

Inteligência Artificial Desplugada na Educação



Sobre a Fundação Tellescom

A Fundação Tellescom, desde 2022, desenvolve projetos que contribuem para uma educação pública de qualidade e para o urbanismo social.

Apoia a formação de professores, capacitando-os para utilizar tecnologias inovadoras e para que continuem a aprender, pois a aprendizagem ao longo da vida é fundamental para todos, mas para os professores, ela se torna ainda mais crucial. Afinal, são eles os responsáveis por preparar as futuras gerações para um mundo em constante transformação.

Oferece oportunidades de educação profissional inovadoras e alinhadas com os princípios ESG, preparando nossos jovens para um mercado de trabalho cada vez mais sustentável e inclusivo.

Sonha com um futuro onde todas as comunidades tenham acesso a uma vida digna. O projeto Favela Zero é a semente desse sonho. Em parceria com a comunidade, o poder público e empresas, utiliza conceitos de Urbanismo Social e Smart Cities para transformar as favelas em espaços mais sustentáveis.

Acredita no poder do conhecimento para transformar o mundo. Por isso, compartilha publicações, pesquisas e estudos que inspiram e guiam a construção de um futuro melhor para todos.

Saiba mais: <https://fundacaotellescom.org>

Sobre o NEES

O Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES), vinculado ao Instituto de Computação (IC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), é um dos mais importantes e mais qualificados grupos de pesquisa em tecnologia na educação do Brasil e se consolidou como uma liderança no apoio de políticas públicas educacionais. Reúne um time de 145 pesquisadores e professores de universidades brasileiras e estrangeiras.

Tem parcerias com importantes instituições de referência como as Universidades de Harvard, nos Estados Unidos, e de Oxford, na Inglaterra. Também com o setor governamental, em especial o Ministério da Educação (MEC).

Os projetos e ferramentas tecnológicas desenvolvidas pelo núcleo já beneficiaram mais de 30 milhões de estudantes brasileiros, um milhão de professores e 180 mil escolas no País. O time do NEES busca soluções inovadoras, personalizadas e otimizadas para os diversos atores e desafios do sistema educacional.

Saiba mais: <https://nees.ufal.br>

Sobre o IA.EDU

O IA.Edu é uma organização sem fins lucrativos de consultoria, pesquisa, desenvolvimento, e inovação de soluções educacionais, focada em transformar através da inteligência artificial (IA). Vinculado ao **Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES)**, o IA.Edu atua em três frentes principais: geração de evidências, elaboração e implementação de políticas públicas e desenvolvimento de capacidades locais. Cada uma dessas áreas visa criar um impacto positivo e duradouro no sistema educacional brasileiro.

Entre os principais desafios estratégicos mapeados pelo IA.Edu estão:

- 1. Alfabetização na Idade Certa:** Garantir que todas as crianças sejam alfabetizadas no período adequado, utilizando IA para monitorar e apoiar o progresso individual, oferecendo intervenções personalizadas quando necessário. o processo de ensino-aprendizagem, garantindo que todos possam se beneficiar do avanço tecnológico de forma equitativa.
- 2. Avaliações Formativas e Diagnósticas:** Desenvolver sistemas de avaliação contínua que, com o auxílio de IA, ajudem a identificar as necessidades de aprendizado dos alunos, fornecendo dados em tempo real que permitam ajustes no ensino e estratégias pedagógicas mais eficazes.
- 3. Letramento Matemático:** Criar ferramentas que promovam a melhoria no aprendizado da matemática desde os primeiros anos escolares, abordando lacunas de conhecimento e ajudando a formar uma base sólida para o desenvolvimento futuro.

- 4. Desenvolvimento Integral dos Alunos:** Promover o desenvolvimento das competências socioemocionais, cognitivas e físicas dos alunos, integrando IA para oferecer um currículo que atenda a todas as dimensões da aprendizagem e potencialize o crescimento individual.
- 5. Formação de Professores:** Oferecer capacitação contínua aos educadores, com ferramentas tecnológicas que ajudam no desenvolvimento profissional, na adaptação às novas metodologias e no uso eficaz da IA em sala de aula.
- 6. Resiliência Digital:** Ajudar alunos e professores a se adaptarem às mudanças tecnológicas e ao uso crescente de ferramentas digitais no processo de ensino-aprendizagem, garantindo que todos possam se beneficiar do avanço tecnológico de forma equitativa.

Além de sua atuação no Brasil, o IA.Edu participa de missões internacionais, onde compartilha experiências e explora novas perspectivas sobre o uso da IA na educação em nível global. Como uma das principais lideranças na transformação educacional no país, o IA.Edu se destaca pelo compromisso com a aplicação ética e responsável da IA, para promover uma sociedade mais inclusiva, justa e sustentável.

Saiba mais: <https://iaedu.nees.ufal.br>

Sobre este documento

Este documento é fruto da colaboração entre o NEES, o IA.Edu e a Tellescom, integrando os esforços para produzir materiais norteadores sobre Inteligência Artificial na Educação com uma linguagem acessível e voltada à prática pedagógica.

Com o objetivo de explorar as potencialidades da IA Desplugada na Educação, este material apresenta conceitos fundamentais e estratégias de aplicação da IA em contextos de recursos restritos, possibilitando o uso de técnicas de inteligência artificial de forma mais inclusiva na educação básica. Diante das desigualdades de infraestrutura e formação docente, a nota técnica defende a adoção de atividades que permitam explorar os conceitos e implicações da IA sem depender, por exemplo, de acesso a computadores ou internet confiável. São discutidos diferentes tipos de cenários desplugados, exemplos de aplicação já em prática e as perspectivas de consolidação da IAED-U como política pública, reforçando seu papel na ampliação de oportunidades de aprendizagem utilizando IA em contextos com profundas desigualdades tecnológicas e sociais.

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

```
Inteligência artificial desplugada na educação  
[livro eletrônico]. -- Maceió, AL : Ed. dos  
Autores, 2025.  
PDF  
Vários colaboradores.  
ISBN 978-65-01-59099-8  
1. Educação - Brasil 2. Educação - Finalidades e objetivos  
3. Inteligência artificial 4. Prática de ensino 5. Professores - Formação.  
25-290988 CDD-371.334
```

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

```
1. Inteligência artificial : Educação 371.334  
Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427
```

Como citar este documento?

DERMEVAL, Diego, RODRIGUES, Luiz; ISOTANI, Seiji; BITTENCOURT, Ig Ibert. Inteligência Artificial Desplugada na Educação. E-book em <https://iaedu.nees.ufal.br/wp-content/uploads/2025/08/NT-3-Inteligencia-Artificial-Desplugada-na-Educacao.pdf>. ISBN 978-65-01-59099-8.



Este trabalho está licenciado sob uma licença CC BY-NC 4.0. Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem obras derivadas sobre a obra original, contanto que atribuam crédito ao autor corretamente e não usem os novos trabalhos para fins comerciais. Texto da licença: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Idealização

Marco Jerez Telles

Sócio Fundador e Presidente - Grupo Tellescom

Américo Mattar

Diretor Presidente - Fundação Tellescom

Gustavo de Brito Nemezio

Gerente de Planejamento - Fundação Tellescom

Coordenação

Maria Alice Carraturi

Consultora em Educação - Fundação Tellescom

Apoio

Luanda de Lima Sabença

Gerente de Marketing - Grupo Tellescom



Conselho Administrativo

Alan Pedro

Diego Dermeval

Edmilson Fialho

Ig Ibert Bittencourt

Leonardo Marques

Seiji Isotani

Diretoria Executiva

Edmilson Fialho

Diretoria de Políticas Públicas

Alessandra Debone

Diretoria de Operações

André Magno

Secretária Executiva

Mônica Wanderley

Gerência de Compliance/Jurídico

Mauro Leonardo Cunha

Gerência Executiva de Administração

Kléber Santos

Gerência Executiva de Projetos

André Magno

Revisão ortográfica e textual

Margarida Azevedo

Otávio Correia

Projeto gráfico e diagramação

Beatriz Gonçalves

Tiago Preto



Fundadores IA.Edu

Maria Alice Carraturi

Ig Ibert Bittencourt

Seiji Isotani

Autores

Diego Dermeval

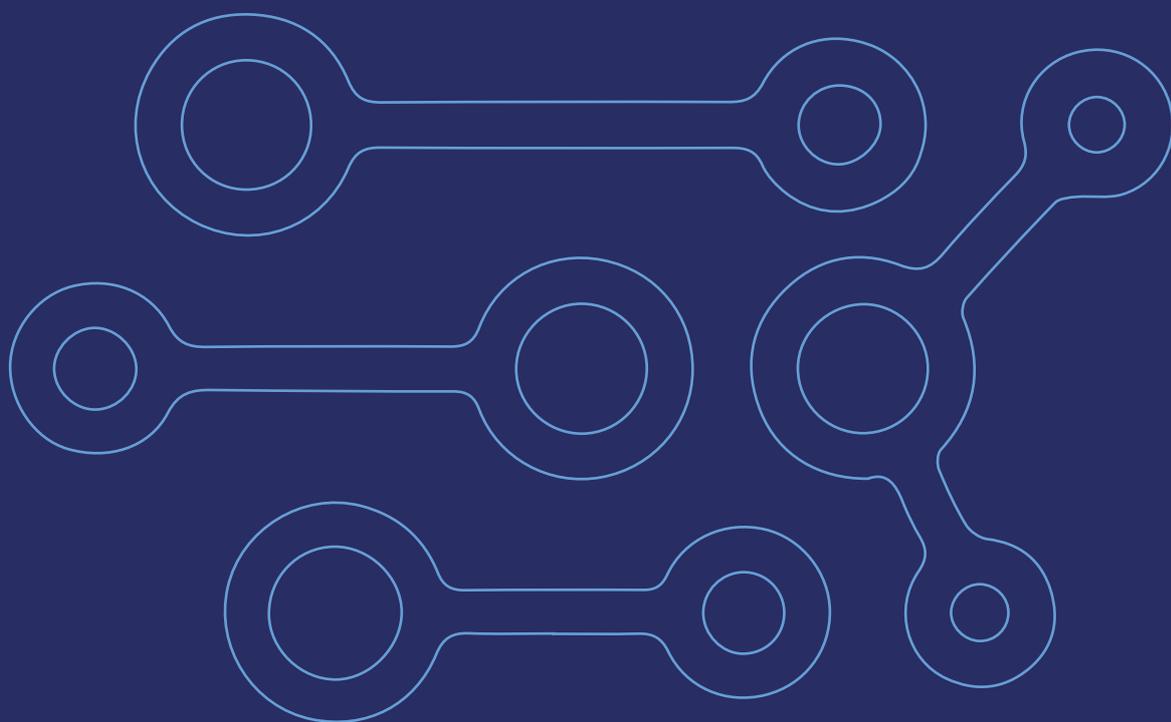
Luiz Rodrigues

Seiji Isotani

Ig Ibert Bittencourt

Índice

1. Por que precisamos pensar diferente sobre o uso de IA na educação?	06
2. Quais são os desafios enfrentados no Brasil que motivam o uso de IA Desplugada na Educação?	08
3. O que é IA Desplugada na Educação?	15
4. Quais são os tipos de IAED-U? Quem está desplugado?	21
5. Como essas soluções estão sendo aplicadas na prática?	24
6. Qual o futuro da IAED-U como política pública?	35
7. Glossário	38
8. Referências	39



1. Por que precisamos pensar diferente sobre o uso de IA na educação?

Quando falamos sobre Inteligência Artificial (IA) na educação, a primeira imagem que vem à cabeça muitas vezes é a de salas de aula altamente conectadas. Mas essa não é a realidade de grande parte das escolas brasileiras – e de muitas outras ao redor do mundo.

A IA não é apenas mais uma ferramenta tecnológica – ela representa uma mudança fundamental na forma como podemos ensinar e aprender. Diferente da eletricidade que forneceu energia ou da internet que conectou pessoas, a IA tem um potencial único: ela aprende, adapta-se e pode tomar decisões (Desantis, 2024; Agrawal, Gans, & Goldfarb, 2019; Brynjolfsson & McAfee, 2017). Esta capacidade de “agência ativa” – interagir, aprender e influenciar decisões – é o que a torna verdadeiramente transformadora.

Na educação, a IA já demonstra benefícios concretos (CIEB, 2019). Imagine um professor sobrecarregado com a correção de centenas de redações: sistemas de IA podem fornecer feedback inicial, permitindo que o professor concentre-se nos aspectos mais sutis, criativos e subjetivos. Ou considere um estudante com dúvidas em matemática: um tutor virtual pode guiá-lo passo a passo, oferecendo explicações personalizadas.

No entanto, surge um desafio crucial: como democratizar esses benefícios em um país com profundas desigualdades digitais? Imagine uma escola rural sem internet estável: como usar IA para ajudar professores e alunos nesse contexto? Ou uma escola com apenas um dispositivo para 40 alunos: como garantir que todos se beneficiem dessas tecnologias? Esperar que toda escola esteja totalmente equipada pode significar deixar milhões de estudantes para trás.

É aqui que entra o conceito de IA Desplugada na Educação — um novo olhar para como a IA pode apoiar a aprendizagem mesmo em ambientes com poucos recursos tecnológicos. Em vez de vermos a IA como algo que depende completamente da internet e de computadores caros, propomos pensar em alternativas que possam funcionar offline, em celulares simples ou dispositivos de baixo custo.

