientar outros educadores em suas jornadas de apropriação tecnológica com propósito pedagógico.

Avaliando impacto e ajustando rotas

Como saber se a formação está realmente transformando práticas? Indicadores tradicionais (horas de formação, certificados emitidos) dizem pouco sobre impacto real. Métricas mais significativas incluem (Gulikers et al., 2004):

- Diversidade de experimentos pedagógicos documentados
- Qualidade das reflexões sobre sucessos e fracassos
- Colaborações espontâneas entre professores
- Adaptações criativas para diferentes contextos
- Evidências de impacto na aprendizagem dos estudantes

Avaliação contínua permite ajustes. Uma rede de ensino pode definir em ter conteúdos menos teóricos sobre IA e passar mais tempo para planejar colaborativamente, ou incluir gestores escolares na formação para garantir condições institucionais de experimentação.

Sustentabilidade e escala

O desafio não é realizar formações pontuais impactantes, mas criar ecossistemas sustentáveis de desenvolvimento profissional contínuo. Isso requer:

Institucionalização flexível: Políticas que reconheçam e incentivem experimentação sem engessar com regulamentações prematuras. Tempo garantido para formação e experimentação. Recursos (não necessariamente volumosos) alocados estrategicamente (Kamalov & Santandreu Calonge, 2023).

Documentação viva: Sistemas (podem ser simples) para capturar, organizar e compartilhar aprendizados. Wikis colaborativas, canais de vídeo com práticas, repositórios de materiais criados. O importante é que o conhecimento circule e evolua (Wenger-Trayner, 2015).

Liderança distribuída: Em vez de depender de poucos especialistas, cultivar múltiplos polos de inovação. Professores que se destacam em aspectos específicos tornam-se referências para colegas, criando rede resiliente de suporte mútuo (Dillenbourg, 1999).

Preparando o presente, não apenas o futuro

A urgência de preparar professores para usar IA criticamente não vem de projeções futuristas, mas de necessidades presentes. Estudantes já usam ChatGPT, com ou sem orientação. A questão não é se a IA entrará nas escolas, mas como podemos garantir que sua presença seja pedagogicamente produtiva e socialmente justa (UNESCO, 2023).

Formações reconhecem esta urgência sem ceder ao medo ou ao deslumbre. Elas constroem, passo a passo, competências e confiança para que professores liderem esta transformação, não apenas reajam a ela.

Um convite à transformação colaborativa

Formar professores para uso crítico de IA é, fundamentalmente, um projeto de empoderamento profissional. Não se trata de criar dependência de ferramentas ou especialistas externos, mas de expandir em um mundo em rápida transformação (Yang et al., 2024).

Os professores que hoje experimentam, refletem e colaboram em torno da IA estão fazendo mais que aprender sobre tecnologia -- estão reinventando a profissão docente para o século XXI. E fazem isso não sozinhos, mas em comunidades de prática que transformam incertezas em possibilidades, desafios em oportunidades de crescimento coletivo.

É neste espírito de aprendizagem colaborativa que o próximo capítulo explora como construir e sustentar comunidades de prática, amplificando o impacto de inovações individuais através da inteligência coletiva.

Capítulo 14

Comunidades de prática e aprendizagem colaborativa

A força do coletivo na transformação educacional

Em uma escola, cinco professores se reúnem após as aulas. O que começou como conversas informais sobre o ChatGPT no corredor evoluiu para um grupo que hoje compartilha descobertas, cria materiais colaborativamente e até orienta colegas de outras escolas. Eles descobriram algo fundamental: a transformação educacional mediada por IA não acontece em isolamento, ela floresce em comunidade.

Esta experiência hipotética ilustra um fenômeno que pode se replicar por todo o Brasil: professores formando redes orgânicas de aprendizagem para navegarem juntos nas possibilidades e desafios da IA na educação. Estas comunidades de prática podem ser formais ou espontâneas (Wenger-Trayner e Wenger-Trayner, 2015).

Fundamentos da aprendizagem colaborativa

A aprendizagem colaborativa, conforme definida por Dillenbourg, é uma situação em que dois ou mais indivíduos aprendem ou tentam aprender algo juntos. Mas para que ocorra uma colaboração genuína, três características essenciais devem estar presentes (Dillenbourg, 1999):

- **Objetivos comuns:** todos os participantes compartilham as mesmas metas e propósitos
- **Divisão do trabalho:** as tarefas são distribuídas entre os membros do grupo
- **Simetria na interação:** todos os membros estão no mesmo nível de hierarquia, conhecimento e responsabilidade

Apesar da divisão de tarefas, todos os participantes trabalham em conjunto, em um esforço coordenado para alcançar seus objetivos ou resolver problemas. Esta abordagem fundamenta-se na premissa de que o conhecimento é construído coletivamente, como resultado do diálogo e da negociação entre os participantes de uma comunidade (Kovari, 2025).

