

CIEB • NOTAS TÉCNICAS • #25

Recursos

Educacionais Digitais

Pedagógicos: matriz

de referência para

avaliação e seleção na

área de Matemática

CIEB Notas Técnicas

O CIEB Notas Técnicas é uma série que contém análises sobre temas atuais relacionados à inovação na educação pública brasileira. São reflexões e conceitos gerados pela equipe do CIEB ao longo do desenvolvimento de projetos e compartilhados com o intuito de contribuir para o debate público.

Sobre o CIEB

O Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) é uma organização sem fins lucrativos, cuja missão é promover a cultura de inovação na educação pública, estimulando um ecossistema gerador de soluções para que cada estudante alcance seu pleno potencial de aprendizagem. Atua na integração de múltiplos atores e diferentes ideias em torno de uma causa comum: inovar para impulsionar a qualidade, a equidade e a contemporaneidade da educação básica brasileira.

Sobre este documento

Esta Nota Técnica é resultado do trabalho do CIEB em parceria com Isabel Farah Schwartzman, com o objetivo de apoiar gestores públicos na avaliação e seleção de Recursos Educacionais Digitais (REDs) de matemática, por meio da proposição de uma matriz de referência que orienta decisões técnico-pedagógicas.

Recursos educacionais digitais pedagógicos [livro eletrônico] : matriz de referência para avaliação e seleção na área de matemática.-- 1. ed.-- São Paulo : Centro de Inovação para Educação Brasileira- CIEB, 2025
PDF

Vários colaboradores.
Bibliografia.
ISBN 978-85-93710-11-7

1. Avaliação educacional 2. Educação 3. Gestão educacional 4. Matemática
- Estudo e ensino 5. Prática pedagógica 6. Tecnologia educacional.

25-274467

CDD-371.2

Como citar este documento?

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: Notas Técnicas #25 Recursos Educacionais Digitais Pedagógicos: matriz de referência para avaliação e seleção na área de Matemática. São Paulo: CIEB, 2025. E-book em PDF.



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/>

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA EDUCAÇÃO BRASILEIRA (CIEB)

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Alessio Costa Lima – Conselheiro Independente
Alexandre Barbosa – Conselheiro Independente
Cláudia Costin – Conselheira Independente
David Saad – Instituto Natura (Presidente do Conselho de Administração)
Guilherme Cintra – Fundação Lemann
Lia Glaz – Fundação Telefônica Vivo
Lina Kátia Mesquita – Conselheira Independente
Patrícia Mota Guedes – Fundação Itaú
Ricardo Henriques – Instituto Unibanco
Roni Miranda – Conselheiro Independente
Seiji Isotani – Conselheiro Independente

CONSELHO FISCAL

Carlos Correa – Conselheiro Independente
Cynthia Lopes – Conselheira Independente
Vera Gaspari Monteiro – Conselheira Independente

EXPEDIENTE

Diretoria executiva – Julia Sant’Anna
Supervisão e coordenação geral – Izabella Cavalcante Martins
Operação técnica e organização – Joyce Ribeiro da Silva
Redação e parceria técnica – Isabel Farah Schwartzman
Consultoria técnica – Rafaela Rodrigues
Leitura crítica – Itaú Social e Jorge Herbert Soares de Lira
Revisão ortográfica e textual – Thainara Gabardo
Projeto gráfico e diagramação – Alastra Comunicação

Índice

Introdução	5
Resultados de aprendizagem de matemática no Ensino Médio no Brasil	6
Recursos educacionais digitais como aliados no ensino e na aprendizagem de matemática	7
3.1 Características de recursos educacionais digitais com evidências positivas	8
3.2 Modos de uso que aumentam a efetividade de recursos educacionais digitais	9
3.3 Usos emergentes de inteligência artificial generativa na aprendizagem de matemática	10
Experiências de implementação de recursos educacionais digitais de matemática no contexto brasileiro	11
4.1 Tipos de recursos implementados	11
4.2 Estratégias de implementação de recursos educacionais digitais nas redes de ensino	12
4.3 Ganhos percebidos na implementação de recursos educacionais digitais de matemática	13
4.4 Desafios da implementação dos recursos educacionais digitais	14
Uma proposta de rubrica para a seleção de recursos educacionais digitais de matemática por redes públicas de ensino	15
5.1 Orientações para o uso da rubrica	15
5.2 Critérios de desenho educacional	16
5.4 Critérios de acessibilidade	18
5.5 Critérios de evidências	18
5.6 Critérios de suporte à implementação	19
Conclusão	20
Referências	21

Introdução

A competência matemática desempenha papel fundamental na formação dos jovens, preparando-os para sua atuação como cidadãos e profissionais em um mundo cada vez mais impulsionado por avanços tecnológicos. A Educação Básica representa a principal oportunidade para que os estudantes adquiram uma base sólida de conhecimento matemático, que poderão aplicar e aprimorar ao longo de sua trajetória acadêmica e profissional. Infelizmente, inúmeros desafios ao longo da trajetória escolar dos estudantes têm resultado em desempenhos muito aquém do necessário especialmente no Ensino Médio, que é a última etapa da Educação Básica.

Por outro lado, pesquisas internacionais vêm demonstrando que os recursos educacionais digitais podem contribuir significativamente para o ensino e a aprendizagem de matemática, promovendo melhores resultados acadêmicos. Esse potencial tende a se ampliar com o surgimento de novas tecnologias, como a inteligência

artificial generativa, recentemente popularizada. Algumas redes de ensino no Brasil já estão implementando recursos educacionais digitais inovadores, experimentando diferentes abordagens e gerando aprendizados valiosos sobre sua aplicação e contribuição para o processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, esta nota técnica tem como objetivos compartilhar alguns avanços e experiências consolidados até o momento, apontar caminhos futuros e, principalmente, propor uma rubrica que auxilie as secretarias estaduais de educação na avaliação e seleção de recursos educacionais digitais de matemática. Essa ferramenta poderá apoiar a disponibilização de recursos de qualidade para escolas públicas, os quais, atrelados aos demais elementos fundamentais de uma política educacional de qualidade para o Ensino Médio, podem beneficiar significativamente estudantes e professores no processo de ensino e aprendizagem.



Resultados de aprendizagem de matemática no Ensino Médio no Brasil

O contexto da aprendizagem de matemática no Brasil hoje é bastante preocupante. Os dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) nos mostram que, de modo geral, os estudantes brasileiros que completam a Educação Básica levam consigo um nível de competência matemática muito abaixo do considerado adequado.

O gráfico a seguir apresenta as médias de pontuação do SAEB para matemática ao final do Ensino Médio, em cada estado brasileiro. As médias dos estados brasileiros estão entre 250 e 280 pontos da escala do SAEB, com alguns estados, como Bahia, Maranhão e Rio de Janeiro, próximos de 250 pontos e outros, como Goiás, Espírito Santo e Paraná, próximos de 280. Segundo estudo realizado pelo Todos pela Educação, o nível de proficiência considerado adequado para matemática ao final do Ensino Médio é 350 pontos da escala SAEB¹. Por essa medida, vemos que

a média de proficiência dos estudantes dos estados com melhor desempenho no país ainda está 80 pontos abaixo da proficiência considerada adequada.