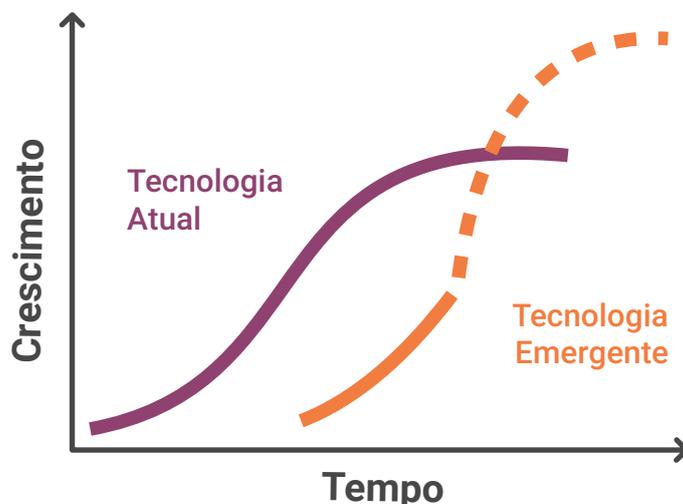


Figura 1. *Leapfrogging* é descrito como a capacidade de avançar rapidamente ou fazer progressos acelerados e não lineares (Winthrop et al., 2018).

Assim como muitos países em desenvolvimento “pularam” diretamente para a telefonia móvel sem construir redes de telefones fixos, podemos desenvolver soluções educacionais baseadas em IA que não dependam de infraestrutura tecnológica complexa. O estado do Amazonas já demonstra este potencial com seu modelo de educação mediada por tecnologia para comunidades remotas (Inter-American Development Bank, 2023).

Não se trata de substituir professores, mas de expandir as possibilidades de ensino e aprendizagem de forma justa e inclusiva. Com criatividade e foco nas necessidades reais das escolas, podemos dar um salto e construir novas formas de integrar a IA à educação desde já, trabalhando para torná-la um serviço básico na educação, assim como água e energia elétrica.

Este documento mostra por que pensar diferente é urgente – e como podemos transformar essa visão em realidade. Vamos juntos nessa jornada?

Quadro 1. Resumo da seção 1. Por que precisamos pensar diferente sobre o uso de IA na educação?

TÓPICO	RESUMO
Panorama atual	A imagem idealizada da IA nas escolas não reflete a realidade brasileira, marcada por desigualdades digitais e falta de infraestrutura tecnológica.
Potencial transformador da IA	A IA não é apenas uma tecnologia: ela aprende, adapta-se e interage, oferecendo apoio real no ensino, como correção de redações e tutoria personalizada.
Desigualdade no acesso	Muitos alunos e professores não têm acesso a internet estável ou a dispositivos suficientes para usufruir das tecnologias baseadas em IA.
Desplugando a IA	Propõe-se o conceito de IA Desplugada, com soluções que funcionam offline ou em dispositivos simples, promovendo inclusão mesmo em contextos com poucos recursos.
Exemplo prático	O estado do Amazonas já utiliza tecnologias acessíveis em comunidades remotas, provando que o avanço é possível sem depender de infraestrutura avançada.
Mudança de mentalidade	É necessário repensar o papel da IA na educação, não para substituir professores, mas para expandir o acesso a um ensino mais justo, criativo e eficiente.
Inspiração para o futuro	Assim como países “pularam” etapas com a telefonia móvel, a educação também pode dar um salto com IA inclusiva e adaptada à realidade local.
Chamado à ação	Pensar diferente é urgente. Com criatividade e compromisso, podemos tornar a IA um serviço básico da educação, como água e luz.

IA Desplugada na Educação: Superando a Desigualdade Digital para Aprendizagem Inclusiva



Desigualdade Digital

Acesso limitado à tecnologia exclui estudantes.



Aprendizagem Inclusiva

A IA democratiza a educação, alcançando a maioria dos estudantes.

2. Quais são os desafios enfrentados no Brasil que motivam o uso de IA Desplugada na Educação?

No Brasil, o uso da Inteligência artificial (IA) na educação esbarra num contexto de profundas desigualdades. De um lado, há escolas e estudantes prontos para aproveitar novas oportunidades. De outro, a realidade de milhares de escolas revela limitações tão profundas que, se não forem enfrentadas, a IA pode significar mais exclusão, não inclusão.

O país corre dois riscos simultâneos:

- Perder oportunidades de uso efetivo da IA por falta de estrutura;
- Aumentar desigualdades, com poucos se beneficiando e a maioria ficando para trás.

A seguir, apresentamos os principais desafios que motivam novas alternativas como a IA Desplugada na Educação.

2.1 Conectividade limitada: quando a escola não consegue nem começar

Embora 84% das escolas públicas brasileiras tenham algum tipo de acesso à internet, apenas 44% possuem conexão adequada para uso pedagógico. Na maioria dos casos, a internet disponível é de baixa velocidade e reservada para tarefas administrativas. A situação é ainda mais grave na região Norte, onde apenas 47,8% das escolas de ensino fundamental têm acesso à internet banda larga.

Estados como Acre, Amazonas, Roraima, Amapá, Pará e Maranhão apresentam conectividade banda larga inferior a 60%, muito abaixo da média nacional. As tecnologias de IA tradicionais, que exigem conexão constante e de alta qualidade, tornam-se simplesmente inacessíveis para milhões de estudantes nestas regiões.

Essa realidade é evidenciada no mapa abaixo, que mostra o status da conectividade escolar em todo o país, destacando as desigualdades regionais no acesso à internet de qualidade.

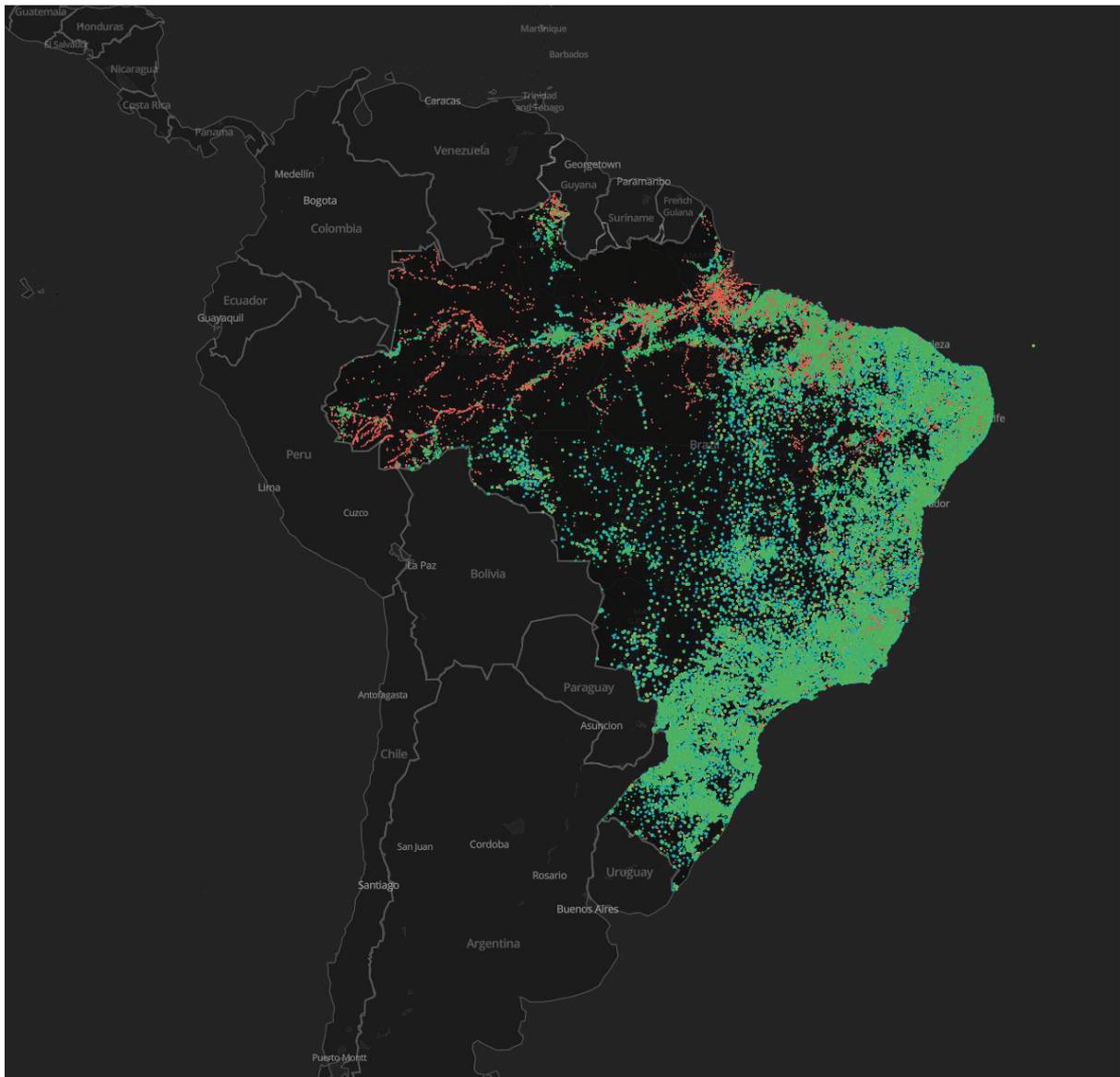


Figura 2. Conectividade em tempo real das escolas no Brasil. Cada ponto no mapa representa uma escola mapeada, indicando seu status de conexão e a qualidade da internet disponível: verde (boa conexão), azul claro (conexão moderada), amarelo (conexão ruim), vermelho (não conectada) e cinza (status desconhecido). Fonte: Giga Maps, dados do NIC.br e governo brasileiro (2025). Link: <https://maps.giga.global/map/country/br>

2.2 Acesso desigual a dispositivos: para quem é a IA?

O acesso a dispositivos tecnológicos nas escolas brasileiras revela desigualdades alarmantes. Na rede municipal, responsável pela maior parte do ensino fundamental, apenas 39,6% das escolas possuem computadores de mesa e somente 34,8% dispõem de computadores portáteis para uso dos alunos.

A situação se agrava quando analisamos a proporção aluno-computador: a média nacional é de 29 estudantes por equipamento, quase três vezes superior à recomendação da UNESCO de 10:1. Em algumas regiões, esta proporção chega a 45:1, tornando impraticável o uso individual de tecnologias digitais.

Na região Norte, por exemplo, os índices são ainda mais preocupantes, com apenas 28,7% de disponibilidade de computadores portáteis para alunos. Nestas condições, implementar soluções de IA convencionais significaria beneficiar apenas uma pequena parcela de estudantes, ampliando ainda mais as desigualdades existentes.



Figura 3. Relação entre número de alunos e computadores nas escolas brasileiras: enquanto a UNESCO recomenda até 10 alunos por dispositivo, a média nacional é de 29 alunos por computador, chegando a 45 alunos por equipamento na região Norte. Fonte: Censo Escolar 2023

2.3 Formação docente insuficiente: sem apoio, a IA vira mais um obstáculo

Embora a maioria dos professores brasileiros possua formação superior (87,3% nos anos iniciais do ensino fundamental), existe uma significativa desconexão entre sua formação e as competências digitais necessárias para utilizar tecnologias educacionais avançadas.

Muitos educadores carecem de habilidades básicas para incorporar ferramentas digitais em suas práticas pedagógicas. Esta lacuna na formação é amplificada pela falta de recursos tecnológicos nas escolas onde atuam, criando um ciclo vicioso: sem acesso à tecnologia, os professores não desenvolvem as habilidades necessárias; sem estas habilidades, mesmo quando há tecnologia disponível, seu uso fica comprometido.

A implementação de IA na educação sem considerar esta realidade resultaria em soluções subutilizadas ou mal aplicadas, desperdiçando investimentos e oportunidades de melhoria educacional.

Funil de competências digitais dos professores brasileiros

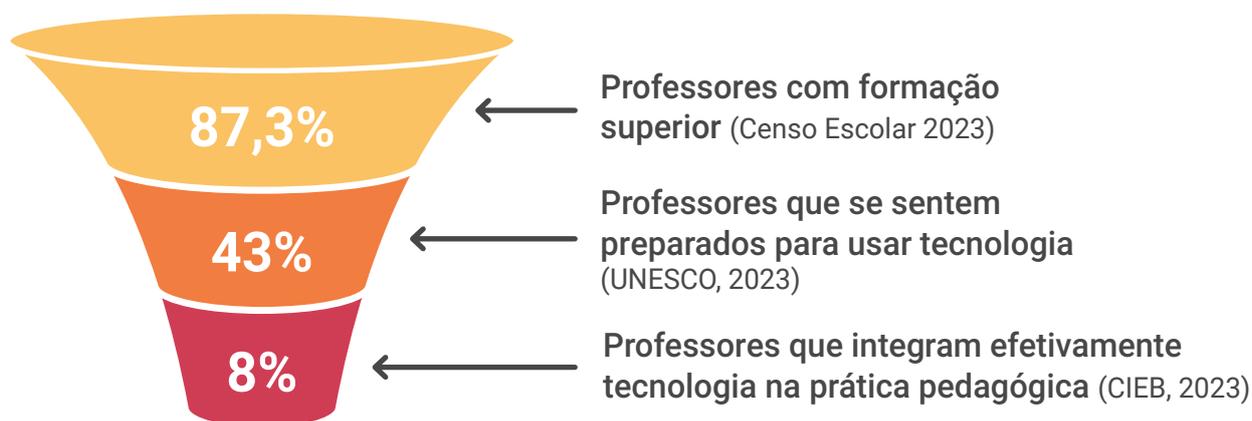


Figura 4. Funil da formação e competência digital dos professores brasileiros: apesar da maioria possuir formação superior, menos da metade sente-se preparada para integrar tecnologias digitais à prática pedagógica, resultando em grande perda de potencial no uso efetivo da tecnologia na educação. Fonte: Adaptado de dados do Censo Escolar 2023, UNESCO (2023) e CIEB.

