

TECNOLOGIA ASSISTIVA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL INCORPORADAS AO DESENHO UNIVERSAL PARA APRENDIZAGEM

ASSISTIVE TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE INCORPORATED INTO UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING

TECNOLOGÍA ASISTIVA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL INCORPORADA AL DISEÑO UNIVERSAL PARA EL APRENDIZAJE

Eric da Silva Santos*  

Rodiney Marcelo Braga dos Santos**  

RESUMO

A inclusão escolar exige metodologias e tecnologias que promovam equidade no ensino. Diante disso, este estudo objetiva investigar a integração da Tecnologia Assistiva e da Inteligência Artificial ao Desenho Universal para Aprendizagem como base para o planejamento de um Ambiente Dinâmico Interativo acessível e autoral ao ensino de Matemática. A partir disso, o propósito geral é analisar as possibilidades de uso das tecnologias (Assistiva e Inteligência Artificial) na construção de um ambiente que favoreça múltiplos meios de engajamento, representação e ação e expressão (princípios do Desenho Universal para Aprendizagem). Para isso, empreendeu-se uma pesquisa de natureza aplicada, abordagem qualitativa e finalidade exploratória, orientada pelo repertório metodológico do Desenho Universal para Aprendizagem – versão 3.0 e com aplicação de normas técnicas de acessibilidade digital, conforme as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) – versão 2.2, para o desenvolvimento do Ambiente Dinâmico Interativo “Explorando o Teorema de Pitágoras”, por meio da plataforma *Genially*. A análise teórica indica que a combinação entre Tecnologia Assistiva, Inteligência Artificial e Desenho Universal para Aprendizagem pode tornar o ensino mais inclusivo, diversificando estratégias pedagógicas e ampliando o acesso ao conhecimento matemático. Conclui-se, portanto, que a integração dessas abordagens representa um avanço para a educação matemática inclusiva, tendo em vista que possibilita a construção de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e acessíveis.

Palavras-chave: Matemática inclusiva. Tecnologia digital. Ambiente dinâmico interativo.

ABSTRACT

School inclusion requires methodologies and technologies that promote equity in teaching. This study investigates the integration of Assistive Technology and Artificial Intelligence with Universal Design for Learning as a basis for planning an accessible and authorial Dynamic Interactive Environment for

* Licenciado em Matemática pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB). Membro do Grupo de Pesquisas em Linguagens, Inclusão e Tecnologias (GPLIT/CNPq). Endereço para correspondência: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, Cajazeiras, Paraíba, Brasil, CEP: 58.900-000. E-mail: eric.santos@academico.ifpb.edu.br.

** Doutorado em Rede Bionorte, com ênfase em Logística, pela Universidade Federal de Roraima (UFRR). Mestre em Logística pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Educação Inclusiva pela Universidade Estadual da Paraíba (PROFEI/UEPB). Professor do Curso de Licenciatura em Matemática (IFPB) e Permanente do Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores (PPGFP/UEPB). Coordenador do GPLIT/CNPq. Endereço para correspondência: Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, Cajazeiras, Paraíba, CEP: 58.900-000. E-mail: rodiney.santos@ifpb.edu.br.

teaching Mathematics. The objective is to analyze the possibilities of using technologies (Assistive and Artificial Intelligence) in the construction of an environment that favors multiple means of engagement, representation, action and expression (principles of Universal Design for Learning). To this end, an applied research was undertaken, with a qualitative approach and exploratory purpose, guided by the methodological repertoire of Universal Design for Learning – version 3.0 and with the application of technical standards of digital accessibility, according to the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) – version 2.2, for the development of the Interactive Dynamic Environment “Exploring the Pythagorean Theorem”, through the Genially platform. The theoretical analysis indicates that the combination of Assistive Technology, Artificial Intelligence and Universal Design for Learning can make teaching more inclusive, diversifying pedagogical strategies and expanding access to mathematical knowledge. It is concluded that the integration of these approaches represents an advance for inclusive mathematics education, enabling the construction of more dynamic and accessible learning environments.

Keywords: Inclusive mathematics. Digital technology. Interactive dynamic environment.

RESUMEN

La inclusión escolar requiere metodologías y tecnologías que promuevan la equidad en la enseñanza. Este estudio investiga la integración de la Tecnología de Asistencia y la Inteligencia Artificial con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) como base para la planificación de un Entorno Dinámico Interactivo, accesible y con autor para la enseñanza de las Matemáticas. El objetivo es analizar las posibilidades del uso de tecnologías (DUA e Inteligencia Artificial) en la construcción de un entorno que favorezca múltiples formas de participación, representación, acción y expresión (principios del DUA). Para ello, se realizó una investigación aplicada, con un enfoque cualitativo y propósito exploratorio, guiada por el repertorio metodológico del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), versión 3.0, y con la aplicación de estándares técnicos de accesibilidad digital, según las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG), versión 2.2, para el desarrollo del Entorno Dinámico Interactivo “Explorando el Teorema de Pitágoras”, a través de la plataforma Genially. El análisis teórico indica que la combinación de Tecnología de Asistencia, Inteligencia Artificial y DUA puede hacer que la enseñanza sea más inclusiva, diversificando las estrategias pedagógicas y ampliando el acceso al conocimiento matemático. Se concluye que la integración de estos enfoques representa un avance para la educación matemática inclusiva, permitiendo la construcción de entornos de aprendizaje más dinámicos y accesibles.

Palabras clave: Matemáticas inclusivas. Tecnología digital. Entorno dinámico interactivo

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a inclusão educacional tem se tornado um dos principais desafios e objetivos das políticas públicas voltadas à agenda da educação. A necessidade de torná-la inclusiva e equitativa tem impulsionado a busca por metodologias e tecnologias que possam atender à diversidade de estudantes, independentemente de suas características físicas, cognitivas ou sensoriais. Dito isso, destacam-se, a partir do avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), novas oportunidades para aprimorar o ensino e a aprendizagem.

Nesse cenário, a Tecnologia Assistiva (TA) e a Inteligência Artificial (IA) surgem como ferramentas poderosas para tornar o ambiente de aprendizagem mais acessível, promovendo a equidade e garantindo a participação ativa de todos os estudantes. Quando incorporadas ao Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), essas tecnologias podem transformar a experiência educacional, uma vez que eliminam barreiras e proporciona um ensino mais dinâmico, interativo e personalizado.