Essa visão se alinha com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que destaca a importância da interação e participação ativa na construção do conhecimento. Quando professores interagem continuamente sobre práticas de IA educacional, têm mais facilidade de assimilar conceitos e atribuir significado às novas ferramentas, ancorando o novo conhecimento em suas estruturas cognitivas preexistentes (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Por que comunidades de prática são essenciais agora

A velocidade de evolução das tecnologias de IA cria um cenário onde nenhum educador, por mais dedicado que seja, consegue acompanhar todas as mudanças sozinho. Quando o Gemini lança nova funcionalidade, quando surge pesquisa sobre vieses em LLMs, quando uma estratégia pedagógica se mostra especialmente eficaz -- como esse conhecimento circula e se transforma em prática? (Yang et al., 2024).

É aqui que as comunidades de prática revelam seu valor. Elas funcionam como organismos de aprendizagem coletiva, onde experiências individuais se amplificam, erros se tornam aprendizados compartilhados e inovações locais ganham escala. Mais que repositórios de informação, são espaços de construção conjunta de sentido sobre o que significa educar em tempos de IA (Wenger et al., 2002).

Anatomia de comunidades que funcionam

Comunidades de prática efetivas compartilham características que as distinguem de meros grupos de estudo ou fóruns de discussão. Elas se organizam em torno de três elementos fundamentais que, quando bem cultivados, criam dinâmicas transformadoras.

O **domínio compartilhado** vai além do interesse genérico em "tecnologia educacional". Comunidades definem focos específicos: "Como usar IA para inclusão", "Avaliação autêntica no contexto de ChatGPT", ou "Projetos interdisciplinares mediados por IA". Esta especificidade permite aprofundamento e evita dispersão (Frehywot et al., 2014).

A **comunidade propriamente dita** se constrói sobre relações de confiança. Professores precisam sentir-se seguros para compartilhar tanto sucessos quanto fracassos, dúvidas básicas e ideias sofisticadas. Esta segurança psicológica não surge naturalmente -- precisa ser cultivada através de normas explícitas de respeito, confidencialidade quando necessário, e da simetria na interação que Dillenbourg aponta como essencial (Holmes et al., 2019).

A **prática compartilhada** é o que distingue estas comunidades de grupos de discussão teórica. Membros desenvolvem repertório comum de experiências, recursos, abordagens e até vocabulário específico (Wenger-Trayner, 2015).

Diagnóstico e fases construtivas

Uma comunidade de prática eficaz começa com um diagnóstico preliminar do nível de desenvolvimento dos participantes. A ação educativa está condicionada pelo nível de conhecimento dos membros, e por isso, deve-se explorar os conhecimentos prévios de cada um -- o que já sabem ou têm construído em seus esquemas cognitivos sobre IA educacional (Fernandes, 2011).

Este diagnóstico permite que, em um segundo momento, a comunidade possa fazer avanços qualitativos, conectando o conhecimento antigo com o novo. A clássica repetição para aprender deve dar lugar à auto-estruturação significativa, onde cada membro pode ancorar novos conceitos e práticas sobre IA em suas experiências pedagógicas anteriores (Mishra & Koehler, 2006).

Configurações que se adaptam a diferentes realidades

Não existe modelo único de comunidade de prática. Diferentes contextos demandam diferentes configurações, cada uma com potencialidades específicas.

Núcleos escolares surgem naturalmente quando professores da mesma instituição começam a experimentar juntos. A proximidade física facilita encontros regulares e implementação coordenada. O desafio é evitar isolamento institucional e pensamento homogêneo.

Redes temáticas transcendem fronteiras institucionais, unindo educadores por interesse comum. Professores de matemática de diferentes escolas explorando IA para ensino de álgebra, ou educadores focados em anos iniciais compartilhando estratégias de alfabetização aumentada por IA. Estas redes permitem especialização profunda e troca entre contextos diversos (Msambwa, 2025).