O gráfico a seguir mostra a diferença percentual entre os resultados de aprendizagem de 2019 e 2023 para cada estado brasileiro. Nos anos de 2020 e 2021 – em que estudantes passaram um longo período sem aula presencial por causa da pandemia da covid-19 – os estudantes brasileiros tiveram sua aprendizagem de matemática muito prejudicada. O gráfico mostra que, na maioria dos estados, a perda da média de aprendizagem dos estudantes ao final do Ensino Médio no período da pandemia não foi recuperada, levando a resultados inferiores para 2023 em comparação com os de 2019, antes do fechamento das escolas por conta da covid-19.

SAEB MAT



Esses dados explicitam o tamanho do desafio do ensino de matemática nas escolas públicas brasileiras, mas mostram também a importância que o ensino presencial e mediado por professores tem para a aprendizagem dos estudantes no Brasil.

¹ Todos pela Educação (2021)

Recursos educacionais digitais como aliados no ensino e na aprendizagem de matemática

A adoção de recursos educacionais digitais pode ser uma maneira importante de contribuir para o desafio da aprendizagem de matemática em sala de aula, complementando as demais políticas educacionais fundamentais para o Ensino Médio.

É importante ressaltar que essa contribuição depende de que outras condições sejam garantidas, como infraestrutura de eletricidade e conectividade, dispositivos em bom estado, escolas organizadas para implementar recursos digitais e professores engajados e preparados para integrar intencionalmente as tecnologias ao processo de ensino e aprendizagem. É fundamental também que a rede tenha um currículo bem estruturado, contendo planos de curso detalhados e rotinas de gestão pedagógica implementadas, com foco na aprendizagem.

Além disso, uma etapa importante na aquisição de recursos educacionais digitais voltados à aprendizagem é a informatização dos processos básicos relacionados à gestão escolar, como matrícula, enturmação, atribuição de professores, lançamento e gestão de frequência e notas. Os sistemas informatizados de gestão educacional subsidiam a implementação de recursos educacionais digitais pedagógicos por meio do fornecimento de dados estruturantes do funcionamento da gestão escolar.

Nas últimas décadas, muitas avaliações foram feitas em países e contextos diferentes sobre o impacto de recursos digitais na aprendizagem de matemática, as quais mostraram resultados consistentemente positivos para a aprendizagem. As metanálises – estudos que compilam quantitativamente os resultados de diversas avaliações sobre um mesmo tema – são especialmente interessantes por encontrar padrões comuns aplicados a contextos diferentes.

Segundo as pesquisas, o uso de tecnologias traz contribuições para vários aspectos da aprendizagem de matemática, como a conceitualização e modelagem,

a manipulação e análise de dados e a resolução de problemas.² Os estudos também mostram um impacto positivo para a motivação e as atitudes com relação à matemática³, que, além de influenciarem diretamente a aprendizagem, podem ter implicações positivas para a autonomia e continuidade dos estudos no futuro. Diferentes pesquisas demonstram ainda um aumento da colaboração entre estudantes com o uso de tecnologia nas aulas de matemática⁴. Também, são percebidos impactos positivos especificamente para estudantes com dificuldades de aprender matemática⁵.

Contudo, nem todo uso de tecnologias na escola é necessariamente positivo. Por exemplo, a avaliação PISA 2022 mostra uma associação positiva entre a aprendizagem em matemática de estudantes da América Latina e do Caribe e o uso de dispositivos móveis para aprendizagem quando se usa até 3 horas por dia. Após esse período, a associação com a aprendizagem começa a decair. O mesmo estudo mostra uma associação negativa entre o uso recreativo de dispositivos móveis na escola e a aprendizagem de matemática.⁶ Desse modo, é importante nos aprofundarmos para entender melhor quais aspectos podem contribuir para que o uso de recursos digitais traga benefícios para a aprendizagem de matemática. Podemos dividir esses aspectos em duas categorias:

- (1) Características de recursos educacionais digitais.
- (2) Aspectos relacionados ao uso desses recursos.

Lembrando que junto às suas funcionalidades, trarão contribuições importantes recursos digitais que estipulem uma sequência de conteúdos e atividades consistentes, com abordagem fiel às estruturas do raciocínio e da linguagem matemática.

2 Ran *et al.* (2020).

3 Higgins, K. *et al.* (2019).

4 Sung *et al.* (2017); Chen *et al.* (2018).

5 Benavides-Varela *et al.* (2020); Ran *et al.* (2022); Reinhold *et al.* (2020)

6 UNESCO (2023).

3.1 Características de recursos educacionais digitais com evidências positivas

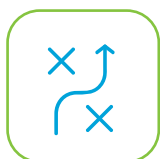
O desenvolvimento de recursos educacionais digitais avança mais rápido que as avaliações e, por isso, está sempre alguns passos à frente das evidências de impacto. Ainda assim, encontramos informações bastante relevantes na literatura sobre características dos recursos educacionais digitais que contribuem positivamente para a aprendizagem de matemática, como veremos a seguir.



Exercícios e prática⁷

Recursos digitais que promovem a realização de exercícios de matemática ajudam os estudantes a consolidar conhecimentos previamente adquiridos, ao oferecer a oportunidade de eles praticarem, repetirem atividades interativas no próprio ritmo e quantas vezes for preciso. Algumas plataformas têm muitos exercícios diferentes para praticarem cada conhecimento. Esses recursos podem auxiliar especialmente na automatização e fluência de conhecimentos procedimentais da matemática.

Contudo, estudos mostram que recursos digitais que oferecem apenas a prática de exercícios interativos são menos efetivos que outros recursos digitais que contemplam a manipulação e compreensão de conceitos, o diálogo para aprendizagem de novos conceitos ou o suporte adaptado a necessidades diferentes dos estudantes. Isso ocorre provavelmente porque a compreensão conceitual e a fluência procedimental são interdependentes e basilares para desenvolver competências matemáticas.



Sistemas de resolução de problemas⁸

Sistemas digitais voltados para a resolução de problemas matemáticos têm mostrado efeitos importantes na aprendizagem.

Algumas características positivas desses sistemas são a possibilidade de ajudar os estudantes a resolver problemas com suporte de diagramas e esquemas para a compreensão dos problemas, exemplos visuais e próximos do mundo real, orientações específicas e modelagem de estratégias para resolução de problemas.

⁷ Hillmayr (2020).

⁸ Ran et al. (2022).



Recursos de matemática dinâmica⁹

Recursos de matemática dinâmica são um conjunto de ferramentas construídas para os estudantes interagirem e manipularem objetos, expressões e configurações matemáticas, como simuladores, softwares de geometria e sistemas algébricos.