Segundo Toscano (2024), a TA, em especial, contribui significativamente para a inclusão na medida em que fornece suporte para diferentes necessidades educacionais específicas e permite uma participação mais ativa no processo de ensino e aprendizagem. A IA, de maneira semelhante, tem o potencial de criar ambientes de aprendizagem mais adaptativos e inclusivos. No entanto, sua aplicação ainda enfrenta desafios, como a desigualdade no acesso à tecnologia e a necessidade de formação docente específica (Fonseca *et al.*, 2025).

No que concerne ao ensino de Matemática, sabe-se que esse componente curricular, por sua estrutura lógica e abstrata, muitas vezes representa um desafio para os estudantes, especialmente para aqueles com necessidades educacionais específicas. Rodrigues e Sales (2020, p. 150) apontam para a “necessidade de pesquisas direcionadas a materiais que possam contemplar alunos com deficiência e os demais alunos no processo de ensino e aprendizagem em matemática”, pois a falta de recursos acessíveis e métodos didáticos inclusivos pode impactar negativamente a compreensão e o desempenho dos alunos, resultando em desmotivação e dificuldades na aprendizagem. Além disso, a predominância de abordagens tradicionais baseadas na exposição teórica e na repetição mecânica de exercícios nem sempre atende às necessidades de um público heterogêneo. Como consequência disso, muitos estudantes desenvolvem bloqueios em relação ao referido componente curricular, o que pode comprometer seu desenvolvimento tanto a nível acadêmico quanto profissional.

Frente ao exposto, este estudo se justifica em decorrência da necessidade de ampliar a acessibilidade no ensino de Matemática, proporcionando alternativas inovadoras que possam atender à diversidade dos alunos. Costa e Vizolli (2024, p. 2) afirmam que “As temáticas evidenciadas na Educação Matemática Inclusiva são emergentes nas pesquisas visando que essa área do conhecimento possa a partir dos estudos proporcionar melhores condições nos processos de ensino e de aprendizagem”.

Embora já existam pesquisas a respeito do uso de TA na educação, a aplicação combinada de TA e IA dentro do DUA ainda é um campo em expansão, com grande potencial para impactar a forma como os conteúdos matemáticos são ensinados e aprendidos. Dessa

forma, a crescente dependência de tecnologias no ensino reforça a importância de explorar soluções que tornem o aprendizado mais interativo e personalizado, promovendo uma inclusão efetiva e significativa.

Logo, este estudo parte do seguinte problema de pesquisa: como o uso de TA e IA alinhadas ao DUA, visando ao desenvolvimento de um ambiente dinâmico e interativo (ADI), pode contribuir para o ensino de Matemática inclusivo? Definiu-se como objeto de conhecimento matemático o Teorema de Pitágoras pela sua relevância na Matemática escolar, bem como pelo seu caráter interdisciplinar.

Para responder à questão acima proposta, o objetivo geral deste estudo é propor e desenvolver um ADI que utilize recursos de TA e IA para potencializar o ensino do Teorema de Pitágoras, alinhado aos princípios do DUA. Especificamente, pretende-se investigar as possibilidades de integração entre TA, IA e DUA no contexto educacional; desenvolver um ADI e acessível que conte com diferentes formas de representação do Teorema de Pitágoras; e, à luz do DUA, analisar como esse ambiente pode contribuir para o aprendizado de alunos com diferentes perfis e necessidades educacionais.

Metodologicamente, a pesquisa se fundamenta em uma abordagem qualitativa e exploratória (Fiorentini; Lorenzato, 2012), com embasamento teórico em estudos sobre TA (Bersch, 2017; Galvão Filho, 2013), IA (Alves *et al.*, 2024; Costa Júnior *et al.*, 2024; Gonçalo *et al.*, 2022) e DUA (Alves, Ribeiro; Simões, 2013; Sebastián-Heredero, 2020; Zerbato; Mendes, 2018). O desenvolvimento do ADI baseia-se nos princípios do DUA, garantindo múltiplos meios de representação, engajamento e ação e expressão, conforme proposto pelo *Center for Applied Special Technology* (CAST).

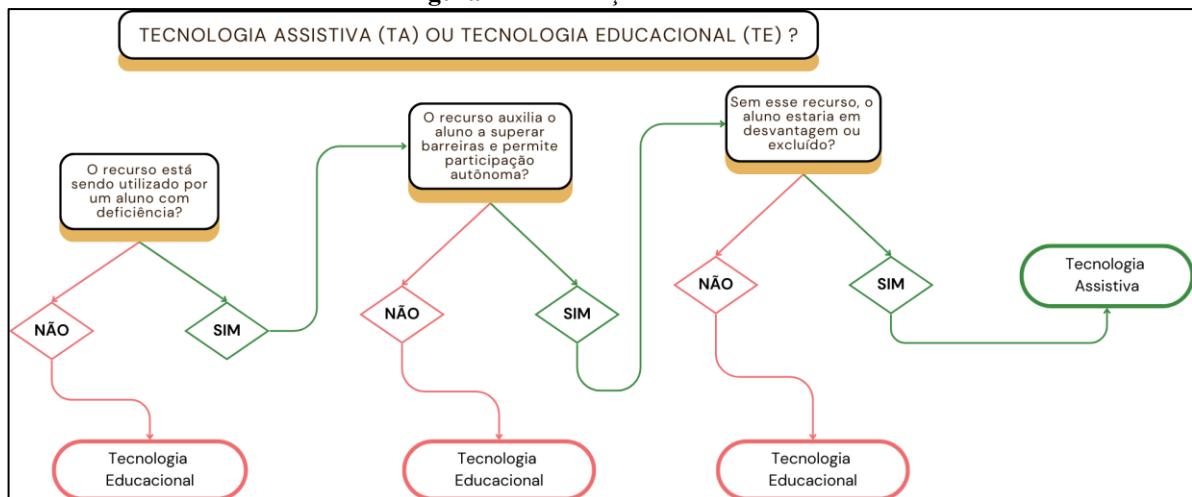
O artigo está estruturado a partir desta seção de introdução, que anuncia o tema da pesquisa, o problema que será discutido, a justificativa e os objetivos do estudo. Na sequência, a seção 2 apresenta os conceitos fundamentais de TA, IA e DUA, destacando suas contribuições no ensino. Em seguida, descrevem-se orientações metodológicas para o desenvolvimento do ADI, e na seção 4, suas características e funcionalidades. Em seguida, a seção 5 ilustra a aplicação das diretrizes do DUA na exploração do ADI na aprendizagem da Matemática. Por fim, na seção das Considerações Finais, são apresentados os principais achados da pesquisa, as contribuições do estudo e sugestões para futuras investigações na área.