Comunidades regionais equilibram proximidade geográfica com diversidade institucional. Facilitam encontros presenciais periódicos enquanto mantêm interação digital contínua. São valiosas em regiões com recursos limitados, onde compartilhamento de acesso e expertise faz diferença crítica (Basham et al., 2020).

Ecossistemas digitais removem barreiras geográficas completamente. Grupos no WhatsApp, comunidades no Discord, fóruns estruturados -- cada plataforma oferece possibilidades diferentes. O desafio é manter engajamento e profundidade em interações predominantemente assíncronas (Kamalov e Santandreu Calonge, 2023).

O paradigma das interações

Para que uma comunidade de prática seja eficiente, é necessário considerar o paradigma das interações que ocorrem durante a colaboração. Duas questões fundamentais emergem:

1. **Quais interações ocorrem e sob quais condições?** -- Isto implica analisar a qualidade do diálogo, a distribuição da participação e os padrões de comunicação entre os membros.
2. **Quais os efeitos dessas interações?** -- Observar como as trocas transformam práticas, influenciam crenças e expandem repertórios pedagógicos.

Variáveis importantes neste processo incluem a composição do grupo, as características das atividades propostas, o contexto de colaboração e os meios disponíveis para comunicação. Uma comunidade de prática sobre IA educacional precisa atentar para estes elementos, criando condições para que as interações sejam produtivas e significativas (Patchan e Schunn, 2015).

Como a própria IA fortalece comunidades de prática

Um aspecto fascinante das comunidades focadas em IA educacional é como as próprias ferramentas estudadas amplificam a colaboração.

- **LLMs ajudam a sistematizar conhecimento emergente.** Após ciclo de experimentações, a comunidade pode usar IA para identificar padrões nos relatos, organizar descobertas por temas e gerar sínteses que nenhum membro individual conseguiria produzir. Um professor compartilha: "Tentei usar ChatGPT para ensinar fotossíntese com analogias". Outro adiciona experiência similar com respiração celular. A IA ajuda a extrair princípios gerais sobre uso de analogias em biologia (Mollick & Mollick, 2023).
- **Barreiras linguísticas se dissolvem** quando professores de diferentes regiões usam IA para traduzir e adaptar materiais. Uma estratégia desenvolvida por professor no Acre pode ser rapidamente compreendida e adaptada por colega em Santa Catarina, com IA ajudando a transpor diferenças dialetais e contextuais (UNESCO, 2023).
- **Simulações e role-plays** ganham nova dimensão. Comunidades usam IA para simular situações desafiadoras -- "Como explicaria algoritmos para alunos do 6º ano?" -- permitindo que membros pratiquem e refinem abordagens em ambiente seguro antes de implementar em sala (Long & Magerko, 2020).

Práticas que sustentam comunidades

Comunidades de prática não se mantêm apenas por boa vontade. Elas precisam de práticas intencionais que sustentem energia e foco ao longo do tempo.

- **Rituais de conexão e compartilhamento** criam previsibilidade que facilita participação. Podem ser simples: "Quartas de Descobertas" onde membros compartilham uma ferramenta ou estratégia nova, ou "Retrospectivas Mensais" analisando aprendizados coletivos. O importante é regularidade e formato claro.
- **Documentação viva** transforma conversas efêmeras em conhecimento durável. Wikis colaborativas, canais organizados no Slack, pastas compartilhadas no Drive -- o formato importa menos que a prática de registrar descobertas, organizar recursos e manter memória acessível de experimentações (Zawacki-Richter et al., 2019).
- **Projetos colaborativos** energizam comunidades ao criar propósito compartilhado. Desenvolver conjunto de rubricas para avaliação com IA, criar banco de prompts testados para diferentes disciplinas, ou documentar casos de uso para contextos específicos -- projetos concretos geram momentum e produtos úteis (Gulikers et al., 2004).
- **Liderança rotativa** distribui responsabilidades e desenvolve múltiplas vozes. Diferentes membros facilitam encontros, coordenam projetos ou representam a comunidade externamente. Esta rotação previne dependência de poucos indivíduos e cultiva liderança emergente (Allen e Kendeou, 2024).

Papel na Comunidade	Responsabilidades	Rotação Sugerida
Facilitador de encontros	Organizar agenda, moderar discussões, garantir participação equilibrada	Mensal
Curador de recursos	Organizar materiais compartilhados, manter repositório atualizado	Bimestral
Conector externo	Trazer insights de outras comunidades, representar grupo em eventos	Trimestral
Documentarista	Registrar decisões, sistematizar aprendizados, manter memória do grupo	Semestral
Mentor de novatos	Acolher novos membros, compartilhar contexto e práticas do grupo	Por demanda

O que pode ser feito?