Esses recursos auxiliam na compreensão de conceitos matemáticos abstratos de maneira interativa e exploratória. Os estudantes podem testar hipóteses e observar o resultado direto de sua manipulação, assim como a relação entre diferentes formas de representação. Nesse processo, os estudantes têm a oportunidade de desconstruir compreensões equivocadas e formar novas compreensões, fortalecer o raciocínio matemático, encontrar padrões e refletir sobre a resolução de problemas.



Jogos educacionais¹⁰

Recursos digitais de matemática que incorporam elementos de jogos podem auxiliar na aprendizagem de conceitos e resolução de problemas matemáticos. Alguns desses elementos de jogos são: diversão, brincadeira, regras, objetivos, interação, resultado, adaptação, conflito, resolução de problemas e representação.

Por um lado, elementos de jogos como diversão, histórias e contextos estimulantes, interação, desafios, pontuação e competição podem tornar os estudantes mais engajados. Assim, eles dedicam mais tempo e esforço ao estudo, em especial os estudantes que normalmente desengajam das aulas por se sentirem frustrados com dificuldades na compreensão dos conceitos e aplicação nas respostas aos exercícios.

Além de aumentar o engajamento, vários desses elementos de jogos podem contribuir diretamente para a aprendizagem. Por exemplo, contextos significativos para a resolução dos problemas, instruções claras e dinâmicas, objetivos explícitos a serem alcançados, atividades passo a passo, feedback imediato e clareza da fase em que os estudantes se encontram no percurso facilitam a compreensão, a correção de rotas, a resolução de problemas e a autorregulação da aprendizagem pelos estudantes.

⁹ Hillmayr (2020); Chan, K. K., & Leung, S. W. (2014).

¹⁰ Hussein et al. (2022); Fadda et al. (2021); Harikrishnan (2019).



Avaliações digitais e relatórios para o professor¹¹

As avaliações digitais são recursos importantes para apoiar os professores, especialmente as avaliações formativas que ocorrem ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Por meio dessas avaliações, que costumam ser corrigidas automaticamente, os professores percebem quais objetivos educacionais precisam ser mais bem trabalhados e quais alunos necessitam de mais ajuda. Algumas avaliações digitais também indicam os tipos de erros mais comuns entre os estudantes.

Os professores podem receber relatórios sintéticos com os resultados dessas avaliações ou até mesmo de respostas a exercícios que não têm o objetivo de avaliar, mas podem ser usadas para monitorar a aprendizagem. Quando esses resultados são usados pelos professores para replanejar as aulas e adaptá-las à necessidade de aprendizagem dos estudantes ou auxiliar alguns estudantes com mais dificuldade, ao longo do processo, e não apenas ao final, essas avaliações podem ter um impacto positivo.



Feedback imediato para os estudantes¹²

Uma série de estudos avalia o impacto na aprendizagem de feedback personalizado sobre as respostas dos estudantes por sistemas digitais, indicando que eles têm mais impacto em matemática que em outras áreas, como linguagens ou ciências sociais.

Os feedbacks imediatos têm um impacto maior em relação àqueles que são fornecidos mais tarde, provavelmente porque eles incidem próximo ao momento em que os estudantes estão raciocinando para tentar resolver uma questão e incidem diretamente no processo de raciocínio. Desse modo, podem ajudar a desfazer entendimentos equivocados sobre certos conceitos e formas de resolução. Um retorno no dia seguinte, por exemplo, quando os estudantes não estão mais pensando sobre aquele problema, não tem o mesmo efeito.

Observa-se também um efeito maior de feedback que proporciona uma explicação sobre a resposta correta aos estudantes do que aqueles que apenas dão a resposta certa e ainda mais do que aqueles que apenas indicam se o estudante está certo ou errado. Isso é especialmente importante no caso de objetivos de aprendizagem mais complexos.

11 Mingyu Feng (2023).

12 Feskens, Remco C. W. (2015); Mingyu Feng (2023); Hillmayr et al. (2020).



Sistemas de ensino adaptativo ou tutores inteligentes¹³

Os sistemas de tutoria inteligentes ou plataformas de ensino adaptativo são aqueles que usam alguma forma de algoritmo ou inteligência artificial para adaptar a oferta de atividades e o suporte educacional ao comportamento de cada estudante. Assim, eles são capazes de modular conteúdos, atividades e feedbacks de forma personalizada, ou seja, de acordo com os conhecimentos prévios e as necessidades de cada estudante.

Com base nas habilidades de um estudante, detectadas pelos sistemas, eles propõem atividades mais fáceis ou mais difíceis ou sugerem novas atividades para praticar uma mesma habilidade, visando sua consolidação. Também, podem dar explicações mais detalhadas ou passo a passo conforme necessidade e feedback direcionado para o tipo de erro cometido pelo estudante.

Diversas avaliações de impacto têm mostrado que esses sistemas adaptativos e os recursos de matemática dinâmica são mais efetivos que outros tipos de recursos educacionais para melhorar a aprendizagem em matemática.

3.2 Modos de uso que aumentam a efetividade de recursos educacionais digitais

Para além das características dos recursos em si, o modo como se dá esse uso interfere na possibilidade de promover ganhos de aprendizagem em matemática. As avaliações de impacto também indicam algumas práticas que se mostram importantes para a efetividade de recursos digitais, entre elas:

- A primeira e mais importante é a formação dos professores¹⁴. Formação específica para uso do recurso educacional digital é a variável que mais impacta a aprendizagem dos estudantes, segundo estudos realizados.
- Outro ponto interessante é que as tecnologias têm influenciado mais a aprendizagem de matemática

13 Kulik et al. (2016); Hillmayr (2020); Escueta et al. (2017); Reinhold et al. (2020).

14 Hillmayr et al. (2020).

quando elas são usadas diretamente pelos estudantes¹⁵, ainda que a mediação do professor durante esse uso tem se mostrado importante.

- Estudantes que recebem suporte do professor ou de seus pares durante o uso dos recursos educacionais tendem a aproveitar melhor os recursos digitais¹⁶. Aprendizagem em pares tem se mostrado um modo de uso interessante, com os estudantes conversando e colaborando entre eles. Eles também cooperam e discutem sobre dificuldades quando usam tecnologias em pequenos grupos.
- O uso de quadros brancos pelo professor para projetar diferentes maneiras de resolver problemas por parte dos alunos e debater com eles as formas de raciocínio envolvidas na resolução é um uso que tem ocasionado efeitos positivos na aprendizagem de matemática.
- Por fim, a utilização de recursos digitais educacionais de matemática como complemento a outros formatos de ensino e aprendizagem na sala de aula tem demonstrado mais resultado em relação ao ensino realizado totalmente por meio da tecnologia digital¹⁷.

3.3 Usos emergentes de inteligência artificial generativa na aprendizagem de matemática

Muito recentemente, o avanço tecnológico relacionado à ampla possibilidade de uso da inteligência artificial generativa trouxe novas possibilidades de aplicação também para o suporte ao ensino e à aprendizagem de matemática. Trata-se de uma tecnologia em que a inteligência artificial cria conteúdos (textos, imagens, vídeos e sons) e pode ser acionada de maneira bastante intuitiva – por voz, texto ou compartilhamento de documentos – por qualquer pessoa. Professores em todo o mundo têm testado suas aplicações, empresas estão incorporando em suas ofertas de recursos educacionais digitais e pesquisadores começaram a pesquisar.