2 TA, IA E DUA: PERSPECTIVAS NA EDUCAÇÃO

A tecnologia está profundamente conectada ao desenvolvimento de ferramentas, métodos e técnicas que resolvem problemas e otimizam processos, facilitando as atividades humanas em diversos contextos. Dentre elas, emerge a TA que, segundo Galvão Filho (2009), é um conceito novo, ainda em processo de construção e sistematização. Ela pode ser definida como produtos, equipamentos, dispositivos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam promover a funcionalidade e a participação de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida nas atividades do dia a dia (Brasil, 2015).

No âmbito da educação, tem-se a Tecnologia Educacional (TE) como um conjunto de procedimentos e ferramentas que visam facilitar os processos educacionais por meio de instrumentos, símbolos ou organizadores, a fim de promover transformações culturais no ambiente escolar. No entanto, em muitos casos, a TA é comumente confundida com a TE, embora sejam conceitos distintos com objetivos específicos dentro do contexto educacional. Bersch (2017) enfatiza que “a TA deve ser vista como um recurso do usuário”, pois serve à pessoa com deficiência que necessita desempenhar tarefas cotidianas de forma independente. A respeito disso, a figura 1 descreve a diferença de TA e TE.

Figura 1 – Diferença sobre TA e TE.



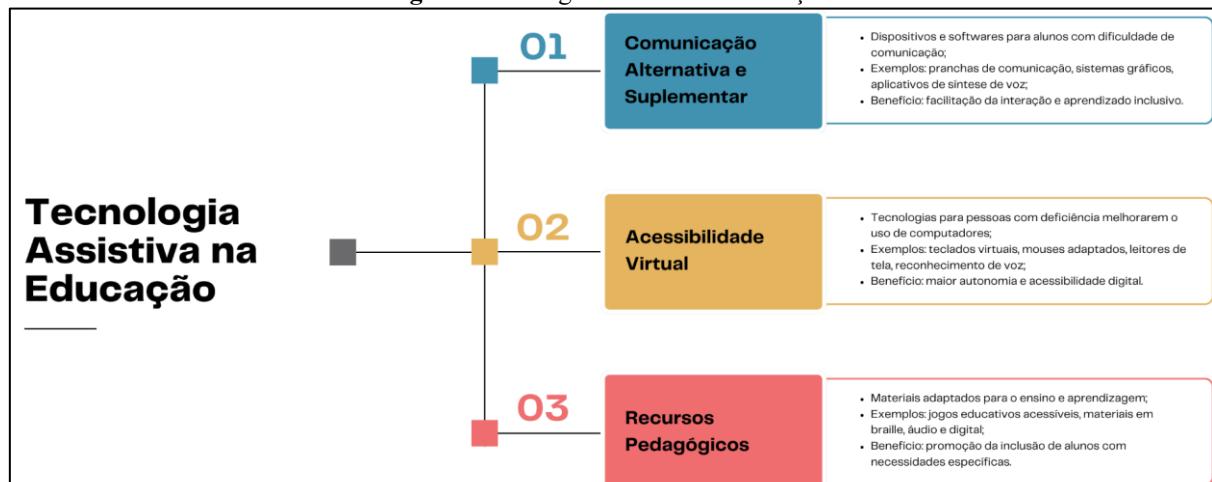
Fonte: Elaborada pelos autores com base em Bersch (2017) (2025).

Galvão Filho (2013) reforça a distinção entre TA e TE apontando que o que define um recurso como assistivo depende de três fatores: “o quê”, “para quem” e “para quê”. No caso de um estudante cego, por exemplo, a TA serve para tornar o texto impresso acessível, atuando como uma tecnologia de acessibilidade. Bersch (2017) complementa afirmando que a TE

comum não é sempre assistiva. Contudo, ela pode desempenhar esse papel quando favorece a participação do aluno com deficiência na realização de tarefas escolares. Se a remoção de um recurso tecnológico cria dificuldades e leva à exclusão do aluno, esse recurso pode ser considerado assistivo.

Em suma, a integração de TE e TA no ambiente escolar é essencial para promover a inclusão escolar. Enquanto a TE facilita o aprendizado de todos os alunos, a TA, por sua vez, remove barreiras específicas enfrentadas por estudantes com deficiência. Ao planejar cuidadosamente o uso dessas tecnologias, levando em consideração as necessidades dos alunos, a aplicação adequada dessas ferramentas não só facilita o acesso ao conhecimento, como também promove a participação ativa e autônoma de todos os estudantes. Isso reafirma o compromisso com uma educação que valoriza a diversidade e as necessidades individuais. A figura 2 apresenta algumas das categorias de TA na educação.

Figura 2 – Categorias de TA na educação.



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Lamazon, Becker e Medeiros (2019).

Contudo, diante da crescente necessidade de tornar a educação mais acessível, a TA tem se consolidado como um recurso essencial para a inclusão de estudantes, garantindo que possam superar barreiras na aprendizagem. No entanto, à medida que as demandas educacionais evoluem, a IA surge como um complemento fundamental à TA, possibilitando a personalização do ensino e a ampliação da autonomia dos alunos. A IA, por meio de algoritmos inteligentes e sistemas adaptativos, pode otimizar o uso de ferramentas assistivas, tornando-as mais eficazes na adaptação do conteúdo às necessidades individuais dos estudantes. Nesse sentido, a transição da TA para a IA representa uma evolução na busca por um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, interativo e inclusivo.

A IA aplicada ao campo da educação tem sido uma área de crescente interesse devido ao seu potencial para transformar práticas pedagógicas e para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, especialmente na criação de oportunidades de inclusão para estudantes com necessidades educacionais específicas. Seu impacto na educação inclusiva é vasto e diversificado, abrangendo desde o acesso a ferramentas tecnológicas que ampliam as possibilidades de participação até a personalização dos processos de aprendizagem, o que favorece uma educação mais equitativa. Essa inovação tecnológica permite que o ambiente educacional seja cada vez mais acolhedor e adaptável, respondendo de forma dinâmica aos diferentes perfis de estudantes e promovendo, pois, a equidade no aprendizado.

Entre as principais contribuições da IA para a inclusão escolar está a criação de ferramentas acessíveis que facilitam a interação dos alunos com o conteúdo pedagógico e o ambiente digital. Tecnologias como sistemas de reconhecimento de voz, leitura de tela e transcrição automática têm se mostrado particularmente úteis a estudantes com deficiência visual, auditiva ou motora. Essas tecnologias “não só melhoram a acessibilidade, mas também proporcionam uma experiência de aprendizado mais personalizada e eficaz” (Alves *et al.*, 2024, p. 37), permitindo que cada um tenha acesso ao conteúdo sem depender exclusivamente da mediação de outras pessoas. Ademais, tais inovações, ao democratizarem o acesso ao conhecimento, promovem um ambiente de aprendizagem em que “[...] a diversidade é celebrada e as diferenças são reconhecidas como fontes de enriquecimento e aprendizado mútuo” (Costa Júnior *et al.*, 2024, p. 4).