2.4 Divisão digital e desigualdades regionais: o Brasil que caminha a velocidades diferentes

As disparidades regionais no Brasil vão muito além das diferenças de infraestrutura. Elas representam abismos que determinam oportunidades educacionais completamente distintas dependendo da localização geográfica do estudante.

Enquanto escolas privadas nas capitais do Sul e Sudeste já incorporam tecnologias avançadas, aproximadamente dois terços das crianças em idade escolar no Brasil não possuem acesso à internet em casa, e apenas 39% dos estudantes de escolas públicas têm acesso a computadores em suas residências. Cerca de 45% dependem exclusivamente do smartphone para atividades educacionais, o que limita severamente as possibilidades de aprendizado usando tecnologias.

Projeções indicam que, mantendo-se as tendências atuais, regiões menos desenvolvidas levarão mais de 50 anos para alcançar os níveis de acesso à infraestrutura digital básica das regiões mais avançadas. Para acesso à internet e desenvolvimento de habilidades digitais, esta lacuna pode se estender até depois do ano de 2100.

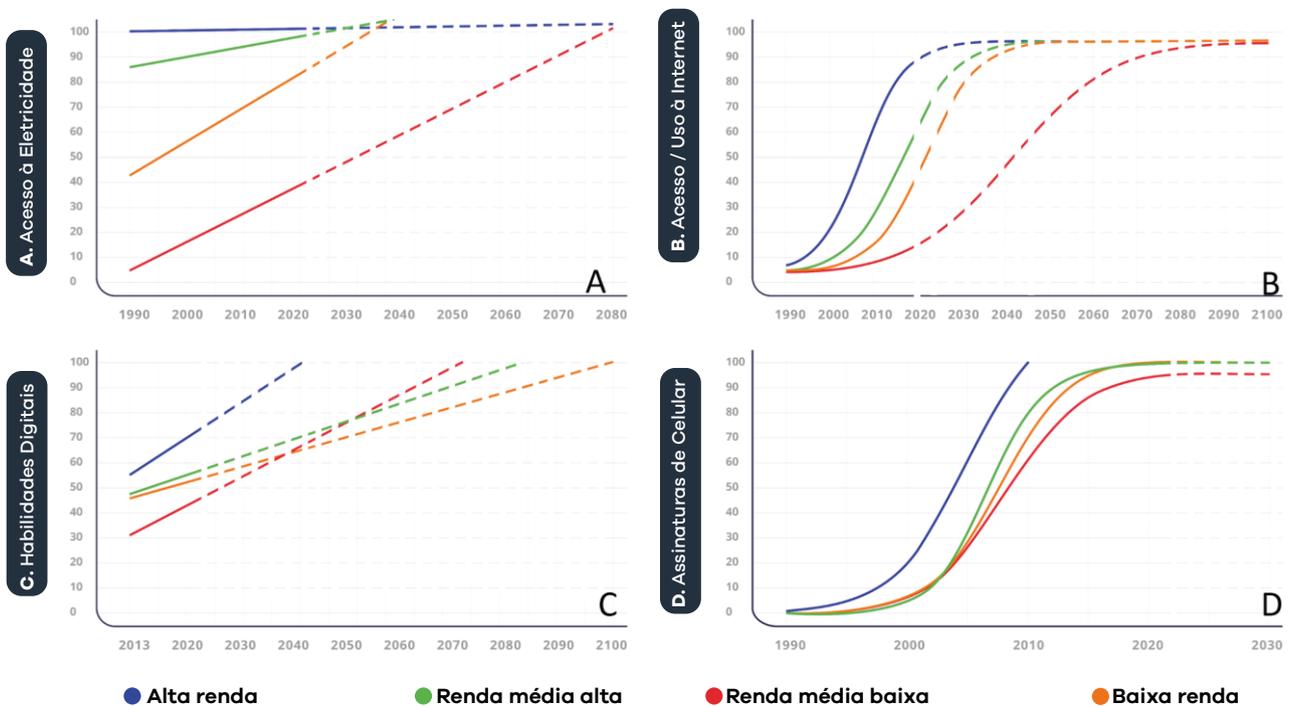


Figura 5. Divisão digital entre países de alta, média e baixa renda: (A) Acesso à eletricidade; (B) Acesso/uso da internet; (C) Habilidades digitais; (D) Acesso/assinatura de telefone celular. Fonte: Isotani et al. (2023).

2.5 O dilema da IA na educação brasileira: exclusão ou inovação?

Este cenário coloca o Brasil diante de um dilema crucial: implementar soluções de IA convencionais, que beneficiariam apenas uma pequena elite educacional com acesso à infraestrutura adequada, ou buscar alternativas inovadoras e inclusivas.

Se escolhermos o caminho convencional, corremos o risco de amplificar ainda mais as desigualdades existentes, criando um sistema educacional de duas velocidades: um pequeno grupo com acesso às mais avançadas tecnologias e a grande maioria completamente excluída dos benefícios da IA na educação.

O paradigma da IA Desplugada na Educação surge justamente como resposta a este dilema. Ao desenvolver soluções que funcionam mesmo em contextos de baixa conectividade e infraestrutura limitada, podemos democratizar o acesso à inovação educacional por meio da IA em uma ferramenta de inclusão, não de exclusão.

Esta abordagem representa tanto uma adaptação tecnológica quanto um compromisso com a equidade educacional, reconhecendo que o avanço tecnológico só é verdadeiramente significativo quando beneficia a todos, independentemente de sua localização geográfica ou condição socioeconômica.

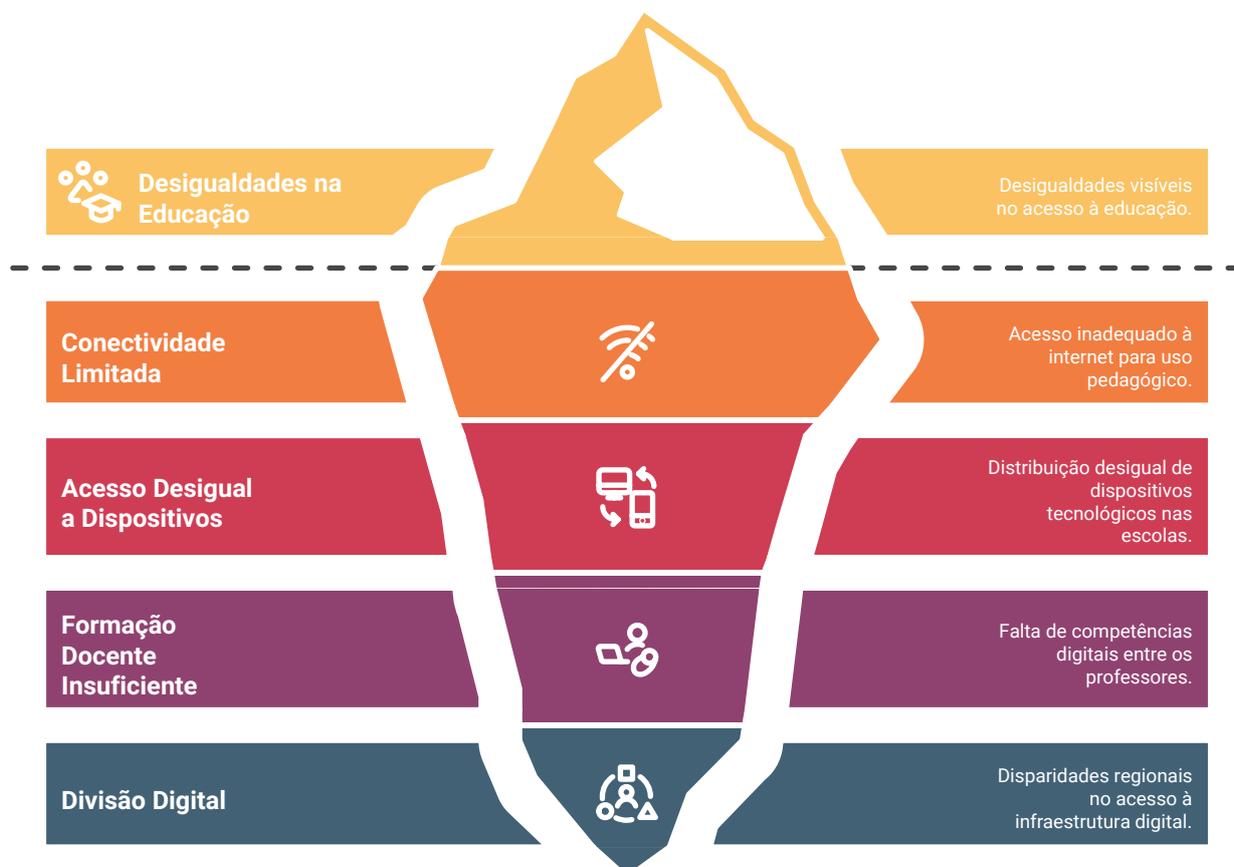


Figura 6. Equilibrando o uso de IA na Educação: enquanto a IA tradicional pode ampliar desigualdades educacionais, a IA Desplugada na Educação abre oportunidades para todos.

Quadro 2. Resumo da seção 2. Quais são os desafios enfrentados no Brasil que motivam o uso de IA Desplugada na Educação?

DESAFIO	RESUMO
1. Conectividade limitada	Apesar de 84% das escolas públicas terem internet, apenas 44% possuem conexão adequada ao uso pedagógico. Regiões como o Norte apresentam cobertura muito inferior à média.
2. Acesso desigual a dispositivos	A média nacional é de 29 alunos por computador , longe da recomendação da UNESCO (10:1). Em alguns locais, chega a 45:1. O acesso é ainda pior na rede municipal e no Norte.
3. Formação docente insuficiente	Apesar de muitos professores terem formação superior, poucos se sentem preparados para usar tecnologias digitais, por falta de capacitação e de recursos em suas escolas.
4. Desigualdades regionais profundas	Sem soluções inclusivas, a IA tende a beneficiar poucos. O modelo atual pode criar um sistema educacional com dois níveis de acesso, ampliando desigualdades existentes.
Resposta: IA Desplugada na Educação	Alternativa que busca democratizar a inovação , com soluções acessíveis, offline ou em dispositivos simples, priorizando equidade em vez de exclusão.

Desafios na Implementação da IA na Educação Brasileira.



3. O que é IA Desplugada na Educação?

O paradigma de Inteligência Artificial Desplugada na Educação (IAED-U) une três áreas principais: Inteligência Artificial, Educação e o conceito de “desplugado”. A Figura 7 mostra como essas áreas se conectam para formar a ideia de IAED-U. Esse novo modelo propõe usar tecnologias de IA adaptadas para locais com pouca ou nenhuma conexão com a internet e poucos recursos tecnológicos. A proposta é criar soluções acessíveis, fáceis de expandir e compatíveis com a realidade local, para que alunos e professores também possam aproveitar as inovações em IA, mesmo em regiões desfavorecidas. Nesta seção, vamos apresentar e discutir os principais elementos da IAED-U, conforme proposto por Isotani e colegas (2023).

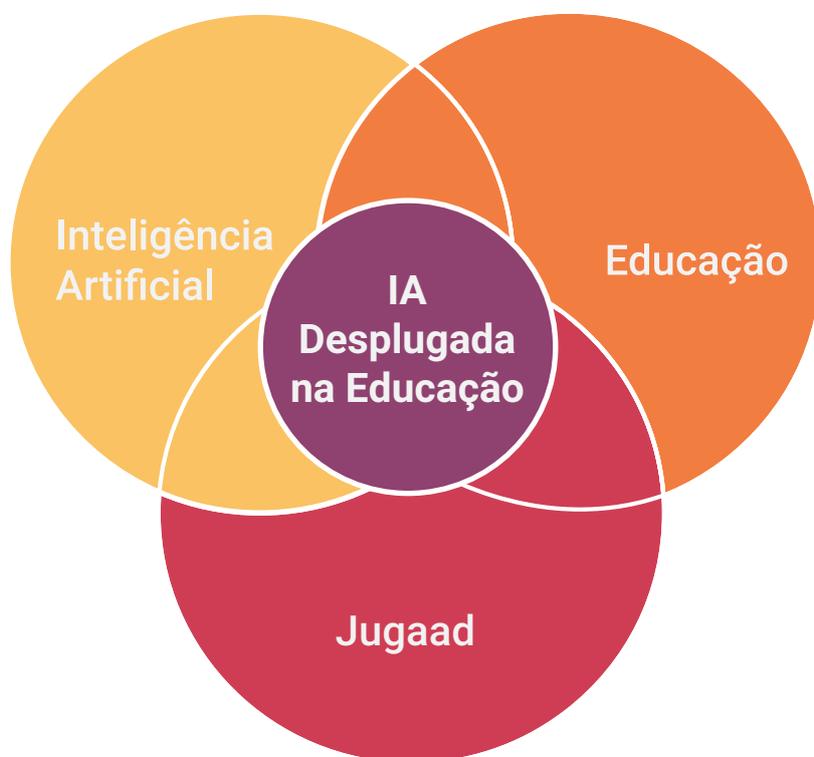


Figura 7. Pontos principais do conceito de “Jugaad” na IAED-U.