¹⁵ Escueta *et al.* (2017).

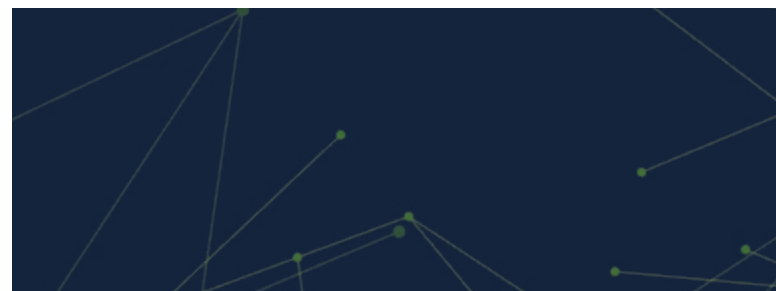
¹⁶ Hillmayr *et al.* (2020); Ran *et al.* (2020).

¹⁷ Hillmayr *et al.* (2020); Sun *et al.* (2021); Higgins (2017).

A integração dessa nova tecnologia a recursos educacionais digitais amplia e aprofunda as possibilidades de suporte ao processo de ensino e aprendizagem. Alguns usos interessantes desse tipo de tecnologia para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem tem sido: (1) suporte ao professor para elaboração de planos de aula; (2) adaptações de planos de aula e atividades para contextos específicos; (3) nivelção de questões avaliativas para diferentes níveis de dificuldade, conteúdos ou processos cognitivos; (4) identificação e orientação sobre compreensões equivocadas de conceitos matemáticos durante o processo de resolução de problemas; (5) suporte personalizado sob demanda para estudo individual dos estudantes; (6) síntese e adaptação de *feedback* para diferentes públicos e linguagens; entre outros.

Alguns indicativos positivos da inteligência artificial generativa para a aprendizagem de matemática são as possibilidades de ampliar o acesso aos recursos de aprendizagem, a melhoria da autoconfiança dos estudantes com relação à matemática e um suporte mais personalizado.

Contudo, observa-se que a inteligência artificial generativa ainda produz resultados com erros matemáticos e vieses, em razão da qualidade da informação utilizada e do modo de calcular os resultados, além de explicações superficiais e incompletas. Percebe-se ainda um risco de que os estudantes se apoiem excessivamente no suporte da inteligência artificial, reduzindo o esforço cognitivo necessário para a aprendizagem da matemática. É fundamental, portanto, que estudantes e professores sejam formados para ter um olhar crítico e intencional durante o planejamento e uso desse tipo de tecnologia. Por ainda ser uma tecnologia muito nova, seu uso deve ser entendido no momento como um processo experimental e acompanhado de perto por educadores.¹⁸



¹⁸ <https://acceleratelearning.stanford.edu/initiative/digital-learning/ai-and-education/>

Experiências de implementação de recursos educacionais digitais de matemática no contexto brasileiro

Diferentes secretarias de educação no Brasil estão implementando recursos educacionais digitais para apoiar o ensino de matemática em escala. Esta seção traz uma síntese de estratégias de implementação, desafios e ganhos elaborada com base em relatos de algumas secretarias estaduais de educação que implementam recursos educacionais digitais de matemática e que se destacam relativamente pelos resultados de aprendizagem de matemática no Ensino Médio.¹⁹

4.1 Tipos de recursos implementados

Os recursos educacionais digitais implementados pelas secretarias de educação com as quais conversamos podem ser categorizados da seguinte forma:

OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM: RECURSOS DE MATEMÁTICA DINÂMICA

Simuladores de matemática são objetos interativos que permitem estudantes manipulem e experimentem conceitos matemáticos, testando hipóteses, alterando valores e visualizando resultados, o que facilita a compreensão de conceitos complexos.

FERRAMENTA DE TUTORIA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Tecnologia que permite cada aluno conte com um suporte personalizado sob demanda para auxiliar na resolução de atividades e problemas da matemática. Por meio da inteligência artificial generativa, a ferramenta oferece dicas e suporte ao raciocínio dos estudantes, sem dar as respostas prontas.

PLATAFORMA DE APRENDIZAGEM ADAPTATIVA

Plataformas que apresentam sequências de aprendizagem (conteúdos e atividades) que se adaptam à necessidade dos estudantes, conforme eles realizam as atividades da plataforma. Por exemplo elas oferecem atividades mais fáceis ou mais difíceis dependendo do desempenho dos estudantes nas questões apresentadas ou propõem explicações direcionadas e conteúdos de reforço para cada estudante naqueles conteúdos em que apresentar maior dificuldade.

PLATAFORMA DE APRENDIZAGEM ADAPTATIVA BASEADA EM JOGOS

Plataformas que além da estrutura de aprendizagem adaptativa organizam as de aprendizagem em formatos de jogos, em que os estudantes precisam resolver problemas e superar desafios lúdicos e interessantes para sua faixa. Além de atender às necessidades de aprendizagem de cada estudante, as plataformas baseadas em jogos têm o objetivo de motivar os estudantes para os estudos e a aprendizagem da matemática.

OBJETIVOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM: VÍDEOS

Vídeos de professores explicando conceitos matemático ou demonstrando operações e resoluções de questões matemáticas.

¹⁹ Para elaborar a síntese, conversamos com as secretarias de educação destes estados: Espírito Santo, São Paulo e Paraná.

4.2 Estratégias de implementação de recursos educacionais digitais nas redes de ensino

Diferentes estratégias podem ser utilizadas para a implementação de recursos educacionais digitais por redes de ensino. Nas conversas que fizemos, observamos dois caminhos diferentes de estratégias para implementação de recursos educacionais digitais, que descrevemos brevemente a seguir.

Por um lado, São Paulo e Paraná optaram pela implementação centralizada em larga escala de recursos educacionais digitais de matemática selecionados pela secretaria para uso em todas as escolas da rede,

por meio de acordo de cooperação ou contratação centralizada do recurso educacional digital, oferta de infraestrutura, formação de professores para uso dos recursos, monitoramento de dados de uso fornecidos pelas plataformas e acompanhamento e suporte para uso nas escolas por meio das regionais de ensino.

Por outro lado, Espírito Santo não tem um acordo de cooperação ou contratação com plataformas específicas, mas promove o uso de recursos educacionais digitais de matemática por meio de duas estratégias complementares.

A gerência de currículo inclui a sugestão de uso de recursos educacionais digitais específicos para matemática nos materiais didáticos quinzenais voltados para a recomposição das aprendizagens. Por meio do programa Escolas do Futuro, a SEE visa desenvolver a cultura digital nas práticas educacionais das escolas com base em quatro eixos: formativo, infraestrutura, cultura digital e pedagógico. As escolas entram no programa por fases, em um processo indutor da transformação digital.