A IA na educação inclusiva também permite a adaptação dos conteúdos de ensino. Sistemas inteligentes podem identificar o ritmo e as preferências de aprendizagem dos estudantes, proporcionando uma experiência personalizada. Segundo Alves *et al.* (2024, p. 44) “[...] algoritmos de aprendizagem adaptativa ajustam o conteúdo educacional de acordo com as necessidades individuais dos alunos” o que facilita o entendimento e promove um progresso contínuo. Gonçalo *et al.* (2022) acrescentam que o uso da IA pode aumentar o engajamento do aluno, utilizando recursos como a gamificação, o que transforma o estudante em protagonista de sua própria aprendizagem.

A IA também é responsável por mudar a forma como as avaliações escolares são conduzidas, tornando o processo mais inclusivo. Para estudantes com deficiência, isso implica receber uma atenção personalizada, sem que sejam avaliados por parâmetros que desconsideram suas singularidades. Conforme afirma Alves *et al.* (2024), a IA promove a personalização do ensino, permitindo adaptação dos conteúdos educacionais às necessidades

individuais dos alunos, de modo a valorizar o desenvolvimento individual e estimular a autoconfiança em um ambiente educacional inclusivo.

Outro impacto positivo da IA na inclusão escolar é o apoio à inclusão digital, reduzindo barreiras de acesso ao conhecimento para estudantes que enfrentam limitações físicas, sensoriais ou cognitivas. Costa Júnior *et al.* (2024) reforçam que a IA amplia o acesso e a participação e permite que os sistemas de tutoria inteligente ajudem a personalizar o ensino, além de oferecer suporte individualizado a alunos com necessidades específicas. Esse tipo de tecnologia torna o conteúdo acessível de maneira contínua, o que incentiva a inclusão não apenas no aspecto acadêmico, como também no social, promovendo a integração dos estudantes em discussões e atividades com seus colegas.

À vista disso, o uso da IA na inclusão escolar representa um avanço promissor para a criação de ambientes de aprendizado verdadeiramente inclusivos, em que cada aluno pode desenvolver seu potencial ao máximo. Conforme a tecnologia avança, espera-se que suas aplicações na inclusão escolar se tornem cada vez mais robustas, beneficiando um número cada vez mais crescente de alunos. Como afirmam Costa Júnior *et al.* (2024), a IA apresenta um potencial revolucionário na educação inclusiva, dado que oferece oportunidades para personalizar e enriquecer a experiência educacional.

Em contrapartida, é inegável que a adoção da IA na inclusão escolar também traz desafios que precisam ser considerados. Entre eles, estão as questões éticas e de privacidade envolvidas na coleta e análise de dados dos alunos. Embora o uso de dados seja essencial para tornar o ensino mais inclusivo, é necessário garantir que essa prática respeite a privacidade dos estudantes e que os dados sejam utilizados de forma segura e responsável. Como destaca Gonçalo *et al.* (2022), é fundamental que o desenvolvimento em IA na educação considere os aspectos éticos e de transparência para que o aprendizado seja seguro e inclusivo.

Embora a IA represente um avanço significativo na personalização do ensino e na promoção da inclusão, sua plena eficácia só pode ser alcançada quando aliada a metodologias pedagógicas estruturadas para atender à diversidade de aprendizes. Nesse sentido, o DUA se apresenta como um modelo essencial, haja vista que propõe a flexibilização do currículo por meio de múltiplas formas de representação, engajamento e ação e expressão da aprendizagem. A IA, quando integrada ao DUA, potencializa a acessibilidade e permite que cada estudante tenha sua experiência de aprendizagem personalizada de maneira eficaz. Assim, a transição da IA para o DUA evidencia a importância de unir tecnologia e pedagogia para garantir um ensino

verdadeiramente inclusivo, atendendo às necessidades individuais específicas de cada aluno e, assim, promove uma educação equitativa.

O DUA, introduzido no final do século XX, surgiu como uma evolução dos princípios do Desenho Universal aplicados originalmente à arquitetura. Essa abordagem foi adaptada para o campo educacional que, segundo Sebastián-Heredero (2020), visa ajustar o currículo às necessidades dos estudantes, reconhecendo que as barreiras residem frequentemente nos próprios currículos e não nos estudantes, sendo constituído por três princípios fundamentais (Figura 3): múltiplas formas de engajamento (o “porquê”); múltiplas formas de representação (o “o quê” do aprendizado) e múltiplas formas de ação e expressão (o “como”). Nesse contexto, esses princípios são sustentados por estudos das Ciências da Educação e da Neurociência, que destacam como diferentes redes cerebrais influenciam o envolvimento emocional, a percepção e a ação dos aprendizes (Alves; Ribeiro; Simões, 2013).

Figura 3 – Conceitos e objetivos do DUA.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A aplicação prática dos princípios do DUA tem demonstrado benefícios significativos para a educação inclusiva. Sebastián-Heredero (2020) destaca que, ao incorporar esses pilares, os ambientes de aprendizagem tornam-se mais adaptáveis e capazes de atender às necessidades de uma sociedade diversa e em constante transformação. Essa abordagem não apenas beneficia estudantes com deficiência, como também melhora a experiência educacional para todos. A adoção do DUA, ressaltado por Zerbato e Mendes (2018), representa uma mudança

paradigmática no planejamento educacional, em que as barreiras pedagógicas são eliminadas e todos os estudantes têm a oportunidade de progredir com base em suas potencialidades.

Contudo, o DUA compreende uma abordagem inovadora para a educação inclusiva, unindo avanços científicos e práticas pedagógicas para transformar a experiência de ensino e aprendizagem. Sua implementação requer uma mudança na concepção curricular, visando não apenas à inclusão física dos estudantes, como também ao acesso efetivo a todos os aspectos do aprendizado.

Como resultados desta seção, apresentamos no quadro 1 uma síntese acerca das principais características da TA e do DUA como perspectiva para a promoção de uma educação inclusiva.

Quadro 1 – Principais características da TA e do DUA.