A IAED-U foi desenvolvida com a colaboração de gestores, educadores, pesquisadores e responsáveis por políticas públicas. Durante seis anos de trabalho, incluindo oficinas, entrevistas, visitas técnicas e elaboração de políticas, Isotani e colegas identificaram os pontos essenciais para adaptar o uso da IA à realidade de países do sul global, como o Brasil. O objetivo principal é apoiar comunidades que, historicamente, têm sido deixadas para trás em razão da falta de infraestrutura digital. Assim, surgiu o paradigma da IAED-U.

O que é a inovação Jugaad?

A inovação Jugaad busca criar soluções simples, criativas e acessíveis, usando os recursos disponíveis no local. Ela tem dois focos:

- **Desenvoltura:** usar o que já existe para encontrar soluções (resourcefulness).
- **Simplicidade:** criar algo fácil de entender, usar e manter, sem exigir longos treinamentos.

Ou seja, enquanto desenvoltura busca conceber soluções criativas a partir dos recursos já disponíveis em um determinado ambiente, a simplicidade foca na criação de soluções que são fáceis de manter e usar, almejando, por exemplo, que a solução não exija treinamento extensivo por parte de seus usuários.



Figura 8. Pontos principais do conceito de "desplugado" na IAED-U.

O que significa "desplugado" na IAED-U?

O termo "desplugado" se refere a dois pontos principais, mostrados na Figura 8:

- As soluções de IA não podem depender da internet o tempo todo para funcionar.
- As soluções precisam considerar que os estudantes e professores podem ter pouca experiência com tecnologia, por estarem em contextos de exclusão digital.
- As soluções devem considerar que as realidades locais exigem que, muitas vezes, diferentes atores educacionais, como estudantes, professores e gestores, estejam desplugados.

Com isso, a IAED-U traz para a área de educação ideias inspiradas no conceito de inovação de "Jugaad", que surgiu na Índia (Radjou, 2012).

Quais são os princípios da IAED-U?

A partir desses conceitos, a IAED-U propõe cinco princípios fundamentais (Figura 9):

- **Conformidade:** As soluções devem se adaptar ao ambiente onde serão usadas, respeitando a infraestrutura e os métodos de ensino existentes.
- **Desconexão:** Devem funcionar com ou sem acesso à internet.
- **Proxy (Intermediário):** Como o aluno muitas vezes não tem acesso direto à tecnologia (ou seja, está desplugado), o professor deve ser o mediador entre a solução de IA e os estudantes.
- **Multiusuário:** As soluções devem permitir o uso compartilhado de equipamentos e softwares, de maneira natural.
- **Simplicidade:** A interface e as funções devem ser simples, para que qualquer pessoa que saiba usar um celular consiga utilizar a ferramenta.

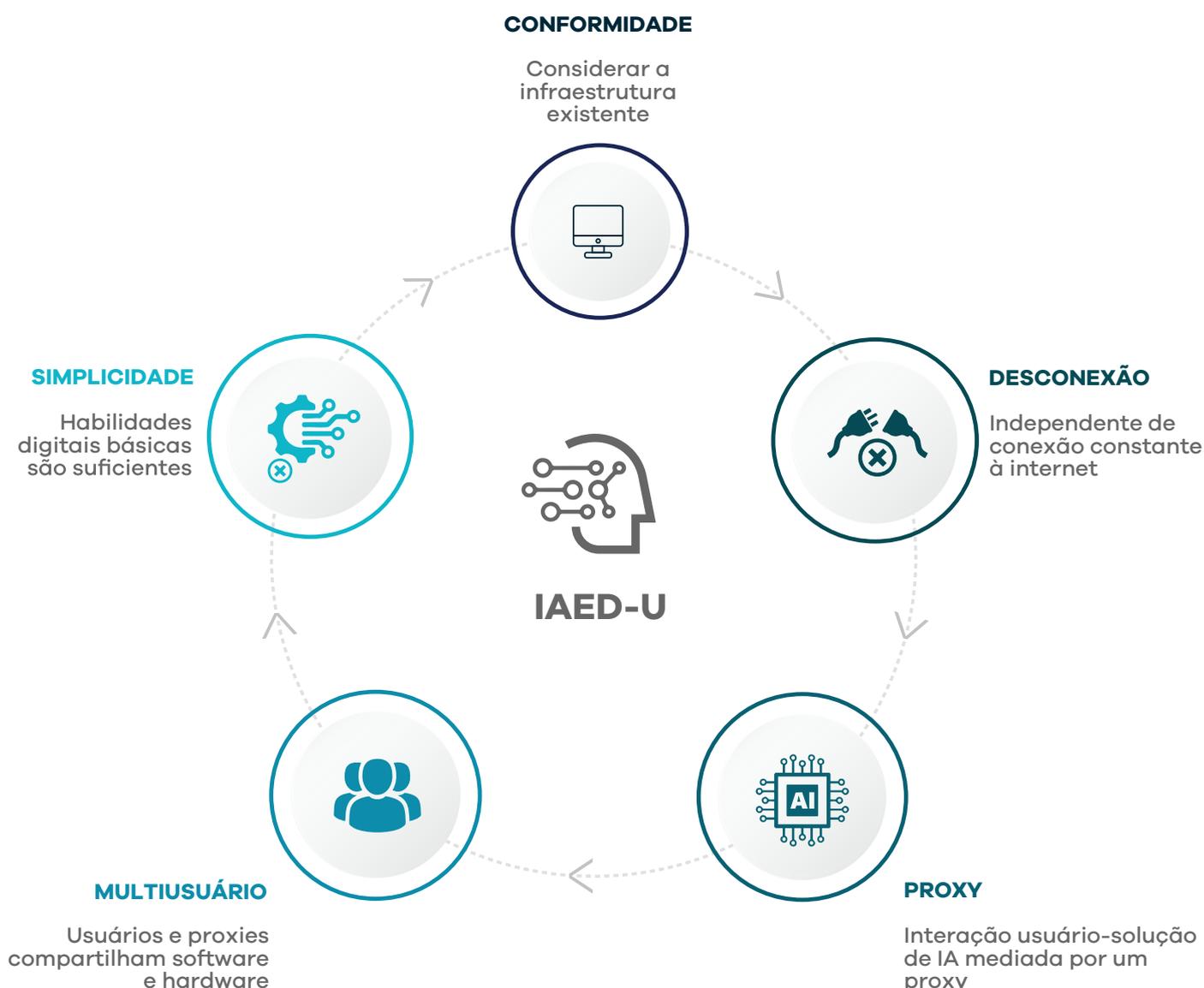


Figura 9. Princípios fundamentais da IAED-U. Fonte: Isotani et al. (2023).

Exemplo de aplicação: o Tutor Desplugado

Para entender como esses princípios funcionam na prática, veja o exemplo hipotético do **Tutor Desplugado**.

Em uma escola rural do Brasil, onde a internet é limitada e faltam materiais atualizados, foi implantado o Tutor Desplugado, um sistema baseado em IAED-U. Ele funciona em aparelhos de baixo custo, como o Raspberry Pi, para apoiar o ensino de Matemática.

Como funciona na prática?

- O professor apresenta atividades alinhadas ao currículo local.
- Os alunos resolvem os exercícios no caderno e depois inserem as respostas no sistema.
- O sistema corrige as respostas e dá um feedback imediato. Se houver erro, ele explica o que foi errado de maneira simples, ajudando o aluno a aprender.
- O professor recebe relatórios sobre o desempenho da turma e pode identificar onde estão as maiores dificuldades.
- Mesmo sem internet, o sistema funciona normalmente. Quando há conexão, os dados são sincronizados para análise.

Como o Tutor Desplugado se encaixa nos princípios da IAED-U?

- **Conformidade:** Foi pensado para funcionar em escolas com poucos recursos e respeitar o currículo local.
- **Desconexão:** Funciona offline e só sincroniza dados quando a internet está disponível.
- **Proxy:** Como nem todos os alunos têm seus próprios aparelhos, o professor atua como intermediário.
- **Multiusuário:** O mesmo equipamento pode ser usado por várias turmas e professores.
- **Simplicidade:** A ferramenta é fácil de usar e não exige treinamento avançado.

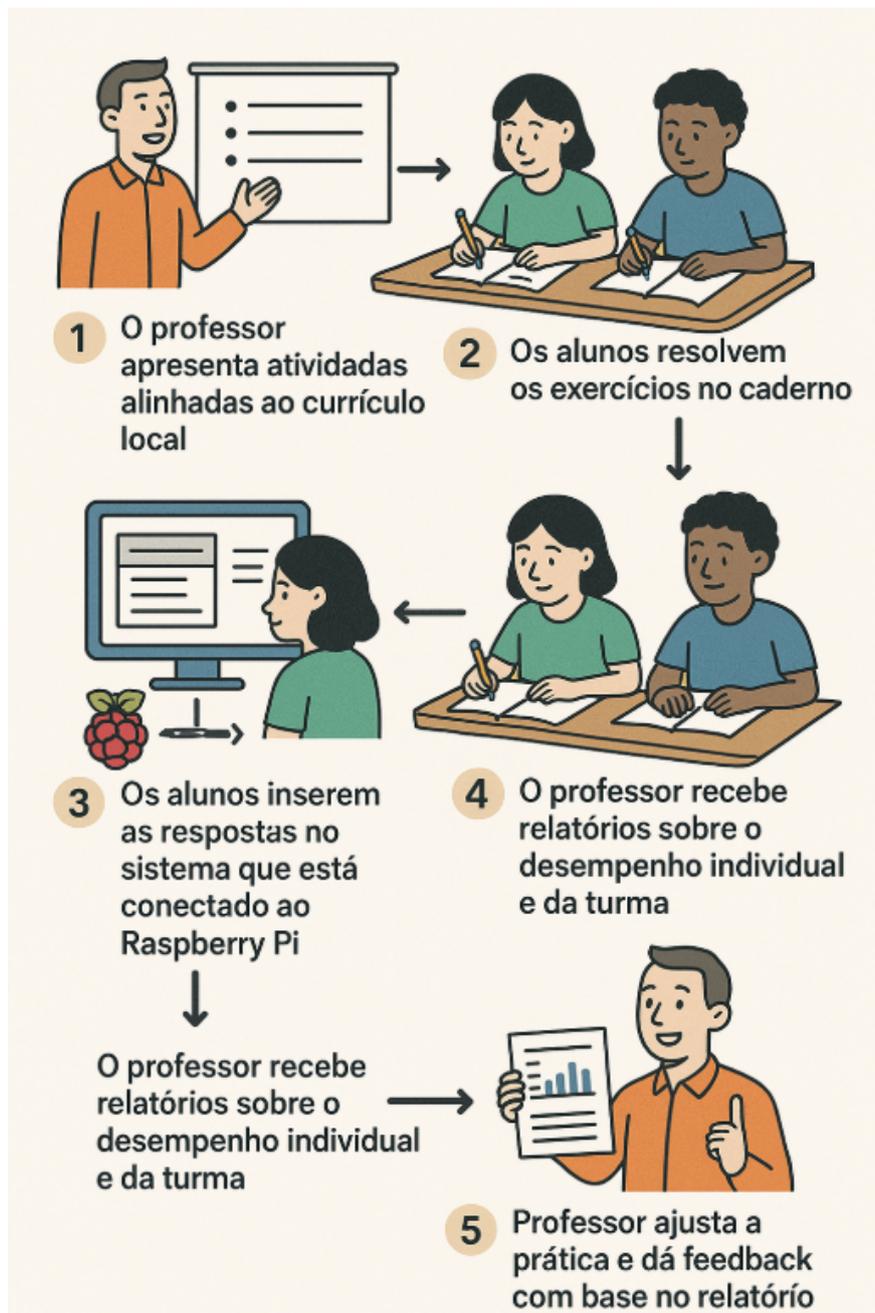
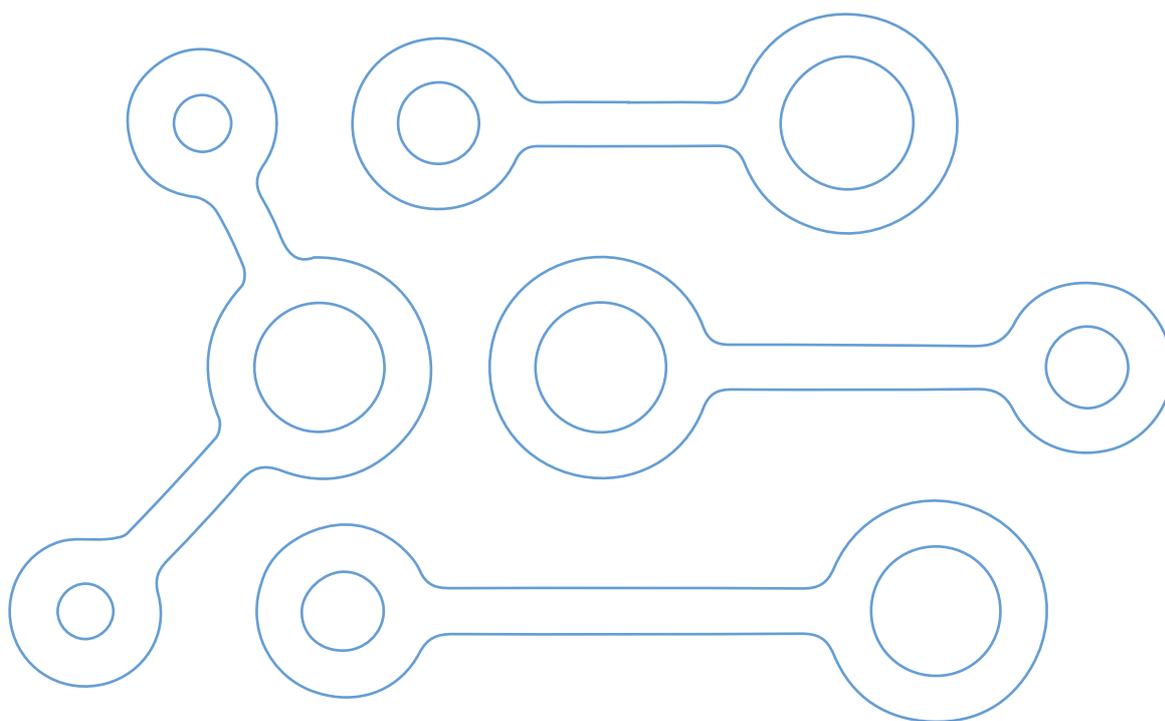


Figura 10. Exemplo de fluxo de uso do tutor desplugado: solução com IA que funciona offline, apoiando professores e alunos com atividades alinhadas ao currículo, correção automatizada e relatórios de desempenho mesmo em contextos com pouca conectividade.