Elementos de uma implementação centralizada em larga escala²⁰:

- **Núcleo dedicado ao planejamento e à gestão da implementação de recursos educacionais digitais** junto às escolas, com profissionais dedicados para três frentes: gestão, tecnologia e pedagogia (currículo e formação).
- **Time de multiplicadores nas coordenações regionais**, responsáveis por formação de professores e suporte às escolas na implementação de recursos educacionais digitais.
- **Política de infraestrutura, conectividade e compra de dispositivos** para as escolas, necessária para o uso de recursos educacionais digitais.
- **Seleção centralizada de um recurso educacional digital** direcionado à matemática, por faixa etária (para todo o ciclo ou para parte de um ciclo), que atende de forma ampla aos objetivos curriculares e gera informações sobre uso e aprendizagem.
- **Alinhamento de atividades e conteúdos** de recursos digitais ao planejamento do currículo e elaboração de propostas de sequências didáticas para apoiar o uso pelos professores.
- **Trilhas de estudos** nas plataformas focadas especificamente na recomposição de aprendizagens com base nos resultados de avaliações de aprendizagem.
- **Formação de professores e gestores** escolares para implementação de recursos educacionais digitais, à distância e presencialmente.
- **Implementação e formação em fases**: familiarização com recursos digitais e organização para o uso, estabelecimento de rotina sistemática de uso com as turmas, aprofundamento pedagógico, análise de dados da turma e agrupamento de estudantes.
- **Monitoramento** do uso de recursos educacionais digitais por meio dos dados gerados pelas próprias plataformas.
- **Compartilhamento de boas práticas** de uso de recursos educacionais digitais nas escolas.

²⁰ Os elementos aqui descritos foram extraídos de conversas com as secretarias de educação de São Paulo e do Paraná. Contudo, nem todos os elementos estão presentes nas duas redes e encontram-se juntos aqui para ilustrar um caminho possível para a implementação.

Elementos de uma implementação descentralizada em larga escala²¹:

- **Dois programas distintos** contribuem de modo complementar para o uso de recursos educacionais digitais de matemática.
- **Política de infraestrutura, conectividade e compra de dispositivos** para uso de recursos educacionais digitais.
- **Curadoria de recursos gratuitos**, apresentados como sugestão para os professores no contexto da recomposição de aprendizagens.
- **Sugestões de recursos educacionais digitais dentro das sequências didáticas** dos materiais didáticos para recomposição de aprendizagens, elaborados com base nas principais defasagens observadas nas avaliações periódicas da rede.
- **Formação de professores para uso dos materiais** e acompanhamento por meio das coordenações regionais e da gestão escolar.
- **Construção de uma cultura de inovação pedagógica e digital nas escolas** por meio do Programa Escolas do Futuro, com objetivo de atingir gradualmente 30% das escolas da rede e organizado em quatro eixos:
 - Formação para uso de metodologias inovadoras.
 - Infraestrutura, como sala maker, laboratórios de inovação e dispositivos.
 - Cultura digital da escola.
 - Implementação e compartilhamento de práticas pedagógicas inovadoras.
- **Processo gradual de implementação**, com suporte próximo da secretaria e de um professor coordenador de inovação (PCI) dentro da escola nos dois primeiros anos – certificação com base em indicadores e no acompanhamento pela coordenação regional após dois anos, abrindo espaço para novas escolas entrarem no programa.
- **Flexibilidade para as escolas** comprarem dispositivos, selecionarem práticas inovadoras e recursos digitais.
- **Publicização e compartilhamento das práticas pedagógicas inovadoras** fomentados por meio de *workshops*, grupos de mensagem dos PCIs e publicação de *e-books* com relatos de boas práticas.

²¹ Os elementos aqui descritos foram extraídos da conversa com a Secretaria de Educação do Espírito Santo

4.3 Ganhos percebidos na implementação de recursos educacionais digitais de matemática

Diferentes ganhos são observados na experiência de uso de recursos educacionais digitais de matemática, como os relacionados na sequência.²²

- Uso frequente observado nos dados das próprias plataformas, principalmente no segundo ciclo do ensino fundamental.
- Possibilidade de monitorar a implementação e o progresso com base nos dados.
- Possibilidade de detectar dificuldades comuns no currículo por meio dos relatórios de erros e acertos e atuar diretamente sobre elas, no nível da sala de aula, da escola ou da rede.
- Suporte à recomposição de aprendizagens por meio de trilhas de estudos específicas para estudantes com defasagens.
- Formação continuada de docentes em competências digitais para a educação, para além da implementação de um recurso educacional digital específico.
- Percepção de melhoria no engajamento e na frequência escolar de estudantes.
- Melhoria nas avaliações de aprendizagem de escolas que se destacam na implementação dos recursos educacionais digitais.
- Professores valorizam mais os recursos digitais com o tempo de uso ao adaptar-se às mudanças na rotina, conhecer melhor os recursos e perceber a melhoria do engajamento e da aprendizagem dos alunos.
- Suporte como complementação das aulas dos professores, para revisão e consolidação dos conhecimentos.
- Percepção de melhoria para alguns estudantes que têm dificuldades de se concentrar nas aulas regulares, mas se engajam com os recursos digitais, inclusive estudantes

²² Síntese de ganhos extraídos das conversas com secretarias de educação. Nem todos os ganhos são observados em todos os contextos.

- Percepção de uma mudança de cultura nas escolas e nas salas de aula a favor da inovação, tecnologia e metodologias que motivam o envolvimento dos estudantes com os estudos.
- Implementação costuma funcionar bem em escolas que contam com um coordenador de área, como as escolas de tempo integral, ou um professor coordenador de inovação, como as Escolas do Futuro.

4.4 Desafios da implementação dos recursos educacionais digitais

Desafios importantes ainda persistem para a implementação e o uso de recursos educacionais digitais nas escolas públicas brasileiras, entre eles²³:

- Infraestrutura e dispositivos necessários para o uso dos recursos educacionais digitais de modo simultâneo na escola.
- Limitação de tempo para uso de recursos digitais educacionais no horário de aula em escolas que não têm aula em tempo integral.
- Preparação e gestão da escola e da sala de aula para a implementação de recursos educacionais digitais.
- Adequação dos recursos educacionais digitais ao contexto de uso, interesse dos adolescentes e amplitude das diretrizes curriculares.
- Engajamento de parte dos estudantes para realizar as atividades de recursos educacionais digitais de matemática, especialmente no Ensino Médio.
- Dificuldade para mudar dinâmicas da escola que afetam o uso de recursos digitais e disseminar o valor do uso de tecnologias e dos dados para a educação.
- Condições necessárias e consolidação das competências para o planejamento e uso propositivo de recursos educacionais por parte dos docentes.
- Conhecimento sobre as práticas pedagógicas utilizadas nas salas de aula para integração de tecnologias, para além dos dados de uso captados pelas plataformas.
- Avaliação da contribuição efetiva do uso de recursos educacionais digitais para a melhoria da aprendizagem dos estudantes em matemática.

²³ Síntese de desafios extraídos das conversas com secretarias de educação. Nem todos os desafios são observados em todos os contextos.