Características	Tecnologia Assistiva	Desenho Universal para Aprendizagem
Definições	Facilita a autonomia e o acesso de pessoas com deficiência ao ensino e à vida social. Ferramenta para apoiar o desenvolvimento humano e a inclusão efetiva em diversos contextos educacionais. Potencial para superar desigualdades, mas critica o uso limitado a funções adaptativas.	Envolve a criação de currículos flexíveis que eliminem barreiras no ensino. Modelo centrado em práticas que atendam à diversidade de estilos de aprendizagem. Visa atender à diversidade humana, superando barreiras pedagógicas e sociais por meio de estratégias inclusivas.
Intersecções	Trabalhadas em conjunto, apresentam alta eficácia na inclusão escolar. Integração sinérgica que auxilia professores na criação de práticas pedagógicas inclusivas. Propõe reflexão crítica sobre como integrá-las para além de adaptações estruturais.	
Desafios	Implementação integrada no ambiente escolar devido à falta de formação docente adequada. Barreiras culturais e estruturais que dificultam a aplicação de ambos os conceitos no Brasil. Necessidade de suporte docente para adotá-las de forma eficaz. Superar o capacitismo.	
Contribuições	Maximiza o potencial de todos os alunos ao adaptar o ambiente de aprendizagem. Garante acessibilidade e engajamento através de currículos mais flexíveis e acessíveis. Proporciona apoio efetivo para que todos os estudantes tenham acesso igualitário à educação. Oferece um olhar estético e colaborativo para a inclusão, reavaliando práticas pedagógicas tradicionais.	

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Conforme destacado por Leite, Braz e Crespo (2024), embora o DUA e a TA possuam abordagens distintas, ambos se complementam na remoção de barreiras e na promoção da inclusão educacional. É importante entender que, não obstante muitas escolas brasileiras já adotem o DUA e a TA, o desconhecimento de muitos educadores sobre os conceitos e a aplicação desses recursos ainda é um desafio significativo. De fato, a TA desempenha um papel fundamental na aplicação do DUA, mas não substitui a necessidade deste no ambiente escolar, sendo ambos essenciais para garantir a inclusão e a igualdade de oportunidades no processo de aprendizagem.

A relação entre o DUA e a TA apresenta-se como um elemento essencial para consolidar práticas educacionais inclusivas. Essa articulação é fundamental para superar barreiras e promover uma educação equitativa e acessível a todos. Como destacam Conte e Habowski (2022), a combinação dessas abordagens transcende a aplicação técnica, configurando-se como uma prática pedagógica que valoriza a diversidade e fomenta ambientes de aprendizagem colaborativos. Essa integração vai além da acessibilidade, pois busca transformar o espaço escolar em um ambiente no qual as diferenças individuais sejam reconhecidas e celebradas.

Embora o DUA se concentre na criação de currículos flexíveis que eliminem barreiras pedagógicas e estruturais, sua efetividade muitas vezes depende do uso de ferramentas de TA. Casagrande *et al.* (2024) ressaltam que dispositivos e recursos tecnológicos não devem ser tratados como complementos isolados, mas como componentes indispensáveis para potencializar as estratégias do DUA.

Outro ponto que merece atenção é como a TA complementa as estratégias de engajamento do DUA. Segundo Mendonça e Gonçalves (2023), tecnologias interativas, como softwares educativos e dispositivos sensoriais, ampliam as possibilidades de aprendizagem ao envolver os estudantes em atividades dinâmicas e personalizadas. Tais recursos – quando integrados a práticas curriculares baseadas no DUA – oferecem múltiplas formas de acesso ao conhecimento, beneficiando tanto os alunos com deficiência quanto os demais.

Todavia, um desafio significativo nesse processo é a capacitação docente para aplicar o DUA e a TA de forma integrada. Rebouças de Paiva, Gonçalves e Bracciali (2021) apontam que, apesar do potencial transformador dessas abordagens, muitos educadores ainda carecem de formação adequada, o que limita sua aplicação prática. Essa lacuna se reflete em práticas pedagógicas que frequentemente permanecem ligadas a modelos tradicionais, sem explorar plenamente os benefícios proporcionados por essa complementaridade.

Somam-se a isso os desafios culturais e estruturais, os quais continuam sendo um obstáculo significativo para a implementação dessas práticas no Brasil. Conte e Habowski (2022) alertam que o capacitismo ainda permeia muitas instituições de ensino, dificultando a adoção do DUA e da TA como parte de um compromisso ético e pedagógico mais amplo. Para superar essas barreiras, é necessário investir na formação continuada de educadores, proporcionando-lhes ferramentas teóricas e práticas para integrar essas abordagens de maneira efetiva e criativa.

Contudo, em contextos educacionais ricos em métodos e materiais do DUA, a presença da TA ainda é necessária para suprir as particularidades de cada aluno. Dessa forma, o DUA,

por si só, não é suficiente para atender às necessidades de todos os alunos; é essencial que sejam adotadas TA específicas para garantir uma abordagem inclusiva e personalizada, proporcionando-lhes um ambiente escolar verdadeiramente acessível a todos.

Portanto, o alinhamento entre o DUA e a TA não deve ser visto como uma simples adição de recursos, mas como uma estratégia integrada que transforma o ambiente escolar em um espaço inclusivo e equitativo. Assim, ao valorizar as diferenças como parte fundamental da experiência educacional, acredita-se que essa abordagem contribui para a construção de um sistema educacional que garante acessibilidade, engajamento e oportunidades equitativas para todos.

3 O AMBIENTE DINÂMICO INTERATIVO: ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS

O ADI desenvolvido tem como principal objetivo proporcionar uma experiência de aprendizagem inovadora e inclusiva por meio do uso de TA e IA. Orientado pelas considerações do DUA 3.0 (CAST, 2024), são aplicadas estratégias diversificadas que promovem uma interação significativa entre o estudante e o conteúdo, em conformidade com as diretrizes *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) 2.2, da *World Wide Web Consortium* (W3C), garantindo a acessibilidade digital. Essas diretrizes são organizadas a partir de quatro princípios: perceptível, operável, compreensível e robusto. Cada um deles se desdobra em recomendações específicas que orientam o desenvolvimento de interfaces acessíveis (W3C, 2023).

Com base nessas diretrizes, o ADI¹ desenvolvido na plataforma *Genially* visa garantir a acessibilidade e o engajamento para todos os usuários. Um dos diferenciais desse ambiente é a utilização de recursos interativos que promovem uma aprendizagem mais ativa e envolvente. Conforme ressaltado por Prado e Cruz (2023), plataformas como o *Genially* oferecem suporte para a criação de conteúdos interativos. Outrossim, como ressaltado por Borgo e Bobko (2024), recursos interativos são essenciais para estimular a experimentação e a construção do conhecimento matemático, permitindo que os alunos explorem conceitos de forma mais ativa.