Quadro 3. Resumo da seção 3. O que é IA Desplugada na Educação?

ASPECTO	RESUMO
Conceito central	IAED-U é a integração entre Inteligência Artificial, Educação e o conceito de "desplugado": soluções acessíveis, offline e adaptadas à realidade local.
Objetivo	Democratizar o acesso à IA na educação em contextos com pouca infraestrutura digital, beneficiando comunidades historicamente excluídas.
O que significa "desplugado"?	- Sem depender de internet constante - Projetado para pessoas com pouca experiência tecnológica
Inspiração: Inovação Juguad	Criar soluções simples, criativas e acessíveis, com: - Desenvoltura: usar recursos já existentes - Simplicidade: fácil de usar e manter
Princípios da IAED-U	1. Conformidade: Adaptação ao contexto local 2. Desconexão: Funcionar offline 3. Proxy: Professor como mediador 4. Multiusuário 5. Simplicidade
Exemplo: Tutor Desplugado	Sistema de IA usado em escola rural para apoiar o ensino de matemática. Funciona offline em dispositivos simples, com feedback automático e relatórios ao professor.
Aplicação dos princípios no exemplo	Conformidade: Alinhado ao currículo local Desconexão: Funciona sem internet Proxy: Professor media o uso Multiusuário: Um dispositivo para vários usuários Simplicidade: Interface acessível e intuitiva



4. Quais são os tipos de IAED-U? Quem está desplugado?

A proposta desplugada da IAED-U foi criada para facilitar o uso da IA na educação, especialmente em locais com pouca infraestrutura. Ainda que sua base continue a mesma, alguns elementos relacionados a seus cinco princípios podem mudar com o tempo, conforme a infraestrutura das escolas melhora.

Essa mudança, no entanto, não acontece de forma igual para todos. Algumas escolas recebem conexão com a internet antes de ganharem novos equipamentos e vice-versa. Por isso, quem desenvolve soluções de IA para a educação precisa olhar para as condições reais de cada lugar. Em países em desenvolvimento, onde as melhorias são lentas e desiguais, é importante que a estrutura desplugada seja flexível, ou seja, capaz de se adaptar aos diferentes momentos de cada realidade, garantindo que a IA continue acessível e útil.

Essa perspectiva foi recentemente introduzida por Uema et al. (2025). Ela interpreta a IAED-U a partir de cinco estágios, onde diferentes atores educacionais estão desplugados em cada um deles. Assim, é possível estabelecer diferentes tipos de IAED-U, conforme apresentado a seguir.

1. Estágio Inicial – “Totalmente Desplugado”: Aqui, há poucos recursos e pouco uso de tecnologia por professores e estudantes. Neste estágio, é muito importante o apoio do governo, com formações gratuitas e suporte técnico. Para superar esses desafios e avançar ao próximo estágio, o caminho inclui lidar, ao menos parcialmente, com a falta de conexão, a necessidade de compartilhamento de dispositivos ou o baixo letramento digital dos usuários;

2. Estágio Intermediário – “Desplugado Parcial com Conectividade ou Dispositivos”: Neste momento, a escola já tem alguma melhora: ou passa a ter internet, ou ganha mais equipamentos. Isso permite que os sistemas de IA recebam atualizações e gerem respostas mais rápidas e que vários alunos usem a tecnologia ao mesmo tempo, com mais conteúdo e personalização. Por outro lado, ainda há dificuldades com o uso da tecnologia, mas professores e estudantes tendem a começar a aceitar melhor essas ferramentas graças a seus resultados melhorados. Por isso, neste estágio é razoável ampliar a formação digital, incluindo também familiares e gestores escolares. Então, para superar esses desafios e avançar ao próximo estágio, é necessário superar completamente a barreira do letramento digital.

3. Estágio Avançado – “Semi-Plugado com Uso Direto”: Neste estágio, a escola já tem melhor estrutura e os usuários sabem usar a tecnologia. Se torna possível, então, explorar dois modelos de uso: i) com ajuda do professor, onde ele serve de ponte entre o aluno e a IA, e ii) com acesso direto, onde os alunos usam as ferramentas sozinhos. Isso permite personalizar ainda mais o ensino, ajudar estudantes com deficiência e melhorar a gestão escolar com base em dados.

4. Estágio Disruptivo – “Pronto para Inovar”: Neste ponto, a escola já tem boa internet e bons equipamentos. A tecnologia pode ir além do básico e até mesmo incluir dispositivos mais elaborados, como realidade virtual e aumentada, entre outros recursos. Essa melhoria permite adaptar os conteúdos às realidades locais, inovar na forma de ensinar, reduzir o trabalho dos professores e usar dados detalhados para melhorar a gestão, entre outras aplicações relevantes. Neste ponto, o avanço ao estágio exige não só o letramento digital, mas a disponibilidade de dispositivos para uso individual, além de abrir oportunidades de aplicações disruptivas, ou seja, aquelas que ultrapassam o princípio da conformidade.

5. Estágio Final – “Totalmente Plugado”: Por fim, chega-se ao nível em que a escola tem infraestrutura robusta: internet rápida, dispositivos modernos e acesso à nuvem. Os sistemas de IAED, então, passam a ser capazes de oferecer inúmeras funcionalidades, incluindo mas não limitadas a planejamento personalizado para cada professor e estudante, apoio completo no ensino de todo

o conteúdo escolar, ajuda em tempo real, tanto para ensinar quanto para aprender, sistemas de gestão escolar inteligentes, com dados para orientar decisões, apoio constante à formação dos professores, e monitoramento de indicadores de inclusão e qualidade da educação.

À luz dessas diferentes perspectivas, destacamos que a fronteira entre a IA na Educação e IAED-U não deve ser vista como uma linha fixa. Em vez disso, a relação IAED-U e IA na Educação reside em um caminho de transição que reflete as realidades diversas dos ambientes educacionais ao redor do mundo. A Figura 11 apresenta um resumo dos diferentes estágios em que este caminho pode se encontrar a depender da realidade educacional, destacando como os cinco princípios da IAED-U se aplicam em cada um deles.

Recursos limitados Desplugado	Poucos recursos Desplugado	Recursos médios Desplugado	Recursos altos Desplugado	Totalmente Plugado
<ul style="list-style-type: none"> - Conformidade - Desconexão - Intermediário (proxy) - Multiusuário - Falta de habilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Conformidade - Desconexão - Intermediário (proxy) 	<ul style="list-style-type: none"> - Conformidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconexão / Conexão - Intermediário (proxy) / Acesso direto 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Desconexão / Conexão - Multiusuário / Usuário único - Falta de habilidade / Habilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconexão / Conexão - Intermediário (proxy) / Acesso direto - Multiusuário / Usuário único 	<ul style="list-style-type: none"> - Disruptivo - Usuário único - Habilidade 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Habilidade 		<ul style="list-style-type: none"> - Acesso direto - Conexão - Disruptivo - Usuário único - Habilidade

Figura 11. Progressão da IAED-U de acordo com os diferentes estágios a ser aplicada.

A IAED-U atua como ponto de partida essencial, permitindo que comunidades com infraestrutura limitada também se beneficiem das inovações tecnológicas. À medida que a conectividade e os recursos avançam, essa abordagem vai se aproximando das aplicações mais completas da IA, promovendo uma jornada de inclusão digital e pedagógica. Reconhecer e apoiar essa progressão não é apenas uma estratégia tecnológica, mas uma ação fundamental para melhorar a aprendizagem, valorizar o papel dos educadores e reduzir desigualdades históricas no acesso à educação de qualidade.

Em resumo

A IAED-U propõe repensar o desenvolvimento e o uso da Inteligência Artificial na educação, para que ela sirva também a regiões com baixa infraestrutura tecnológica. A ideia é usar a IA para superar barreiras, apoiar estudantes e comunidades vulneráveis e acelerar o desenvolvimento econômico, diminuindo a diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Quadro 4. Resumo da seção 4. Quais são os tipos de IAED-U? Quem está desplugado?.

PONTO-CHAVE	RESUMO
IAED-U é progressiva	A Desplugada na Educação (IAED-U) se adapta a diferentes níveis de infraestrutura. À medida que escolas avançam em conectividade e acesso a dispositivos, a IAED-U evolui em complexidade e autonomia.
5 Estágios de aplicação	A proposta divide o uso da IAED-U em 5 estágios: (1) Totalmente Desplugado, (2) Desplugado Parcial, (3) Semi-Plugado, (4) Pronto para Inovar, e (5) Totalmente Plugado. Cada estágio considera quem está desplugado (escola, professores, estudantes) e o que é possível fazer com a infraestrutura disponível.
Estágio 1 – Totalmente Desplugado	Poucos recursos, professores e alunos com baixo letramento digital. Alta dependência de apoio externo e soluções simples. Foco em iniciar uso básico da IA mesmo sem internet.
Estágio 2 – Desplugado Parcial	Escola ganha conectividade ou dispositivos. Começa a haver personalização e melhor aceitação da IA. Formação digital deve incluir também famílias e gestores.
Estágio 3 – Semi-Plugado	Escola tem melhor infraestrutura e usuários sabem usar tecnologia. Alunos interagem com a IA diretamente ou com mediação do professor. Geração de dados e apoio a estudantes com deficiência se tornam possíveis.
Estágio 4 – Pronto para Inovar	Infraestrutura permite uso de tecnologias avançadas (ex: realidade aumentada). IA pode apoiar gestão escolar, personalizar o ensino e reduzir a sobrecarga docente.
Estágio 5 – Totalmente Plugado	Escola com conectividade robusta, acesso à nuvem e múltiplos dispositivos. IA oferece planejamento individual, apoio em tempo real, monitoramento e formação contínua de professores.
Flexibilidade e transição	A IAED-U não é um modelo fixo. Ela acompanha a evolução da realidade local, permitindo uma transição gradual e inclusiva em direção ao uso pleno da IA.
Compromisso com a inclusão	IAED-U busca garantir que todos — mesmo os mais excluídos digitalmente — possam se beneficiar da IA. É uma estratégia para democratizar o acesso à inovação educacional e reduzir desigualdades históricas.

5. Como essas soluções estão sendo aplicadas na prática?

Desde que foi criado, o paradigma de IAED-U tem sido o foco de muitos estudos e produtos desenvolvidos no NEES. Ele orienta o planejamento, a criação e o desenvolvimento de soluções de IA voltadas para apoiar a educação no Brasil, em diversas áreas. Entre os temas já trabalhados estão a avaliação educacional, o letramento matemático e a resolução de dúvidas. Dentro desse contexto, o restante desta seção apresenta quatro exemplos de soluções de IA desenvolvidas com base nos princípios fundamentais do paradigma IAED-U.

5.1 Avaliação Educacional

1. Identificação da Solução

Nome da Solução: *Sistema de Avaliação Automática de Redações*

Área de Aplicação: *Avaliação Educacional*

Desenvolvido por: *Isotani et al. (2023)*

2. Contextualização

Público-alvo: Professores e estudantes da Educação Básica, especialmente em escolas públicas localizadas em regiões com baixa conectividade digital e alta desigualdade social.

Problema educacional abordado: Processo de avaliação de redações demorado (cerca de quatro meses), caro e logisticamente complexo, inviável para avaliações formativas contínuas.

Desafios específicos do contexto brasileiro: Baixa infraestrutura tecnológica em escolas públicas, necessidade de não sobrecarregar professores, manutenção do ambiente escolar tradicional.

3. Descrição da Solução

Funcionamento: Sistema que utiliza dispositivos móveis e papel com QR codes para avaliação automática de redações manuscritas, oferecendo feedback formativo rápido, mesmo em ambientes com infraestrutura digital limitada.