Uma proposta de rubrica para a seleção de recursos educacionais digitais de matemática por redes públicas de ensino

5.1 Orientações para o uso da rubrica

Dado o papel fundamental das secretarias de educação, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, para o desenvolvimento da competência matemática dos estudantes e o potencial de contribuição de recursos educacionais digitais para a aprendizagem de matemática, propomos a seguir uma rubrica para guiar o processo de avaliação técnico/pedagógica e seleção de recursos educacionais digitais de matemática por secretarias de educação.

A matriz proposta pode ser utilizada para avaliar e selecionar provedores de recursos educacionais digitais para contratação e parcerias, como também para recomendação de recursos gratuitos e abertos como curadoria para escolas e professores, independente de uma parceria formal com a rede de ensino.

Por se tratar de uma avaliação multidimensional, recomenda-se a constituição de uma comissão avaliadora multidisciplinar, composta de profissionais com especialidade pedagógica, tecnológica e de gestão educacional.

Propomos uma matriz dividida nestes cinco critérios:



O quinto critério está direcionado à hipótese de uma parceria formal com a secretaria de educação, que pressupõe o suporte à implementação por parte do parceiro provedor do recurso educacional digital.

Cada critério está dividido em subcritérios, que devem ser avaliados conforme três parâmetros: atende muito bem, atende e não atende. A rubrica traz uma descrição para cada combinação de subcritério e parâmetro, visando tornar o processo de avaliação o mais transparente possível e permitindo a comparabilidade entre diferentes ofertas de recursos para objetivos semelhantes.

Tendo a rubrica como base, a comissão avaliadora pontua cada subcritério com uma quantidade de pontos de 0 a 5, conforme os parâmetros de atendimento descritos, sendo 5 pontos para total atingimento dos critérios e 0 ponto para nenhum atendimento. Em cada parâmetro, indicamos duas possibilidades de pontuação, permitindo assim uma pequena diferenciação de grau de atendimento dentro do mesmo subcritério e parâmetro de atendimento.

Orienta-se que os recursos educacionais digitais atendam a todos os critérios no parâmetro intermediário da rubrica (atende), no mínimo, exceto em casos excepcionais que devem ser devidamente justificados pela comissão avaliadora. Orienta-se também que o parâmetro superior da rubrica (atende muito bem) seja utilizado para comparar e diferenciar entre os recursos educacionais digitais disponíveis e para promover o aprimoramento e a adequação contínuos dos recursos educacionais digitais disponíveis às necessidades da educação pública brasileira.

Vale ressaltar que a rubrica é uma orientação técnica e que a decisão sobre a adoção de recursos educacionais digitais deve considerar a realidade pedagógica, tecnológica, orçamentária e de gestão da rede. Portanto, a secretaria pode adaptar esta rubrica e considerar dar maior peso a um ou outro critério. Por exemplo, uma rede pode colocar maior peso para critérios de adequação à infraestrutura disponível às escolas ou de robustez pedagógica, a depender de seu contexto.

5.2 Critérios de desenho educacional

Critérios de desenho educacional	Atende muito bem (4 a 5 pontos)	Atende (2 a 3 pontos)	Não atende (0 a 1 ponto)
1.1 Objetivos de aprendizagem abordados	Atende de forma ampla os objetivos de aprendizagem da BNCC e do currículo e explica claramente como isso é feito.	Contribui de forma relevante para um recorte dos objetivos de aprendizagem do currículo.	Não tem relação direta com a BNCC ou o currículo.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
1.2 Pertinência dos conteúdos e da linguagem	Conteúdos corretos e atualizados com linguagem e abordagem adequadas e atrativas à faixa etária; preceitos éticos e não discriminatórios, livres de estereótipos, preconceitos e propagandas; contextualização e representação da diversidade populacional brasileira. Conteúdos com licenças abertas.	Conteúdos corretos e atualizados com linguagem e abordagem adequadas à faixa etária; preceitos éticos e não discriminatórios, livres de estereótipos, preconceitos e propagandas.	Conteúdos com erros, desatualizados, inadequados para a faixa etária, discriminatórios, com estereótipos, preconceitos ou propagandas.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
1.3 Alinhamento a metodologias de ensino e aprendizagem específicas da matemática	Justifica no guia para os professores e demonstra no recurso digital o alinhamento com metodologias de ensino específicas da matemática, com elementos como representações concretas, visuais, abstratas e exemplos de aplicação em contexto para a compreensão de conceitos; a prática sistemática para consolidação de conhecimentos procedimentais; a investigação de hipóteses matemáticas, aprendizagem baseada em problemas, debates sobre estratégias de resolução, entre outros.	Demonstra alinhamento com metodologias da matemática ou premissas mais gerais de ensino e aprendizagem.	Não demonstra embasamento em metodologias pedagógicas reconhecidas.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
1.4 Funcionalidades interativas que contribuem para o ensino e a aprendizagem da matemática	Apresenta ao menos 3 funcionalidades interativas que contribuem significativamente para o ensino e a aprendizagem de matemática, por exemplo suporte para resolução de problemas, recursos de matemática dinâmica, aprendizagem baseada em jogos, <i>feedback</i> imediato para os estudantes, avaliações com relatórios para os professores, sistemas adaptativos ou tutores inteligentes.	Apresenta ao menos 1 funcionalidade interativa que contribui significativamente para o ensino e a aprendizagem de matemática ou recursos expositivos, por exemplo vídeos e animações de alta qualidade que podem ser usados de forma complementar a atividades interativas, digitais ou não.	Não apresenta funcionalidades que contribuem significativamente para a aprendizagem de matemática.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			

Total do critério

5.3 Critérios tecnológicos

Critérios tecnológicos	Atende muito bem (5 pontos)	Atende (3 pontos)	Não atende (0 ponto)
2.1 Usabilidade adequada para estudantes e professores	Clareza dos objetivos e do modo de uso, desenho intuitivo que permite aos usuários utilizarem o recurso digital com facilidade e desenvoltura, a fim de que professores e estudantes alcancem seus objetivos educacionais. Contemplam características como: organização e interação clara e agradável; facilidade para acessar, encontrar o que precisa e utilizar; visibilidade do status de uso e próximo passo. Observa princípios éticos na interação com o usuário.	O desenho exige uma curva de aprendizagem inicial para ser usado, mas depois se torna claro e funcional para professores e estudantes alcancarem seus objetivos educacionais. Observa princípios éticos na interação com o usuário.	Desenho complicado, confuso ou pouco intuitivo, dificultando o entendimento e a utilização por professores e estudantes.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		
2.2 Tecnologia adequada e atualizada	Foi desenvolvido com as tecnologias mais atuais existentes e relevantes para alcançar os objetivos educacionais propostos. Ótimo funcionamento da plataforma e recursos visuais, vídeos e animações tecnicamente adequados. Tecnologia de código aberto.	Foi desenvolvido com tecnologias que não são as mais atuais, mas isso não compromete o funcionamento ou impede que cumpra de maneira adequada os objetivos educacionais propostos. Bom funcionamento da plataforma e recursos visuais, vídeos e animações tecnicamente adequados.	Foi desenvolvido com tecnologias desatualizadas, o que compromete o funcionamento e cumprimento de objetivos educacionais. Recursos visuais, vídeos e animações tecnicamente inadequados.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		
2.3 Adequação ao contexto de infraestrutura tecnológica da rede educacional	Totalmente adequado ao contexto da rede educacional em termos de dispositivos, conectividade e interoperabilidade para uso simultâneo de estudantes em sala de aula e planejamento do professor.	Parcialmente adequado ao contexto da rede educacional em termos de dispositivos, conectividade e interoperabilidade, o que não compromete o uso para fins educacionais.	Inadequado ao contexto da rede educacional, comprometendo o uso para fins educacionais.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		
2.4 Uso ético e adequado de dados de estudantes e professores	Cumpre a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) brasileira e outros parâmetros relevantes, zelando pela segurança dos dados e permitindo à rede que siga com acesso a eles após finalização do contrato de uso do recurso digital.	Cumpre a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) brasileira.	Não cumpre a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) brasileira.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		
Total do critério			<div></div>