Para fortalecer ainda mais essa acessibilidade, a *Audiodescrição* (AD) foi incorporada como um recurso de TA essencial para ampliar a inclusão de estudantes com deficiência visual. De acordo com Perdigão *et al.* (2023), a AD não apenas facilita o acesso ao conteúdo visual,

¹ Disponível em: <https://view.genially.com/67aa38742a1ce9d755e72881/presentation-explorando-o-teorema-de-pitagoras>.

mas também contribui para o desenvolvimento da fluência verbal, do repertório cultural e do senso de observação dos estudantes, tornando a experiência educacional mais equitativa. De maneira complementar a essa abordagem, a utilização do recurso de TA *Comunicação Alternativa Aumentativa* (CAA) possibilita a construção de novos canais de comunicação, valorizando as formas expressivas já existentes na pessoa, como gestos, sons, expressões faciais e corporais, para manifestar desejos, necessidades e opiniões (Sartoretto; Bersch, 2010).

Além disso, a abordagem pedagógica adotada está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza o uso de tecnologias digitais como facilitadoras da aprendizagem. Conforme estabelece Brasil (2018), é essencial compreender, utilizar e criar TDIC de maneira crítica, significativa, reflexiva e ética, nas diferentes práticas sociais, incluindo as escolares. Nesse viés, esse processo envolve a comunicação, o acesso e a disseminação de informações, a produção de conhecimentos, a resolução de problemas e o exercício de protagonismo e autoria tanto na vida pessoal quanto coletiva.

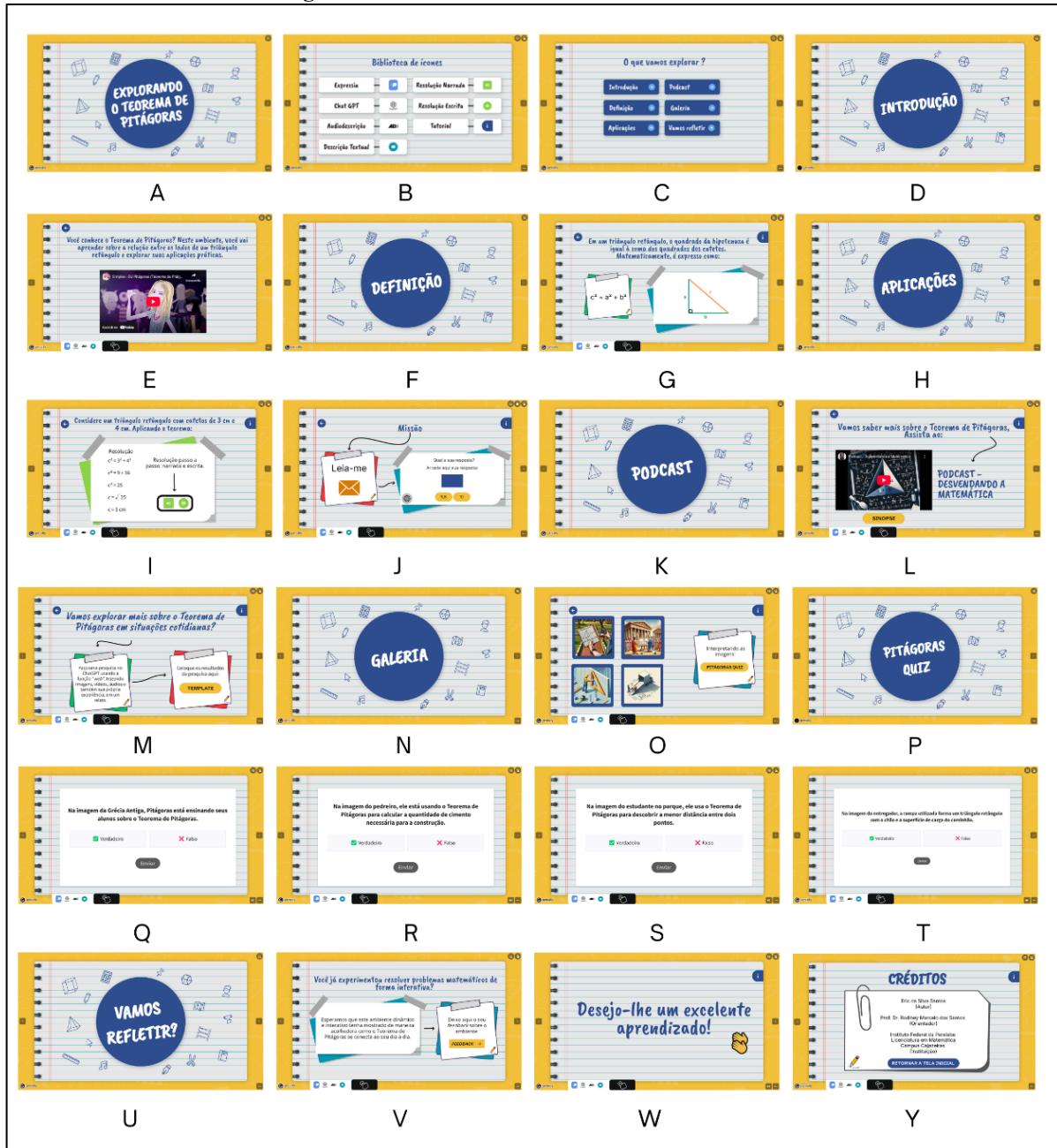
Dessa forma, o ADI desenvolvido dispõe-se desse repertório ao integrar ferramentas digitais acessíveis e interativas que estimulam o desenvolvimento de competências matemáticas e digitais de forma inclusiva e significativa.

4 O DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE DINÂMICO INTERATIVO

A Figura 4 apresenta o mosaico do ADI² autoral.

² Disponível em: <https://view.genially.com/67aa38742a1ce9d755e72881/presentation-explorando-o-teorema-de-pitagoras>

Figura 4 – Mosaico do ambiente dinâmico interativo.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A estrutura do ambiente inicia-se com uma capa temática (figura 4A) que introduz visualmente o conceito central da proposta. Para fortalecer a identidade e coerência do material, o título foi formulado para refletir de maneira mais precisa o foco do estudo. A *Biblioteca de Ícones* (figura 4B) organiza recursos essenciais para acessibilidade e interação. O *Expressia* disponibiliza sugestões de pranchas para comunicação. O ChatGPT oferece comandos para

explicações detalhadas. A AD torna elementos visuais acessíveis a pessoas com deficiência visual, enquanto a descrição textual fornece informações escritas sobre esses elementos. A resolução narrada apresenta um passo a passo em áudio e a resolução escrita em texto. Por fim, o tutorial ensina a usar a função “Mostrar Elementos Interativos”, com o fito de permitir a exploração completa dos recursos disponíveis. Essa estrutura promove uma experiência de aprendizagem dinâmica e inclusiva. Na sequência, apresenta-se um sumário interativo (figura 4C) que permite a navegação fluida entre os tópicos, favorecendo a autonomia do usuário. Todos os áudios foram gerados por IA na plataforma VIDNOZ.