Rede Colaborativa de Educadores

Em região com conectividade limitada e escolas distantes, professores criam sistema híbrido. Encontros presenciais trimestrais em escola-polo diferente a cada vez, grupos no WhatsApp para comunicação contínua, e "embaixadores digitais" -- professores com melhor acesso que baixam recursos e compartilham offline.

A rede desenvolve um método próprio de experimentação: cada escola testa uma aplicação de IA por bimestre, documenta resultados em formato padronizado e compartilha em encontro presencial. Criam biblioteca com relatos de usos contextualizados que novos professores consultam antes de implementar ferramentas (Luckin et al., 2016).

Um Coletivo Pedagog(IA)

Professores de educação básica, pesquisadores e até estudantes de licenciatura. Organizam "Laboratórios Vivos" mensais onde educadores trazem desafios reais para solução colaborativa usando IA.

Desenvolvem um protocolo de documentação que captura não apenas "o que funcionou", mas contexto detalhado, adaptações necessárias e reflexões sobre implicações éticas (Pane et al., 2017).

Educadores Conectados

Comunidades majoritariamente rurais, com professores que trabalham em escolas multisseriadas, desenvolvem expertise em usar IA para personalização -- gerando materiais para múltiplas séries simultaneamente.

Cria-se um sistema de "pareamento pedagógico" onde professores urbanos e rurais colaboram, compartilhando respectivas forças. Urbanos contribuem com acesso a recursos; rurais com criatividade em adaptação e uso eficiente (Walkington, 2013).

Superando desafios comuns

Comunidades de prática enfrentam obstáculos previsíveis que, reconhecidos antecipadamente, podem ser superados.

Fadiga de participação surge quando energia inicial se dissipa. Solução não é exigir mais compromisso, mas redesenhar para participação sustentável. Algumas comunidades adotam "temporadas" -- períodos intensivos seguidos de recessos. Outras criam níveis de engajamento, permitindo que membros transitem entre participação central e periférica conforme disponibilidade (Boud & Falchikov, 2006).

Dispersão de foco ameaça comunidades que tentam abraçar tudo relacionado a "IA e educação". Grupos bem-sucedidos revisitam periodicamente seu propósito, podendo inclusive gerar "células-filhas" quando interesses divergem produtivamente (Reich, 2020).

Desigualdade de participação é natural mas pode tornar-se problemática se poucos monopolizam espaço ou muitos permanecem silenciosos. Facilitação hábil, estruturas que valorizam diferentes tipos de contribuição e normas explícitas de inclusão ajudam equilibrar dinâmicas e garantir a simetria na interação que caracteriza uma colaboração genuína (Dillenbourg, 1999).

Institucionalização versus organicidade representa tensão delicada. Formalização excessiva pode matar espontaneidade; informalidade total pode impedir sustentabilidade. Comunidades maduras encontram equilíbrio, mantendo estrutura suficiente para continuidade sem engessar criatividade (UNESCO, 2021).

Ampliando impacto além das fronteiras

Comunidades de prática maduras naturalmente buscam ampliar impacto além de seus membros diretos. Algumas direções promissoras incluem:

Mentoria em cascata: Membros experientes apoiam formação de novas comunidades, compartilhando não apenas conteúdo mas sabedoria sobre como cultivar colaboração efetiva.

Pesquisa-ação colaborativa: Comunidades podem conduzir investigações sistemáticas sobre questões emergentes, gerando conhecimento válido além de contextos locais.

Recursos abertos: Sistematizar e disponibilizar aprendizados em formatos acessíveis multiplica impacto exponencialmente (UNESCO, 2023).

O futuro é colaborativo

À medida que a IA se torna mais sofisticada na educação, a importância de comunidades de prática só tende a crescer. Elas representam antídoto vital contra tanto o tecno-solucionismo simplista quanto o isolamento profissional (Bender et al., 2021).

Nestas comunidades, professores não apenas aprendem sobre IA -- eles coletivamente definem o que significa educação de qualidade em era de inteligência artificial. Experimentam, erram, ajustam e celebram juntos, construindo sabedoria prática que nenhum manual ou curso poderia proporcionar (Selwyn, 2019).