5.4 Critérios de acessibilidade

Critérios de acessibilidade	Atende muito bem (5 pontos)	Atende (3 pontos)	Não atende (0 ponto)
3.1 Tecnologia permite o uso em diferentes contextos, inclusive com baixa conectividade	Funciona <i>offline</i> e no celular com baixo uso de dados, possibilitando a professores e estudantes que acessem fora do ambiente escolar, para planejamento de aula ou estudo independente, em contextos de baixa conectividade.	Funciona nos dispositivos e na infraestrutura das escolas, mas o uso é limitado em contextos de baixa conectividade.	Exige conectividade para além das possibilidades das escolas da rede.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
3.2 Desenho educacional acessível a estudantes de contextos vulneráveis ou com defasagens de aprendizagem	Adapta-se às necessidades de estudantes de contextos vulneráveis ou com defasagem de aprendizagem com base em suas interações, oferecendo suporte personalizado, como atividades para diferentes níveis de dificuldade, uso de múltiplas linguagens para apresentar conceitos, contextualização, explicação de conteúdos pré-requisitos, reforço, <i>feedback</i> detalhado, suporte personalizado e elementos de motivação.	Possui funcionalidades que beneficiam estudantes de contextos vulneráveis ou com defasagens, como atividades para diferentes níveis de dificuldade, uso de múltiplas linguagens para apresentar conceitos, contextualização, explicação de conteúdos pré-requisitos, reforço, <i>feedback</i> detalhado, suporte personalizado e elementos de motivação.	Pressupõe que todos os estudantes tenham o nível de conhecimento necessário para acompanhar o currículo do ano escolar sem necessidade de suporte adicional.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
3.3 Recursos e adaptabilidade para pessoas com deficiência	Concebido com princípios do desenho universal para a aprendizagem, com diferentes modalidades (visual, sonora, tátil, motora), para os estudantes e professores compreenderem, expressarem e gerenciarem a aprendizagem, adaptável a pessoas com diferentes tipos de deficiência, preferências e dificuldades. Compatível com sistemas assistivos.	Adaptações para alguns casos de deficiência, como legenda para vídeos, áudio para textos, vídeos em libras, aumento da letra e contraste de cores. Compatível com sistemas assistivos.	Não possui adaptações para pessoas com deficiência.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
Total do critério			

5.5 Critérios de evidências

Critérios de evidências	Atende muito bem (5 pontos)	Atende (3 pontos)	Não atende (0 ponto)
4.1 Utilização em contextos educacionais similares	Foi utilizado em larga escala por estudantes de escolas públicas em diferentes contextos no Brasil.	Foi utilizado por estudantes de escolas particulares, de outros países ou apenas em um contexto específico de escolas públicas brasileiras.	Tem pouco tempo e quantidade de uso.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
4.2 Demonstração de contribuições para o processo de ensino e aprendizagem de matemática	Demonstra evidências de impacto na aprendizagem de matemática por meio de avaliações comparativas experimentais ou quase experimentais.	Demonstra indicativos de contribuição ao processo de ensino e aprendizagem por meio de pesquisas qualitativas ou quantitativas.	Não possui evidências ou indicativos de contribuição ou impacto por meio de pesquisas.
VALOR DO SUBCRITÉRIO			
Total do critério			

5.6 Critérios de suporte à implementação

Critérios de suporte à implementação ²⁴	Atende muito bem (5 pontos)	Atende (3 pontos)	Não atende (0 ponto)
5.1 Possibilita a customização da organização e sequência de conteúdos para alinhamento com o currículo da rede	Oferece suporte para a customização da organização e sequência de conteúdos para alinhamento com o currículo da rede.	Permite flexibilidade para o uso conforme organização e sequência de conteúdos para alinhamento com o currículo da rede.	Não permite flexibilidade para uso conforme organização e sequência de conteúdos para alinhamento com o currículo da rede.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		
5.2 Apresenta relatórios de uso e aprendizagem para a gestão pública	Oferece relatórios específicos para gestores nos níveis da rede, coordenações regionais e escolas, com indicadores de utilização e progresso na aprendizagem, alinhados aos indicadores da BNCC e a avaliações nacionais.	Oferece dados de uso da plataforma por escola e turma, que podem ser usados para monitoramento do uso pela gestão pública.	Não oferece informações sobre uso por estudantes e professores.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		
5.3 Oferece guia de orientações pedagógicas e formação de professores para uso do RED	Oferece guia de orientações pedagógicas para professores e formação continuada de professores para o uso do recurso educacional digital dentro de um contexto mais amplo de desenvolvimento de competências digitais docentes, com atividades de aplicação prática, trocas de experiências e reflexão entre pares.	Oferece orientações pedagógicas e formação de professores pontual e restrita ao modo de uso do recurso educacional digital com aplicação prática.	Não oferece formação de professores.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		
5.4 Oferece suporte técnico e de uso para professores	Oferece suporte técnico-pedagógico para casos de dúvidas de uso e falhas técnicas ou de conteúdos diretamente para professores por meio de mensagens, chat, videochamadas ou outros recursos.	Oferece suporte técnico para correção de falhas técnicas ou de conteúdos para professores.	Não oferece suporte.
VALOR DO SUBCRITÉRIO	<div></div>		

Total do critério



²⁴ Direcionados para contratação ou parceria com fornecedores de recursos educacionais digitais para implementação na rede de ensino

Conclusão

Diante dos grandes desafios enfrentados no ensino de matemática nas escolas estaduais, o uso de recursos educacionais digitais como complemento a outras iniciativas fundamentais pode ser um fator importante, contribuindo para elevar os níveis de aprendizagem e promover maior engajamento dos estudantes. Diversas redes estaduais já vêm adotando esses recursos de forma sistemática, com experiências promissoras que merecem ser conhecidas.