Processo em etapas:

1. Alunos escrevem redações em folhas de papel com QR codes e marcações específicas.
2. Professores fotografam as redações usando um aplicativo móvel simples.
3. Imagens são armazenadas localmente e enviadas ao servidor quando houver conexão.
4. Sistema utiliza Visão Computacional e PLN para avaliar os textos com base em uma rubrica.
5. Feedback é impresso em painéis pedagógicos para uso em sala de aula.

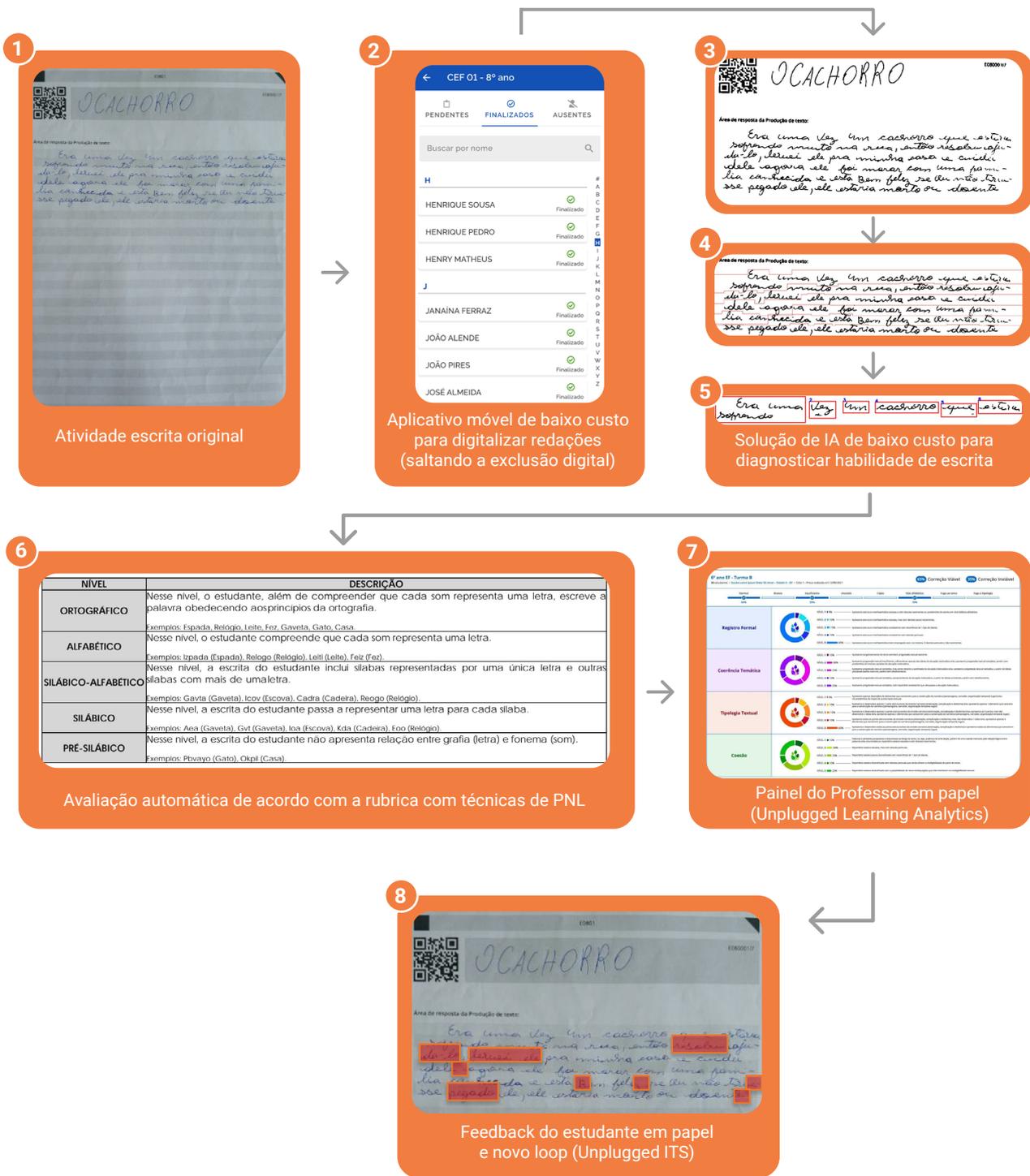


Figura 12. Funcionamento da solução de IAED-U para apoio ao desenvolvimento de habilidades de escrita proposta por Isotani et. al. (2023). Adaptado de Isotani et. al. (2023).

4. Princípios IAED-U Aplicados

- **Conformidade:** Integra-se ao ambiente escolar tradicional, usando papel e dispositivos móveis simples.
- **Desconexão:** Funciona offline, eliminando a dependência de conectividade constante.
- **Proxy:** O professor atua como mediador entre o sistema de IA e os alunos desplugados.
- **Multiusuário:** Permite uso coletivo sem necessidade de logins individuais.
- **Simplicidade:** Interface amigável e intuitiva, sem exigir habilidades digitais avançadas.

5. Resultados e Impacto

Principais benefícios: Redução do tempo de avaliação, melhoria na acessibilidade à avaliação formativa, diminuição de custos operacionais.

Dados de eficácia: Demonstrou contribuição para o aprendizado de estudantes, inclusive em regiões rurais (Portela et al., 2024).

Adaptabilidade ao contexto brasileiro: Design adaptado às realidades brasileiras com operação offline, usabilidade intuitiva e foco em inclusão digital.

6. Inovação e Escalabilidade

Elementos inovadores: Combina IA com práticas tradicionais de sala de aula, possibilita avaliação de redações manuscritas sem exigir mudanças profundas no processo pedagógico.

Potencial de expansão: Aplicável em escolas de regiões remotas e vulneráveis, como as localizadas na Amazônia e no semiárido nordestino.

7. Materiais Adicionais

PORTELA, Carlos et al. AI in Education Unplugged Support Equity Between Rural and Urban Areas in Brazil. In: Proceedings of the 13th International Conference on Information & Communication Technologies and Development. 2024. p. 143-154.: <https://dl.acm.org/doi/full/10.1145/3700794.3700810>

PORTELA, Carlos et al. A case study on AIED unplugged applied to public policy for learning recovery post-pandemic in Brazil. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 788-796.: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-36336-8_120

5.2 Letramento Matemático

1. Identificação da Solução

Nome da Solução: *MathAlde*

Área de Aplicação: *Letramento Matemático*

Desenvolvido por: *Rodrigues et al. (2023)*

2. Contextualização

Público-alvo: Professores da educação básica, especialmente os que atuam nos anos iniciais do ensino fundamental em escolas públicas.

Problema educacional abordado: Dificuldade na personalização do ensino matemático devido à grande quantidade de alunos e à dificuldade em oferecer feedback individualizado.

Desafios específicos do contexto brasileiro: Carência de infraestrutura tecnológica adequada em muitos ambientes educacionais brasileiros.

3. Descrição da Solução

Funcionamento: Solução móvel que apoia professores na personalização do letramento matemático através de avaliações automatizadas, geração de feedbacks e listas de atividades, sem alterar o ambiente tradicional de sala de aula.

Processo em etapas:

1. Professor gera listas de atividades educacionais com apoio do app.
2. Estudantes resolvem as atividades com papel e caneta.
3. Professor fotografa as respostas usando o app.
4. Sistema analisa as imagens, identifica e avalia equações e fornece feedback personalizado.
5. Professor revisa, repassa aos estudantes e usa para gerar novas atividades personalizadas.

4. Princípios IAED-U Aplicados

- **Conformidade:** Estudantes seguem usando papel e lápis; o app funciona em smartphones já presentes na maioria dos contextos.
- **Proxy:** Professor atua como mediador entre a IA e os estudantes.
- **Multiusuário:** Permite que um único professor administre o uso da ferramenta para vários alunos.
- **Simplicidade:** Interface intuitiva que possibilita uso por professores com habilidades digitais básicas.

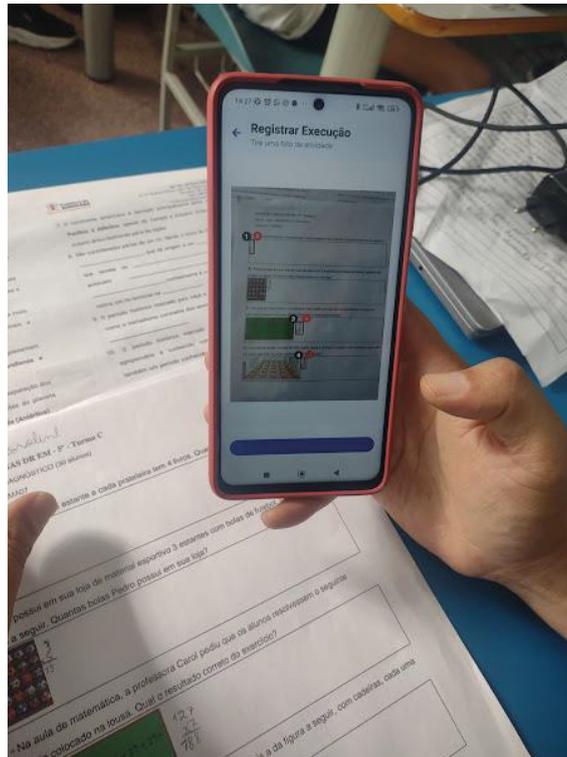


Figura 13. Uso do MathAide para fotografar as atividades de um estudante, feitas com papel e lápis, identificar e avaliar equações e fornecer feedback para o professor encaminhar ao estudante, analisar o aprendizado e gerar novas atividades personalizadas.

5. Resultados e Impacto

Principais benefícios: Maior facilidade na avaliação de atividades, planejamento de aulas mais envolventes e melhor apoio à personalização do ensino.

Dados de eficácia: Demonstrou boa usabilidade entre professores de diferentes regiões brasileiras, mesmo entre aqueles com habilidades digitais limitadas (Rodrigues et al., 2024).

Adaptabilidade ao contexto brasileiro: Abordagem de manuscrita desplugada e facilidade de uso tornam-no adequado para a realidade das escolas públicas brasileiras.

6. Inovação e Escalabilidade

Elementos inovadores: Preserva o ambiente tradicional de ensino enquanto incorpora IA para personalizar o aprendizado matemático.

Potencial de expansão: Aplicável sem necessidade de treinamento intensivo, facilitando a adoção em diferentes contextos escolares.

7. Materiais Adicionais

RODRIGUES, Luiz et al. MathAide in the Classroom: A Qualitative Analysis of Teachers' Perspectives of Intelligent Tutoring Systems Unplugged. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). SBC, 2024. p. 1515-1528.: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31338>

RODRIGUES, Luiz et al. Mathaide: A qualitative study of teachers' perceptions of an its unplugged for underserved regions. International Journal of Artificial Intelligence in Education, v. 35, n. 1, p. 2-30, 2025.: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-024-00397-y>

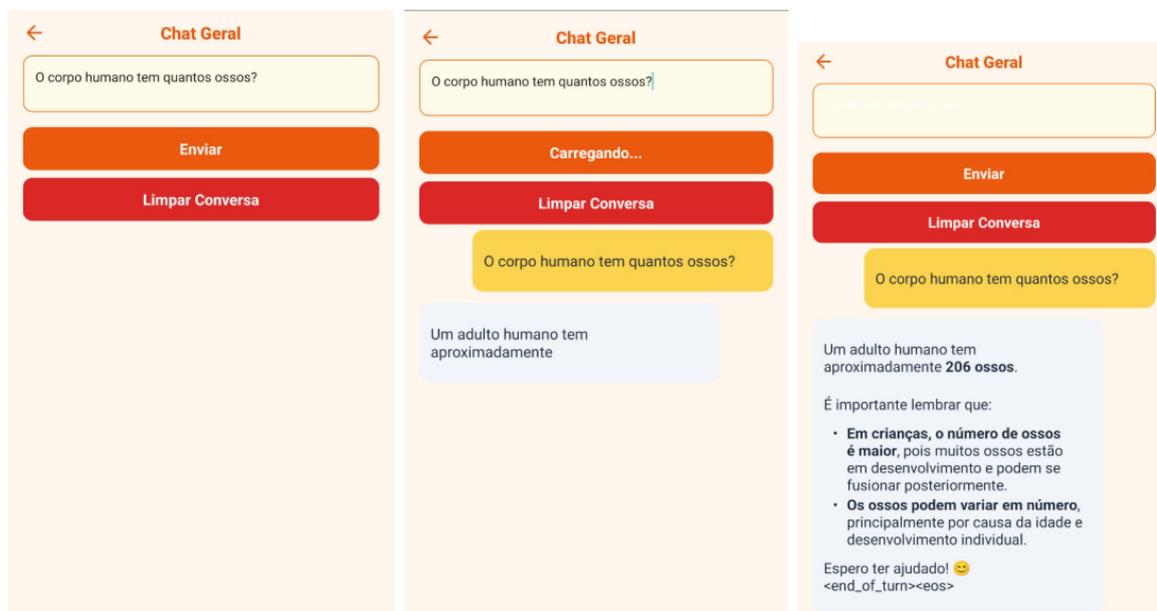
5.3 Resolução de Dúvidas

1. Identificação da Solução

Nome da Solução: Sistema de Resolução de Dúvidas baseado em LLMs

Área de Aplicação: Resolução de Dúvidas Educacionais

Desenvolvido por: Santos et al. (2024)



2. Contextualização

Público-alvo: Estudantes da educação básica, especialmente do ensino fundamental e médio, localizados em contextos de infraestrutura limitada.