Mais profundamente, estas comunidades encarnam visão de educação que queremos promover: colaborativa, reflexiva, adaptativa e fundamentalmente humana. Ao modelar estas qualidades em sua própria aprendizagem, educadores as cultivam naturalmente em suas práticas com estudantes (Pedro et al., 2019).

A verdade é que, quando educadores estão conversando com seus colegas sobre IA educacional, planejando ações conjuntas e discutindo abordagens para resolver problemas pedagógicos, estão fortalecendo a ancoragem cognitiva desses conhecimentos, transformando conceitos abstratos em práticas significativas (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Um convite à conexão

Se você chegou até aqui neste livro, provavelmente já está experimentando com IA em sua prática educacional. O próximo passo transformador pode não ser dominar nova ferramenta ou técnica, mas conectar-se com outros educadores em jornada similar.

Comece pequeno. Converse com colega da escola sobre experiência com ChatGPT. Participe de grupo online sobre IA educacional. Proponha encontro informal para compartilhar descobertas. Ou simplesmente comece documentando suas experimentações de forma que outros possam aprender.

A transformação educacional que a IA possibilita será construída não por gênios isolados ou corporações tecnológicas, mas por comunidades vibrantes de educadores comprometidos, aprendendo juntos, com objetivos comuns, divisão de trabalho e interações simétricas, colaborando para usar estas ferramentas poderosas para o que realmente importa: o desenvolvimento pleno de cada estudante (Yang et al., 2024).

Ao mesmo tempo em que essa colaboração favorece a aprendizagem de conteúdos técnicos sobre IA, ela valoriza atitudes essenciais para a prática docente: respeito ao outro, capacidade de escuta autêntica, abertura à crítica, melhoria da autoconfiança e da autoestima. Exatamente os mesmos valores que buscamos cultivar em nossos estudantes.

Capítulo 15

Uma reflexão honesta: limitações e lacunas deste guia

Praticando a transparência que pregamos

Ao longo deste livro, defendemos repetidamente a importância da transparência e do uso crítico da IA na educação e deixando explícito que foram utilizadas diversas LLMs para criação desta obra. Seria contraditório não aplicar esses mesmos princípios à nossa própria obra. Este capítulo final é um exercício de autoavaliação honesta, reconhecendo onde este guia pode ter falhado, o que ficou de fora e como você, leitor, pode suprir essas lacunas em sua prática.

Acreditamos que modelar essa vulnerabilidade reflexiva é essencial para construir a cultura de transparência que a era da IA exige. Afinal, se esperamos que nossos alunos desenvolvam pensamento crítico sobre as ferramentas que usam, precisamos demonstrar essa mesma postura com os recursos que criamos.

O que este livro não é (e talvez devesse ser)

Começamos nossa reflexão reconhecendo algumas ausências significativas neste guia.

Um manual técnico detalhado

Optamos conscientemente por não incluir tutoriais passo-a-passo sobre como usar ferramentas específicas de IA. Esta decisão teve seus méritos – evitamos que o conteúdo ficasse datado rapidamente e mantivemos o foco em princípios pedagógicos duradouros. No entanto, reconhecemos que muitos educadores poderiam se beneficiar de orientações mais práticas e específicas sobre como começar.

Em especial, deixamos de abordar:

- Configurações de privacidade em diferentes plataformas
- Comparações detalhadas entre ferramentas gratuitas e pagas
- Fluxos de trabalho específicos para diferentes disciplinas
- Troubleshooting de problemas técnicos comuns

Uma análise profunda de questões legais

Embora tenhamos tocado em aspectos regulatórios e éticos, não fornecemos orientação jurídica detalhada sobre questões como:

- Direitos autorais de conteúdo gerado por IA
- Responsabilidade legal por informações incorretas
- Conformidade específica com regulamentações locais
- Protocolos para obtenção de consentimento parental

Educadores precisam desta informação, e nossa abordagem pode deixá-los despreparados para navegar questões legais específicas de seus contextos.

Um guia para todas as realidades brasileiras

Apesar de nossos esforços para considerar diferentes contextos, reconhecemos que nossas perspectivas e exemplos podem refletir vieses inconscientes:

- Foco em escolas com alguma infraestrutura tecnológica
- Pressupostos sobre letramento digital básico
- Pouca atenção a contextos indígenas e quilombolas

As realidades educacionais brasileiras são vastamente diversas, e um único livro (cada realidade merece um estudo) dificilmente poderia abranger todas elas adequadamente.