A *Introdução* (figura 4E) busca despertar o interesse do aluno por meio de uma pergunta inicial que o instiga à reflexão sobre o conhecimento prévio do Teorema de Pitágoras. Essa abordagem comunicativa e direta fortalece a interação e contextualiza o que será explorado no ambiente. Além disso, um vídeo dinâmico do *Simplex do DJ Pitágoras* é incorporado para introduzir o conceito de forma lúdica e envolvente. O referido vídeo conta com legenda gerada automaticamente pelo *YouTube*, assegurando maior acessibilidade aos usuários.

Na seção *Definição* (figura 4G), o Teorema de Pitágoras é apresentado de maneira textual, matemática e visual, utilizando-se uma linguagem acessível e interativa. Um balão informativo contém a equação fundamental do teorema acompanhando de um recurso interativo que explica detalhadamente o significado de cada variável. Além disso, foi incorporada a funcionalidade de ampliação das imagens, permitindo que os estudantes explorem os detalhes de cada representação em tela cheia. O uso de TA é evidenciado pela inclusão da prancha de comunicação do aplicativo *Expressia*. Adicionalmente, o ChatGPT, um *chatbot* de IA, é integrado ao ambiente, possibilitando que os estudantes escrevam, copiem e/ou colem comandos específicos para obter explicações detalhadas e personalizadas acerca da definição do teorema. O ChatGPT “desenvolvido pela OpenAI, é um exemplo de uma tecnologia emergente que tem o potencial de transformar a educação” (Oliveira *et al.*, 2023, p. 3). No recurso interativo do *Expressia*, são recomendadas duas pranchas de comunicação para interação, enquanto no ChatGPT o recurso interativo sugere três comandos que os alunos podem utilizar para obter auxílio na plataforma. Em ambos os recursos interativos, são disponibilizados os *links* das respectivas plataformas a fim de orientar os estudantes quanto ao seu uso.

A interatividade é um dos pilares do ambiente e isso se evidencia na seção de aplicações práticas do Teorema de Pitágoras. A primeira aplicação (figura 4I) apresenta um problema em que os alunos aplicam o teorema a um triângulo. A resolução do problema é disponibilizada de

duas formas: primeiramente, um método direto e um passo a passo narrado e escrito. Em complemento, a segunda aplicação prática intitulada *Missão* (figura 4J), em que os alunos devem interpretar uma situação problema envolvendo o Teorema de Pitágoras. Esse exercício interativo permite que os estudantes interpretem uma situação contextualizada, reforçando a aprendizagem por meio da experimentação direta com o problema.

O uso do *podcast* como ferramenta pedagógica amplia a abordagem multimodal do ambiente. Intitulado *Desvendando a Matemática* (figura 4L), apresenta uma discussão aprofundada sobre o Teorema de Pitágoras, explorando sua história, aplicações práticas e relevância interdisciplinar. O ambiente conta com uma sinopse descritiva que possibilita uma visão geral do conteúdo abordado. Segundo Coradini, Borges e Dutra (2024), o *podcast* se destaca como um recurso que proporciona aos aprendizes oportunidades reais de construção de conhecimento, além de estimular a criatividade e o engajamento dos alunos, tornando o ensino mais motivador e interativo.

Como atividade complementar (figura 4M), os alunos são incentivados a explorar situações cotidianas em que o teorema pode ser aplicado. Utilizando o ChatGPT com a função à *web*, eles podem buscar imagens, vídeos e informações adicionais para embasar suas reflexões. A atividade é estruturada de modo a guiar o aluno à formulação de respostas, sendo disponibilizado um *template* no qual eles possam registrar suas descobertas.

A galeria de imagens do ambiente (figura 4O) contribui para a contextualização visual do conteúdo, apresentando quatro representações distintas do Teorema de Pitágoras geradas por IA utilizando a plataforma ChatGPT: uma ilustração histórica da Grécia Antiga; uma aplicação na engenharia civil utilizando régua e parede como referência geométrica; um estudante realizando cálculos em um caderno, evidenciando a aplicabilidade do teorema para descobrir o melhor caminho; e um entregador utilizando uma rampa para acessar o caminhão, formando um triângulo retângulo. Para além disso, foi incorporada a funcionalidade de ampliação das imagens, permitindo que os estudantes explorem os detalhes de cada representação em tela cheia.

Para complementar ainda mais a experiência interativa, a galeria também inclui uma atividade chamada *Pitágoras Quiz* (figura 4Q-T) que foi implementada como uma ferramenta de gamificação. Segundo Tolamei (2017) a gamificação, ao incorporar elementos dos jogos ao contexto educacional, pode estimular o engajamento dos alunos e tornar o processo de aprendizagem mais motivador e dinâmico. Esse *quiz* é baseado nas imagens apresentadas, desafiando os alunos a responder perguntas sobre cada uma delas. O *quiz* contará com quatro

perguntas de verdadeiro ou falso, com o intuito de incentivar os estudantes a refletirem sobre o conteúdo abordado nas imagens e, com isso, aplicarem seus conhecimentos de forma dinâmica.

A seção *Vamos Refletir?* (figura 4V) do ADI foi cuidadosamente planejada para reforçar a aprendizagem e incentivar a autonomia do estudante. Para instigar a reflexão sobre a experiência vivenciada, o ambiente apresenta a pergunta “Você já experimentou resolver problemas matemáticos de forma interativa?”. Essa abordagem visa estimular o pensamento crítico, levando o aluno a perceber a aplicabilidade do Teorema de Pitágoras em diferentes contextos e incentivar sua participação ativa na construção do conhecimento. Essa estratégia não apenas promove o diálogo, como também incentiva a busca por novas aplicações do conhecimento matemático, reforçando a interdisciplinaridade e a relevância dos conteúdos trabalhados. Além disso, esta seção conta com um botão de *feedback*, que direciona o usuário para outra página. Nela, haverá um ícone do *Google Forms* como recurso interativo e clicável, permitindo o acesso direto ao formulário.

Outro elemento essencial do ambiente é a presença de animações e recursos visuais que guiam a navegação do usuário. Como exemplo disso, há setas que indicam a ordem de leitura e instruções contextuais que reforçam a compreensão das atividades; um ícone informativo que foi adicionado para sinalizar o tutorial de como ativar a função *mostrar elementos interativos* e funcionalidades específicas, como a exibição de informações adicionais.