Problema educacional abordado: Dificuldade na personalização do ensino em escolas com baixa conectividade, onde professores enfrentam desafios para atender dúvidas individuais de forma rápida e contextualizada.

Desafios específicos do contexto brasileiro: Falta de acesso à internet e dispositivos individuais, especialmente em regiões de vulnerabilidade social.

3. Descrição da Solução

Funcionamento: Sistema baseado em LLMs que opera localmente em smartphones, oferecendo suporte ao responder questões abertas curtas, mesmo em ambientes sem acesso à internet.

Processo em etapas:

1. Professor apresenta os conteúdos educacionais aos estudantes.
2. Estudante apresenta uma questão ao sistema por meio de um smartphone sem acesso à internet.
3. Sistema gera resposta automaticamente, incluindo explicações, exemplos e recomendações personalizadas.
4. Professor revisa e adapta as respostas sugeridas, mantendo alinhamento com o currículo.

5. Respostas são exploradas individualmente ou em grupo.

4. Princípios IAED-U Aplicados

- **Conformidade:** Apoiar práticas pedagógicas existentes, auxiliando o professor na resolução de dúvidas.
- **Desconexão:** Funciona totalmente offline, eliminando necessidade de internet.
- **Multiusuário:** Respostas geradas podem ser utilizadas com diferentes turmas e perfis de estudantes.
- **Simplicidade:** Interação intuitiva que requer apenas a inserção das dúvidas.

5. Resultados e Impacto

Principais benefícios: Maior agilidade na resolução de dúvidas, personalização do ensino mesmo em escolas sem internet, suporte pedagógico em tempo real sem sobrecarregar o professor.

Dados de eficácia: Resultados preliminares demonstram qualidade das respostas (Barros et al., 2025), com evolução do tempo de resposta de minutos para segundos (Santos et al., 2024).

Adaptabilidade ao contexto brasileiro: Operação offline viabiliza uso em contextos de baixa infraestrutura, permitindo que estudantes de regiões vulneráveis acessem tecnologias de IA avançadas.

6. Inovação e Escalabilidade

Elementos inovadores: Operação totalmente offline com LLMs otimizados para smartphones de baixo custo, fornecendo apoio direto à mediação do professor na resolução de dúvidas.

Potencial de expansão: Aplicável em diversas disciplinas e contextos educacionais, mantendo sempre o professor como mediador crítico no processo.

7. Materiais Adicionais

BARROS, Aristoteles et al. Evaluating Large Language Model Quality in Resource-Constrained Environments: An Educational Stakeholders' Survey on Accuracy, Completeness, and Readability in Brazil. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. p. 218-232.: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-98417-4_16

MONTEIRO, Mateus et al. "Small Device, Big Decision:" Comparing Lightweight LLMs' Computational Performance and Output Quality for AIED Unplugged. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. p. 160-167.: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-99267-4_20

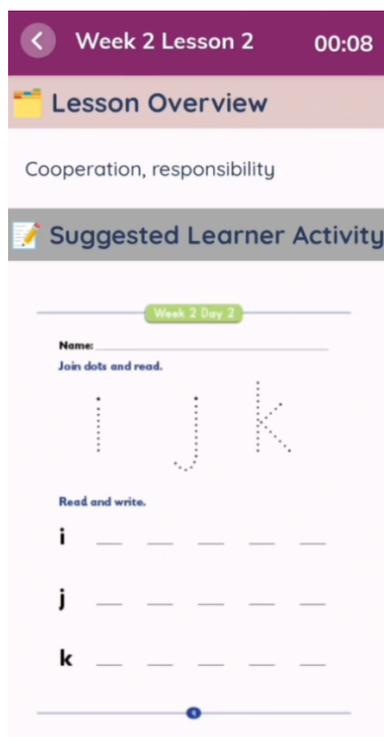
5.4 EIDU

1. Identificação da Solução

Nome da Solução: *Plataforma Integrada de Aprendizagem Personalizada com Apoio à Docência e Avaliação Automatizada*

Área de Aplicação: *Letramento, Numeracia e Avaliação Educacional*

Desenvolvido por: *EIDU.*



2. Contextualização

Público-alvo: Estudantes da educação básica (com foco em alfabetização e numeracia), professores da rede pública, formadores de professores e gestores educacionais.

Problema educacional abordado: Baixo desempenho em alfabetização e numeracia em escolas públicas, dificuldade na personalização da aprendizagem e na oferta de suporte pedagógico contínuo, além de desafios em avaliação formativa em larga escala.

Desafios específicos do contexto brasileiro: Infraestrutura limitada, conectividade irregular, falta de recursos didáticos personalizados, sobrecarga dos professores e necessidade de alinhamento com a BNCC (Base Nacional Comum Curricular).

3. Descrição da Solução

Funcionamento: A solução opera de forma integrada por meio de quatro componentes principais:

- **Aprendizagem Digital Personalizada (DPL):** Para estudantes, com conteúdo em português da Onebillion, já validado no Brasil. Utiliza IA para atividades adaptativas, avaliações digitais frequentes e aprendizado personalizado, mesmo com uso compartilhado de um único smartphone.
- **Pedagogia Estruturada (SP):** Para professores, com planos de aula digitais e adaptativos, desenvolvidos em parceria com a Associação Nova Escola, alinhados à BNCC. Os professores recebem formação sobre a pedagogia estruturada e o uso da plataforma digital.
- **Suporte de Campo:** Formação contínua para formadores de professores e supervisores educacionais, com foco em apoio prático e feedback estruturado.
- **Dashboards e Análise de Dados:** Para gestores públicos, oferecendo monitoramento em tempo real, dados de uso e desempenho para embasar políticas educacionais.

Processo em etapas:

1. O professor acessa planos de aula digitais e conduz a aula com apoio da plataforma.
2. Durante ou após a aula, o smartphone é colocado em um "canto digital", onde os alunos, em rodízio, realizam atividades interativas personalizadas.
3. Cada aluno tem uma conta individual, facilitando o uso compartilhado com alternância automática por meio de fotos no app.
4. A plataforma coleta dados de desempenho, que são usados para gerar novos planos de aula adaptados.
5. Professores e gestores recebem relatórios com sugestões e acompanhamentos.
6. O componente de avaliação automática (do NEES) analisa redações com alta precisão, mesmo offline, com feedback formativo imediato.

4. Princípios IAED-U Aplicados

- **Conformidade:** Integra-se ao ambiente escolar tradicional sem demandar mudanças estruturais significativas.
- **Desconexão:** Funciona offline com sincronização posterior, permitindo uso mesmo em escolas sem internet constante.
- **Proxy:** O professor continua sendo o mediador principal entre a tecnologia e os estudantes.
- **Multiusuário:** Um único dispositivo pode ser compartilhado entre muitos estudantes, mantendo contas individuais.

- **Simplicidade:** Interface amigável tanto para alunos quanto para professores, com mínimo treinamento necessário.

5. Resultados e Impacto

Principais benefícios:

- Melhora significativa nos resultados de alfabetização e numeracia.
- Personalização da aprendizagem mesmo com infraestrutura limitada.
- Redução da sobrecarga docente com geração automática de planos de aula e avaliações.
- Apoio ao planejamento educacional com base em dados.

Adaptabilidade ao contexto brasileiro: Design centrado na realidade escolar brasileira, com foco em inclusão digital, uso compartilhado de dispositivos e conteúdo em português alinhado à BNCC.

6. Inovação e Escalabilidade

Elementos inovadores:

- Combinação única de IA adaptativa, pedagogia estruturada, apoio ao professor e avaliação automatizada.
- Uso compartilhado e offline de tecnologia digital em sala de aula com operação por meio de um único smartphone.
- Ferramentas de análise em tempo real para apoio à gestão educacional.

Potencial de expansão:

- Escalável nacionalmente com mínimo de infraestrutura.
- Aplicável a diversas disciplinas e faixas etárias.
- Já utilizado em grande escala no Brasil, com forte aceitação institucional e reconhecimento internacional.

7. Materiais Adicionais

[EIDU](#)

[Digital Personalised Learning in Kenya: Emerging Findings from a Randomised Controlled Trial Involving Pre-Primary Learners and EIDU](#)

FRIEDBERG, Aidan. Can A/B testing at scale accelerate learning outcomes in low-and middle-income environments?. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 780-787.: https://doi.org/10.1007/978-3-031-36336-8_119

5.5 Resumo

O Quadro 1 resume e compara as soluções introduzidas nesta seção. Todas as soluções seguem regras que garantem que funcionem de forma simples, possam ser usadas por várias pessoas ao mesmo tempo e estejam de acordo com o contexto educacional planejado. O professor continua sendo a pessoa principal para orientar e apoiar os alunos, o celular é o principal equipamento usado e os alunos continuam escrevendo no papel com caneta ou lápis. Essas soluções também foram pensadas para lugares com pouca estrutura tecnológica e têm como objetivo principal contribuir um ensino mais adaptado às necessidades de cada aluno.

Quadro 5. Comparação dos exemplos de soluções de IAED-U.

ASPECTOS	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE REDAÇÕES	MATHALDE	SISTEMA DE RESOLUÇÃO DE DÚVIDAS
Área de Aplicação	Avaliação Educacional	Letramento Matemático	Resolução de Dúvidas
Público-alvo	Professores e estudantes da Educação Básica	Professores do ensino fundamental	Estudantes do ensino fundamental e médio
Público-alvo	Avaliação de redações demorada e logisticamente complexa	Dificuldade na personalização do ensino matemático	Atendimento individualizado de dúvidas em contextos de baixa conectividade
Tecnologia Principal	Visão Computacional + PLN	Visão Computacional	LLMs otimizados para dispositivos móveis
Funcionamento Básico	Fotografar redações em papel → Avaliar com IA → Gerar feedback impresso	Gerar atividades → Fotografar resoluções manuscritas → Analisar com IA → Gerar feedback	Apresentar dúvida no smartphone → Gerar resposta offline → Professor revisar e adaptar
Princípios IAED-U Aplicados	<ul style="list-style-type: none"> - Conformidade; - Desconexão; - Proxy; - Multiusuário; - Simplicidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Conformidade; - Proxy; - Multiusuário; - Simplicidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Conformidade; - Desconexão; - Multiusuário; - Simplicidade
Benefícios Principais	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do tempo de avaliação; • Melhoria na acessibilidade à avaliação formativa; • Diminuição de custos operacionais 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade na avaliação; • Aulas mais envolventes; • Personalização do ensino 	<ul style="list-style-type: none"> • Agilidade na resolução de dúvidas; • Personalização do ensino; • Suporte pedagógico em tempo real
Evidências de Resultados	Contribuição para o aprendizado, inclusive em regiões rurais (Portela et al., 2024)	Boa usabilidade entre professores de diferentes regiões (Rodrigues et al., 2024)	Qualidade das respostas (Barros et al., 2025), evolução do tempo de resposta de minutos para segundos
Elemento Inovador Distintivo	Avaliação de redações manuscritas sem mudanças no processo pedagógico	Abordagem de manuscrita desplugada para ensino de matemática	LLMs operando totalmente offline em smartphones de baixo custo
Contexto Brasileiro Específico	Adaptação para escolas da Amazônia e semiárido nordestino	Compatibilidade com realidade das escolas públicas brasileiras	Viabilização de IA em regiões de vulnerabilidade social

6. Qual o futuro da IAED-U como política pública?

A IA na educação já é uma realidade, mas, se não for pensada para o contexto brasileiro e de muitos países do Sul Global, corre o risco de aprofundar desigualdades. A proposta da IA Desplugada na Educação mostra que é possível usar a inteligência artificial mesmo em escolas com pouca infraestrutura, levando oportunidades inovadoras baseadas em IA para onde ela é mais necessária.

Para transformar essa ideia em realidade, é preciso tratar a IA Desplugada na Educação como parte das políticas públicas educacionais. Algumas ações são fundamentais:

1. Criar diretrizes específicas para a IA Desplugada na Educação

As políticas educacionais precisam reconhecer que nem todas as escolas têm a mesma infraestrutura. Definir padrões técnicos e pedagógicos para o uso de IA em ambientes com pouca ou nenhuma conectividade é o primeiro passo.

2. Incentivar o desenvolvimento de tecnologias adequadas à realidade brasileira

Linhas de financiamento, editais e programas de apoio podem estimular empresas, startups e universidades a criarem soluções de IA que funcionem sem depender de internet rápida ou equipamentos caros.

3. Formar professores para a nova realidade

Sem professores preparados, a tecnologia não transforma a educação. É preciso investir em formação continuada que ajude os educadores a usar a IA como ferramenta pedagógica, de forma prática e descomplicada. Esta formação deve considerar as diferentes realidades regionais do Brasil e as diversas condições de trabalho dos professores em cada localidade.

4. Garantir a avaliação e o acompanhamento das iniciativas

Todo projeto de IA Desplugada na Educação deve ser monitorado para entender seus resultados. Isso inclui escutar professores, alunos e gestores para ajustar o que for necessário e garantir que as soluções sejam realmente úteis. É fundamental estabelecer métricas claras e objetivas para medir o impacto direto na aprendizagem dos estudantes.

5. Promover a cooperação entre governos, sociedade civil e setor privado

Parcerias são fundamentais para levar a IA Desplugada na Educação a mais escolas, criando soluções mais robustas e ampliando o alcance das boas práticas.