Vieses e pontos cegos inevitáveis

Como qualquer obra, este livro carrega as limitações de perspectiva de seus autores.

Otimismo tecnológico moderado

Embora tenhamos nos esforçado para manter uma visão equilibrada, é possível que nosso entusiasmo pelas possibilidades da IA tenha colorido algumas análises. Podemos ter:

- Subestimado barreiras estruturais em alguns contextos
- Superestimado a disposição institucional para mudança
- Minimizado riscos de dependência tecnológica

Foco no professor como agente de mudança

- Centramos grande parte de nossa discussão no papel do professor individual, o que pode inadvertidamente:
- Colocar peso excessivo sobre educadores já sobrecarregados
 - Minimizar a necessidade de mudanças sistêmicas
 - Ignorar dinâmicas de poder institucional que limitam autonomia docente

Questões que evoluem mais rápido que a tinta

Um desafio fundamental ao escrever sobre IA é a velocidade vertiginosa da mudança. Entre a escrita e a leitura deste livro, certamente:

- Novas ferramentas foram ou serão lançadas
- Políticas foram atualizadas
- Pesquisas revelaram novos insights
- Práticas pedagógicas evoluíram

Tentamos focar em princípios duradouros, mas inevitavelmente alguns exemplos e recomendações específicas podem parecer defasados. Isso ressalta a importância das comunidades de prática discutidas – elas permitem atualização contínua que nenhum livro estático poderia oferecer.

O que você não encontrará nestas páginas

Algumas omissões foram deliberadas, outras inadvertidas. É importante explicitá-las:

Casos de fracasso detalhados

Focamos principalmente em exemplos positivos e possibilidades. Embora tenhamos mencionado riscos e desafios, não documentamos extensivamente implementações mal-sucedidas de IA na educação. Estes "anti-padrões" poderiam ser tão instrutivos quanto os casos de sucesso.

Vozes dissidentes

Não demos espaço substancial para perspectivas que questionam fundamentalmente a integração de IA na educação. Existem educadores e pensadores que argumentam por abordagens radicalmente diferentes ou pela rejeição completa dessas tecnologias em certos contextos. Suas vozes mereciam mais consideração.

Experiências de estudantes

Nossa perspectiva é predominantemente docente-centrada. As vozes, experiências e percepções dos estudantes sobre IA na educação receberam atenção insuficiente. Como eles vivenciam essas transformações? Quais são seus medos e esperanças? O que eles nos ensinariam se os escutássemos mais?

Como complementar as lacunas deste guia

Reconhecer limitações não é exercício de autodepreciação, mas convite à ação. Aqui estão sugestões para complementar o que este livro não pôde oferecer:

Busque conhecimento técnico específico

- Participe de oficinas práticas sobre ferramentas específicas
- Consulte documentação oficial das plataformas que pretende usar
- Conecte-se com colegas mais experientes tecnicamente
- Experimente em ambiente seguro antes de implementar com alunos

Investigue aspectos legais locais

- Converse com outros educadores sobre políticas adotadas
- Mantenha-se atualizado sobre regulamentações emergentes
- Documente suas práticas para demonstrar diligência

Amplie perspectivas

- Busque ativamente vozes críticas à IA na educação
- Leia experiências de contextos muito diferentes do seu
- Converse com estudantes sobre suas percepções
- Questione seus próprios pressupostos regularmente

Um convite à crítica construtiva

Este capítulo de autoavaliação não é apenas exercício de humildade – é convite ao diálogo. Encorajamos você a:

- Identificar outras lacunas que não percebemos
- Compartilhar experiências que contradigam nossas afirmações
- Propor abordagens alternativas que não consideramos

- Documentar seus próprios aprendizados e fracassos

A cultura de transparência que defendemos prospera quando todos participam criticamente, não apenas consumindo conteúdo, mas questionando, adaptando e recriando baseado em suas realidades únicas.

O valor da incompletude

Um guia que pretendesse ser completo e definitivo sobre IA na educação seria não apenas impossível, mas perigoso. A incompletude reconhecida convida à participação, à contextualização e à evolução contínua.

Este livro é melhor compreendido não como produto final, mas como parte de um processo maior de aprendizagem coletiva sobre como integrar IA na educação de forma crítica, ética e pedagogicamente sólida.