Seja por meio de planejamento centralizado, como compras e parcerias, ou por iniciativas de curadoria e fomento à escolha por parte das escolas, é essencial que as secretarias de educação disponham de critérios claros para avaliar e selecionar esses recursos. Tal análise requer um olhar

integrado, considerando tanto a qualidade pedagógica quanto os aspectos técnicos, contextuais e de gestão.

Assim, esta nota técnica propõe uma rubrica para orientar o processo de avaliação e seleção de recursos educacionais digitais, a qual pode ser adaptada a contextos específicos e enriquecida com base em experiências de uso. A rubrica estabelece e orienta a verificação de padrões de qualidade e facilita a comparação entre diferentes ofertas de recursos. Além disso, esperamos que esse material favoreça o diálogo entre as redes públicas de ensino e o ecossistema de inovação, incluindo empresas, instituições de pesquisa e iniciativas de fomento à tecnologia na educação, em prol do desenvolvimento e da implementação de recursos digitais alinhados às necessidades e aos potenciais da educação pública brasileira.

Referências

BENAVIDES-VARELA, S.; ZANDONELLA CALLEGHER, C.; FAGIOLINI, B.; LEO, I.; ALTOÈ, G.; LUCANGELI, D. Effectiveness of digital-based interventions for children with mathematical learning difficulties: A meta-analysis. *Computers & Education*, v. 157, p. 103953, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103953>. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Escalas de proficiência do SAEB*. Brasília, DF: INEP, 2020.

CAST (2024). *Universal Design for Learning Guidelines version 3.0*. Disponível em: <https://udlguidelines.cast.org>. Acesso em: 8 maio 2025.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. *Guia para Implementação de Recursos Educacionais Digitais Pedagógicos*.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. *Os 20 grupos de Recursos Educacionais Digitais*. Disponível em: <https://toolkit.plataformaeduc.com.br/files/apresentacao-grupos-toolkit.pdf>. Acesso em: 8 de maio de 2025.

CHAN, K. K.; LEUNG, S. W. Dynamic Geometry Software Improves Mathematical Achievement: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, v. 51, n. 3, p. 311-325, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2190/EC.51.3.c>. Acesso em: 8 maio 2025.

FADDA, D.; PELLEGRINI, M.; VIVANET, G.; CALLEGHER, C. Z. Effects of digital games on student motivation in mathematics: a meta-analysis in K-12. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 38, n. 1, p. 304-325, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jcal.12618>. Acesso em: 8 maio 2025.

FENG, M.; HEFFERNAN, N.; COLLINS, K.; HEFFERNAN, C.; MURPHY, R. F. Implementing and Evaluating ASSISTments Online Math Homework Support At large Scale over Two Years: Findings and Lessons Learned. In: WANG, N.; REBOLLEDO-MENDEZ, G.; MATSUDA, N.; SANTOS, O. C.; DIMITROVA, V. (ed.). *Artificial Intelligence in Education. Lecture Notes in Computer Science*, v. 13916, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-36272-9_3. Acesso em: 8 maio 2025.

FESKENS, R. C. W. Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Sage Journals*, v. 85, n. 4, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/0034654314564881>. Acesso em: 8 maio 2025.

HARIKRISHNAN, H.; HALIM, N. D. A.; HARUN, J.; ARJUNAN, S. Exploring the Digital Game-Based Elements in Mathematics Education: A Meta-Analysis Review. *Universal Journal of Educational Research*, v. 7, n. 9, p. 106-116, 2019. Disponível em: [DOI: 10.13189/ujer.2019.071613](https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071613). Acesso em: 8 maio 2025.

HIGGINS, K.; HUSCROFT-D'ANGELO, J.; CRAWFORD, L. Effects of Technology in Mathematics on Achievement, Motivation, and Attitude: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, v. 57, n. 2, p. 283-319, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0735633117748416>. Acesso em: 8 maio 2025.

HILLMAYR, D.; ZIERNWALD, L.; REINHOLD, F.; HOFER, S. I.; REISS, K. M. The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, v. 153, p. 103897, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>. Acesso em: 8 maio 2025.

HUSSEIN, M. H.; OW, S. H.; ELAISH, M. M.; JENSEN, E. O. Digital game-based learning in K-12 mathematics education: A Systematic Literature Review. *Education and Information Technologies*, v. 27, n. 2, p. 2859-2891, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10721-x>. Acesso em 8 de maio 2025.

KULIK, J. A.; FLETCHER, J. D. Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, v. 86, n. 1, p. 42-78, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>. Acesso em: 8 maio 2025.

MYERS, C.; WYSS, N.; VILLAVICENCIO PERALTA, X.; COFLAN, C. *Mapping and Analysing Digital Learning Platforms in Latin America and the Caribbean*. [Helpdesk Response 47]. EdTech Hub, 2022. Disponível em: <https://docs.edtechhub.org/lib/VINQBTJ5>. Acesso em 8 de maio 2025.

RAJASEKARAN, S.; ADAM, T.; TILMES, K. *Digital Pathways for Education: Enabling Greater Impact for All*. Washington, DC: World Bank, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/9673fd74-1bf-4-4693-b45f-374a64464c63>. Acesso em: 8 maio 2025.

RAN, H.; KASLI, M.; SECADA, W. G. A Meta-Analysis on Computer Technology Intervention Effects on Mathematics Achievement for Low-Performing Students in K-12 Classrooms. *Journal of Educational Computing Research*, v. 59, n. 1, p. 119-153, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0735633120952063>. Acesso em: 8 maio 2025.

REINHOLD, F.; HOCH, S.; WERNER, B.; RICHTER-GEERT, J.; REISS, K. M. Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students? *Learning and Instruction*, v. 65, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101264>. Acesso em: 8 maio 2025.

RUI, T.; CHUANG, R.; THINLEY, S.; ALSHEIKH THEEB, T.; VILLAVICENCIO, X.; RASOLOHERY, H. *Mapping National Digital Learning Platforms*. [Helpdesk Response]. EdTech Hub, 2023.

STANFORD ACCELERATOR FOR LEARNING. AI and Education. Stanford University. Disponível em: <https://acceleratelearning.stanford.edu/initiative/digital-learning/ai-and-education/>. Acesso em: 8 maio 2025.

SUN, S.; ELSE-QUEST, N. M.; HODGES, L. C.; FRENCH, A. M.; DOWLING, R. The Effects of ALEKS on Mathematics Learning in K-12 and Higher Education: A Meta-Analysis. *Investigations in Mathematics Learning*, v. 13, n. 3, p. 182-196, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19477503.2021.1926194>. Acesso em: 8 maio 2025.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. *Aprendizagem na educação básica: detalhamentos do contexto pré-pandemia*. São Paulo: Todos pela Educação, 2021. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/09/relatorio-de-aprendizagem.pdf>. Acesso em: 8 maio 2025.

UNESCO: (PISA 2022). *El panorama de los países de América Latina y el Caribe*. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390611>. Acesso em: 8 maio 2025.



CENTRO DE INOVAÇÃO PARA
A EDUCAÇÃO BRASILEIRA

**INOVAÇÃO E CONEXÕES QUE
TRANSFORMAM A EDUCAÇÃO**

cieb.net.br

Apoio



Social