6. Pensar em estratégias de transição digital

As políticas públicas devem estruturar estratégias para acompanhar diferentes níveis de maturidade tecnológica, desde ambientes totalmente desplugados até escolas mais conectadas. O objetivo é que ninguém fique para trás com relação às oportunidades de uso de IA na educação. Estas políticas precisam ser flexíveis o suficiente para se adaptarem à rápida evolução das tecnologias, garantindo que as soluções não se tornem obsoletas em pouco tempo.

Ações Necessárias para Implementar a IA Desplugada na Educação nas Políticas Públicas

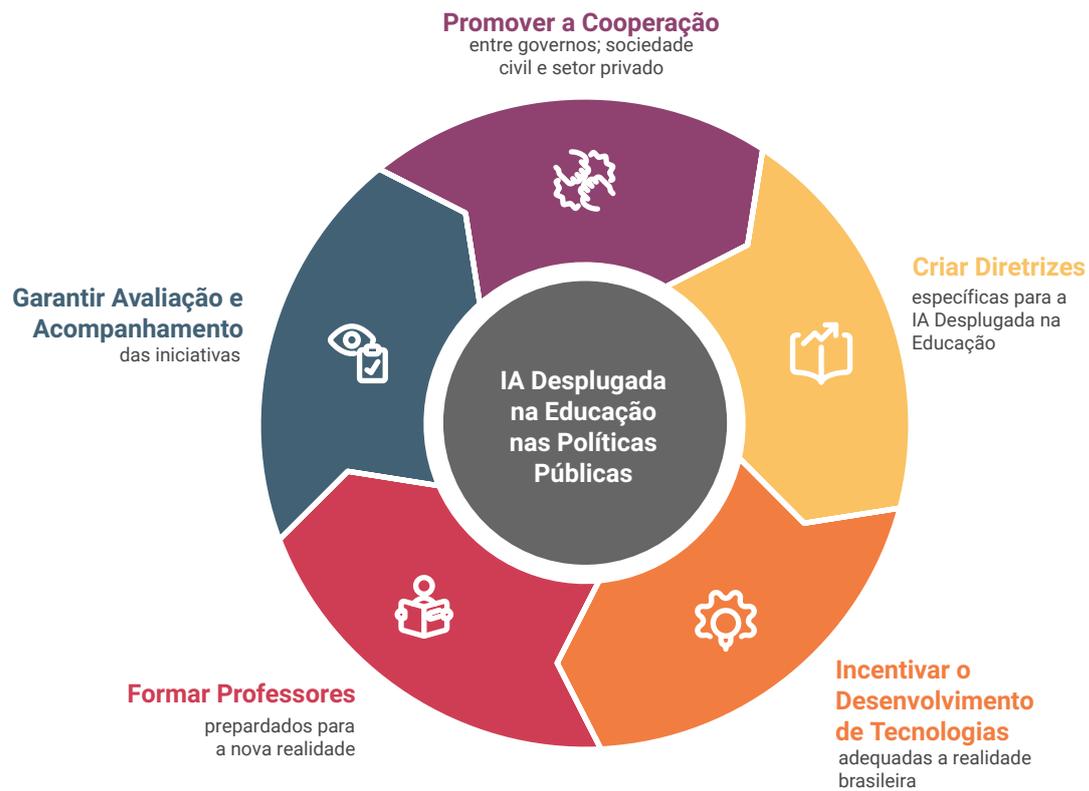
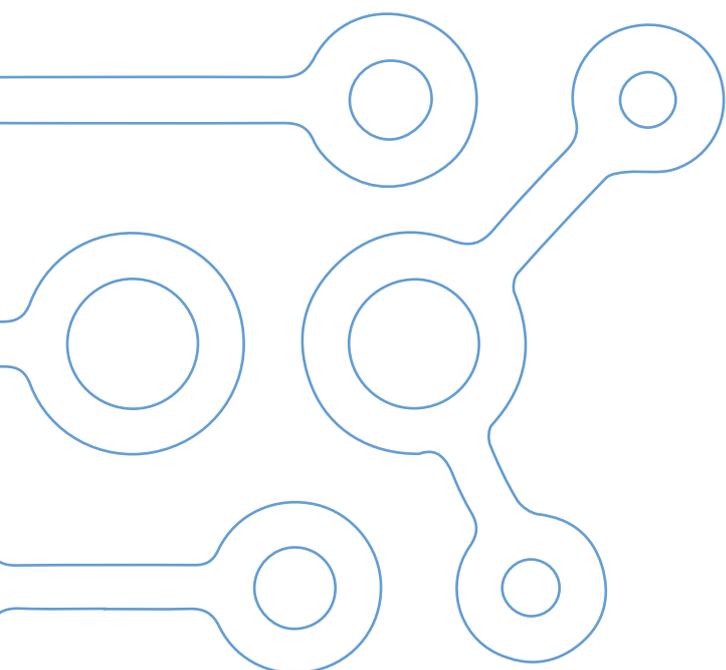


Figura 14. Ações Necessárias para o Futuro da IA Desplugada na Educação

A IA Desplugada na Educação representa mais que uma solução tecnológica – é uma ferramenta poderosa para promoção da equidade educacional. Ao democratizar o acesso à inteligência artificial para todas as escolas, independentemente de sua infraestrutura, podemos contribuir para reduzir a profunda divisão digital que separa diferentes regiões do país e garantir que a inovação chegue a quem mais precisa.

Quadro 6. Resumo da seção 7. Qual o futuro da IAED-U desplugada como política pública?.

PONTO-CHAVE	RESUMO
IAED-U é inclusão estratégica	A IA Desplugada na Educação (IAED-U) permite levar inovação às escolas com pouca infraestrutura, promovendo equidade. Para que isso se concretize, é necessário tratá-la como parte das políticas públicas.
1. Diretrizes específicas para IAED-U	É essencial reconhecer as desigualdades de infraestrutura e criar padrões técnicos e pedagógicos que orientem o uso da IA em contextos desplugados.
2. Incentivo à tecnologia adaptada	Financiamentos e editais devem estimular a criação de soluções de IA compatíveis com a realidade brasileira — que funcionem sem internet constante ou equipamentos caros.
3. Formação de professores	A formação continuada deve preparar os educadores para integrar a IA à prática pedagógica, com foco na simplicidade, nas realidades regionais e nas condições de trabalho locais.
4. Avaliação e monitoramento contínuos	Projetos com IAED-U precisam de acompanhamento sistemático. Métricas claras devem medir impacto na aprendizagem, com escuta ativa de professores, estudantes e gestores.
5. Cooperação entre setores	Parcerias entre governo, setor privado e sociedade civil são fundamentais para escalar soluções, fortalecer políticas e ampliar boas práticas em IAED-U.
6. Estratégias de transição digital	As políticas devem prever caminhos flexíveis de transição — do desplugado ao plugado — para que todas as escolas, em qualquer estágio, tenham acesso à IA. As soluções precisam acompanhar a evolução tecnológica para não se tornarem obsoletas.
IAED-U como ferramenta de equidade	A IAED-U não é só uma solução técnica, mas uma política de justiça educacional. Ao democratizar o acesso à IA, ela ajuda a reduzir desigualdades estruturais no sistema educacional.



7. Glossário

Desplugado: Condição de funcionamento de uma tecnologia educacional que não depende de conexão contínua com a internet nem de equipamentos sofisticados. Também remete à baixa familiaridade digital de seus usuários.

IA Desplugada na Educação (IAED-U): Paradigma que propõe o uso de soluções de Inteligência Artificial adaptadas a contextos com infraestrutura tecnológica limitada, buscando promover a inclusão digital e educacional.

Inovação Juguad: Abordagem que busca desenvolver soluções simples, criativas e de baixo custo, aproveitando os recursos disponíveis no contexto local. Inspirou o modelo da IAED-U.

LLMs (Large Language Models): Modelos de linguagem de grande escala, baseados em IA, capazes de compreender e gerar texto em linguagem natural. No contexto da IAED-U, são adaptados para funcionar offline e em dispositivos simples.

Multiusuário: Princípio da IAED-U que prevê o uso compartilhado de dispositivos e soluções digitais por vários usuários, respeitando a realidade de infraestrutura limitada.

Proxy: Na IAED-U, refere-se ao papel do professor como mediador entre os estudantes e a tecnologia, especialmente quando os alunos não têm acesso direto aos dispositivos.

Tutor Desplugado: Exemplo de aplicação da IAED-U. Sistema inteligente que oferece feedback imediato e funciona offline, usando dispositivos de baixo custo e mantendo o professor como mediador do processo.

Visão Computacional: Área da IA que permite que máquinas interpretem e processem imagens. Utilizada em soluções como correção automatizada de redações e reconhecimento de equações escritas à mão.

8. Referências

Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (Eds.). (2019). *The economics of artificial intelligence: An agenda*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.001.0001>.

Barros Aristoteles et al. (2025). Evaluating Large Language Model Quality in Resource-Constrained Environments: An Educational Stakeholders' Survey on Accuracy, Completeness, and Readability in Brazil. *AIED* 2025.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>

Challco, G. C., Cruz, W. M., Isotani, S., & Bittencourt, I. I. (2024). *Inteligência artificial generativa na educação*. IA.EDU/NEES. ISBN 978-65-01-23423-6.

CIEB. (2019). *Inteligência Artificial na Educação. Nota Técnica #16*. Centro de Inovação para a Educação Brasileira.

Dermeval, D., Paiva, R. M., Bittencourt, I. I., Vassileva, J., & Isotani, S. (2018). Authoring tools for designing intelligent tutoring systems: A systematic review of the literature. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28, 336–384. <https://doi.org/10.1007/s40593-017-0157-9>.

Desantis, M. (2024). *Is AI a general purpose technology?* [Tese de doutorado, Carnegie Mellon University]. Carnegie Mellon University. <https://doi.org/10.1184/R1/26035135.v1>.

du Boulay, B. (2016). Recent meta-reviews and meta-analyses of AIED systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 536–537. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0090-7>.

GUERINO, Guilherme et al. We see You: Understanding Math Teachers from Brazilian Public Schools to Design Equitable Educational Technology. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 32, p. 336-358, 2024.

Inter-American Development Bank. (2023, April 12). *Teaching by TV in the Amazon*. <https://www.iadb.org/en/story/teaching-tv-amazon>

ISOTANI, Seiji et al. Aied unplugged: Leapfrogging the digital divide to reach the underserved. In: *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 772-779.

Jófil, Z. (2002). Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. *Educação: Teorias e Práticas*, 2(2), 191–208.

Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901–918. <https://doi.org/10.1037/a0037123>. Martins, J. C. (1997). Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: Reconhecer e desvendar o mundo. *Série Idéias*, 28, 111–122.

OECD (2023), *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.

PORTELA, Carlos et al. AI in Education Unplugged Support Equity Between Rural and Urban Areas in Brazil. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Information & Communication Technologies and Development*. 2024. p. 143-154.

Radjou, N. (2012). *Jugaad Innovation: Think Frugal, Be Flexible, Generate Breakthrough Growth*. John Wiley & Sons.

RODRIGUES, Luiz et al. Teacher-Centered Intelligent Tutoring Systems: Design Considerations from Brazilian, Public School Teachers. In: Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. SBC, 2023. p. 1419-1430.

RODRIGUES, Luiz et al. MathAide: A Qualitative Study of Teachers' Perceptions of an ITS Unplugged for Underserved Regions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, p. 1-29, 2024.

RODRIGUES, Luiz et al. MathAide in the Classroom: A Qualitative Analysis of Teachers' Perspectives of Intelligent Tutoring Systems Unplugged. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 35. , 2024

Rouse, W. B., & Spohrer, J. C. (2018). Automating versus augmenting intelligence. *Journal of Enterprise Transformation*, 8(1-2), 1-21.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2022). *Inteligência artificial: Uma abordagem moderna (4ª ed.)*. GEN LTC.

Santos, M. M., Barros, A., Rodrigues, L., Dermeval, D., Primo, T., Bittencourt, I. I., & Isotani, S. (2024). Near feasibility, distant practicality: Empirical analysis of deploying and using LLMs on resource-constrained smartphones. In *Proceedings of the International Conference on Information & Communication Technologies and Development (ICTD), Kenya*. (In press).

VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>.

UEMA, Matheus Arataque; ISOTANI, Seiji; SOUZA, Talita de Paula Cypriano de; BITTENCOURT, Ig Ibert; DERMEVAL, Diego. A long-term AIED Unplugged framework. In: *Proceedings of the 25th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED 2025)*. Springer, 2025. (Forthcoming).

UNESCO. *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* Paris: UNESCO Publishing, 2023.

UNICEF. *Estado da Conectividade nas Escolas Brasileiras*. Brasília: UNICEF Brasil, 2023.

UNICEF & ITU. *Connecting Learning Spaces: Possibilities for Hybrid Learning*. Geneva: ITU Publishing, 2023.

VELOSO, T. E. et al. Its unplugged: Leapfrogging the digital divide for teaching numeracy skills in underserved populations. In: *Towards the Future of AI-augmented Human Tutoring in Math Learning 2023-Proceedings of the Workshop on International Conference of Artificial Intelligence in Education co-located with The 24th International Conference on Artificial Intelligence in Education*. 2023.

Winthrop, R., McGivney, E., Williams, T. P., & Shankar, P. (2018). *Innovation and technology to accelerate progress in education: Report to the International Commission on Financing Global Education Opportunity*. Center for Universal Education at The Brookings Institution.