Modelando a aprendizagem contínua

Se há uma mensagem central neste livro, é que a integração bem-sucedida de IA na educação requer postura de aprendizagem contínua, reflexão crítica e adaptação constante. Ao explicitar nossas próprias limitações, esperamos modelar essa postura.

Errar, reconhecer erros, aprender com eles e compartilhar esses aprendizados – este ciclo é tão importante quanto qualquer técnica ou ferramenta específica discutida nas páginas anteriores.

Um começo, não um fim

Esperamos que as reflexões aqui apresentadas inspirem você a abordar tanto este livro quanto as ferramentas de IA com o mesmo espírito crítico e construtivo. Que você se sinta encorajado a preencher as lacunas que identificamos, questionar as certezas que apresentamos e, mais importante, contribuir com suas próprias descobertas para este campo em rápida evolução.

A transparência sobre nossas limitações não diminui o valor do que conseguimos compartilhar – ela o contextualiza e convida você a se tornar coautor desta narrativa em construção sobre o futuro da educação.

Para continuar a conversa

Se este livro cumpriu algum propósito, foi iniciar conversas, não encerrá-las. As lacunas identificadas neste capítulo são espaços para novas investigações, experimentações e colaborações.

Que este exercício de autoavaliação inspire você a, praticar transparência similar em sua própria prática compartilhando tanto sucessos quanto limitações, construindo sobre o que oferecemos aqui e contribuindo para uma cultura educacional mais reflexiva e honesta.

Afinal, é nesta honestidade sobre o que não sabemos, sobre onde falhamos e sobre o que ainda precisamos aprender que reside nossa maior força como educadores na era da inteligência artificial.

Referências

- AL-AZAWEI, H.; SERENELLI, F.; LUNDQVIST, K. Universal Design for Learning (UDL): a content analysis. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, v. 16, n. 3, p. 39-56, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14434/josotl.v16i3.19295>.
- ALLEN, L. K.; KENDEOU, P. ED-AI Lit: an interdisciplinary framework for AI literacy in education. *Educational Researcher*, v. 53, n. 2, p. 103-113, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/23727322231220339>.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BAKER, R. S.; INVENTADO, P. S. Educational data mining and learning analytics. In: LARUSSON, J. A.; WHITE, B. (org.). *Learning analytics: from research to practice*. New York: Springer, 2014. p. 61-75. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4.
- BASHAM, J. D.; STAHL, W. M.; ORTIZ, K.; RICE, M.; SMITH, S. J. Equity matters: digital & online learning for students with disabilities. *Journal of Research on Technology in Education*, v. 52, n. 3, p. 236-252, 2020. Disponível em: https://centerononlinelearning.ku.edu/wp-content/uploads/2017/04/2015_COLSD_Annual-Publication_FULL-2.pdf.
- BENDER, E. M.; GEBRU, T.; McMILLAN-MAJOR, A.; SHMITCHELL, S. On the dangers of stochastic parrots: can language models be too big? In: *ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 2021, Virtual. *Proceedings...* New York: ACM, 2021. p. 610-623. DOI: <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>.
- BOMMASANI, R. *et al.* On the opportunities and risks of foundation models. Stanford, CA: Center for Research on Foundation Models, 2021. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.07258>.
- BOUD, D.; FALCHIKOV, N. Aligning assessment with long-term learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, v. 31, n. 4, p. 399-413, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/02602930600679050>.
- BRASIL. *Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018* (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm.
- BRASIL. *Projeto de Lei nº 2338, de 2023*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial no Brasil (Marco Legal da IA). Senado Federal, Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157302>.
- BROWN, T. B. *et al.* Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, v. 33, 2020. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>.
- CARBONELL, J. R. AI in CAI: an artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, v. 11, n. 4, p. 190-202, 1970. DOI: <https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942>.
- DAWSON, P. *Defending assessment security in a digital world: preventing e-cheating and supporting academic integrity in higher education*. London: Routledge, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429324178>.
- DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning? In: DILLENBOURG, P. (ed.). *Collaborative-learning: cognitive and computational approaches*. Oxford: Elsevier, 1999. p. 1-19.
- FERNANDES, E. David Ausubel e a aprendizagem significativa. *Nova Escola*, São Paulo, 1 dez. 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>.
- FREHYWOT, S. *et al.* Building communities of practice: MEPI builds commons. *Academic Medicine*, v. 89, n. 8 (sup.), p. S45-S49, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000350>.

- GOCEN, A.; AYDEMIR, F. An investigation of K-12 teachers' artificial intelligence (AI) literacy. *Journal of Research on Technology in Education*, v. 52, n. 4, p. 533-548, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1739348>.
- GULIKERS, J. T. M.; BASTIAENS, T. J.; KIRSCHNER, P. A. A five-dimensional framework for authentic assessment. *Educational Technology Research and Development*, v. 52, n. 3, p. 67-86, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02504676>.
- HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. *Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign, 2019. Disponível em: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-2019-WEB.pdf>.
- KAMALOV, F.; SANTANDREU CALONGE, D. New era of artificial intelligence in education: towards a sustainable multifaceted revolution. *Sustainability*, v. 15, n. 16, art. 12451, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151612451>.
- KOVARI, A. A systematic review of AI-powered collaborative learning in higher education: trends and outcomes from the last decade. *International Journal of Educational Research Open*, v. 7, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100062>.
- KUSTERS, R. *et al.* Interdisciplinary research in artificial intelligence: challenges and opportunities. *Frontiers in Big Data*, v. 3, art. 577974, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fdata.2020.577974>.
- LONG, D.; MAGERKO, B. What is AI literacy? In: *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2020, Honolulu. *Proceedings...* New York: ACM, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>.
- LUCKIN, R.; HOLMES, W.; GRIFFITHS, M.; FORCIER, L. B. *Intelligence unleashed: an argument for AI in education*. London: Pearson, 2016. Disponível em: <https://tinyurl.com/intelligence-unleashed>.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
- MOLLICK, E.; MOLLICK, L. Assigning AI: seven approaches for students, with prompts. *SSRN Electronic Journal*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4475995>.
- MSAMBWA, T. The impact of AI on the personal and collaborative learning environments in higher education. *European Journal of Education*, v. 60, n. 1, p. 121-137, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejed.12909>.
- PANE, J. F. *et al.* *Informing progress: insights on personalized learning implementation and effects*. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2017. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2042.html.
- PATCHAN, M. M.; SCHUNN, C. D. Understanding the benefits of providing peer feedback: how students respond to peers' texts of varying quality. *Instructional Science*, v. 43, n. 5, p. 591-614, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11251-015-9353-x>.
- PEDRO, F.; SUBOSA, M.; RIVAS, A.; VALVERDE, P. *Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development*. Paris: UNESCO, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>.
- POPENICI, S. A.; KERR, S. Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, v. 12, art. 22, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>.
- REICH, J. *Failure to disrupt: why technology alone can't transform education*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2020.
- RELLO, L.; BIGHAM, J. P. Good fonts for dyslexia. In: *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 2013. p. 14:1-14:8. DOI: <https://doi.org/10.1145/2513383.2513447>.

SELWYN, N. *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Cambridge: Polity Press, 2019.

UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de março de 2024, relativo à inteligência artificial (AI Act)*. *Official Journal of the European Union*, 13 mar. 2024. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=OJ:L_202401689.

UNESCO. *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>.

UNESCO. *AI and education: guidance for policy-makers*. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>.

UNESCO. *Guidance for generative AI in education and research*. Paris: UNESCO, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>.

VANLEHN, K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, v. 46, n. 4, p. 197-221, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>.

WALKINGTON, C. Using adaptive learning technologies to personalize instruction to student interests: the impact of relevant contexts on performance and learning outcomes. *Journal of Educational Psychology*, v. 105, n. 4, p. 932-945, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0031882>.

WEI, J. *et al.* Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *arXiv preprint*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.11903>.

WENGER, E.; McDERMOTT, R.; SNYDER, W. *Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2002.

WENGER-TRAYNER, E. Communities of practice: a brief introduction. 2015. Disponível em: <https://wenger-trayner.com/introduction-to-communities-of-practice/>.

WENGER-TRAYNER, E.; WENGER-TRAYNER, B. Communities of practice: a social theory of learning. *British Journal of Educational Studies*, v. 63, n. 4, p. 335-354, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071005.2015.1133799>.

WOOLF, B. P. *Building intelligent interactive tutors: student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2009.

XU, W. *et al.* The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, v. 9, art. 45, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>.

YANG, Y. *et al.* Navigating the landscape of AI literacy education: insights from a decade of research (2014–2024). *Humanities and Social Sciences Communications*, v. 11, art. 58, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04583-8>.

ZAWACKI-RICHTER, O.; MARÍN, V. I.; BOND, M.; GOUVERNEUR, F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, v. 16, art. 39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>.