A acessibilidade foi cuidadosamente planejada para atender às diretrizes WCAG 2.2, assegurando que o ambiente possa ser utilizado por um público amplo e diverso. Além da AD e das opções de navegação alternativa, foi utilizada uma tipografia acessível, com o propósito de garantir a legibilidade para diferentes perfis de usuários. O uso de cores estratégicas contribui para a organização visual e para a diferenciação de elementos importantes, respeitando critérios de contraste para acessibilidade. O *design* evita espaços vazios excessivos, o que garante um *layout* equilibrado e funcional.

O ambiente também possui um forte caráter interdisciplinar, conectando o Teorema de Pitágoras a diferentes áreas do conhecimento, como a história vista no *podcast*. Esse aspecto favorece a construção de uma aprendizagem significativa, haja vista que os estudantes percebem a aplicabilidade do conceito em diversas situações reais. Segundo Gasperi e Pacheco (2007), a história da Matemática pode ser um recurso essencial para essa abordagem, favorecendo a conexão entre disciplinas e proporcionando aos alunos uma visão mais ampla e integrada do conhecimento.

De acordo com Fazenda (2008), a interdisciplinaridade vai além da simples sobreposição de disciplinas em um currículo na medida em que ela representa uma postura ousada e integradora que busca fundir saberes, conceitos e práticas de diversas áreas, considerando tanto os fundamentos científicos quanto às demandas e especificidades culturais do contexto formativo.

Além disso, o ambiente adota metodologias ativas que incentivam o protagonismo dos alunos. De acordo com Moran (2015), essas metodologias devem ser ajustadas aos objetivos de aprendizagem, com atividades que envolvem os alunos em situações desafiadoras, estimulando a tomada de decisões e a reflexão crítica. Ao adotar essas abordagens, os alunos têm a oportunidade de experimentar, investigar e tomar decisões de maneira mais prática, o que contribui para uma maior integração cognitiva e para o desenvolvimento de habilidades necessárias para situações reais. Dessa forma, ao combinar atividades e desafios com informações contextualizadas, busca-se efetivamente transformar a aprendizagem em uma experiência mais significativa e participativa.

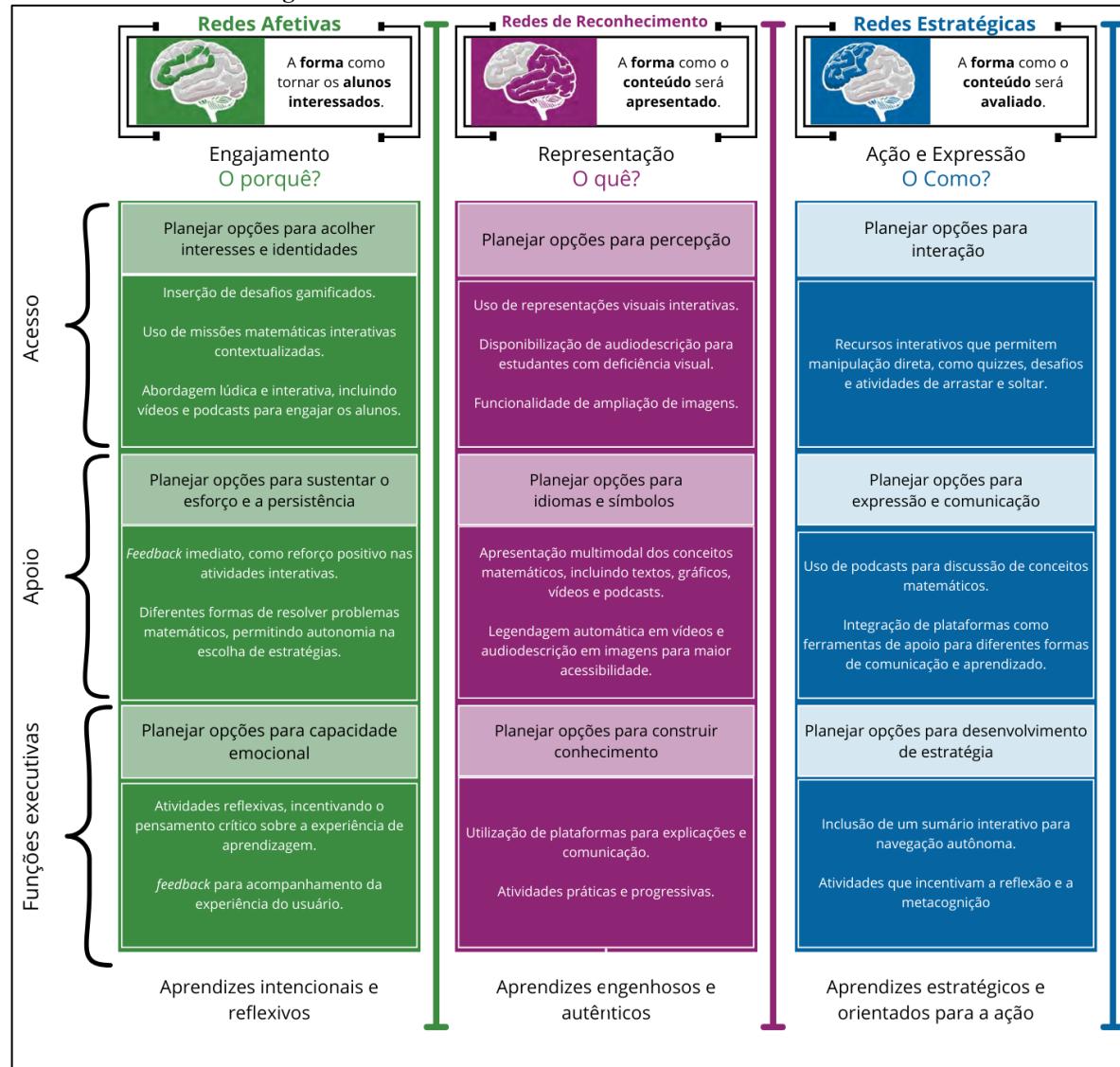
Por fim, a apresentação do conteúdo foi estruturada para contemplar múltiplas formas de engajamento, representação e ação e expressão da aprendizagem. Os alunos podem explorar o tema por meio de vídeos, textos, áudios, atividades interativas, desafios práticos e discussões guiadas. Essa abordagem está alinhada aos princípios do DUA, pois garante que todos os estudantes possam acessar, compreender e expressar seus conhecimentos de maneira equitativa e personalizada. Dessa forma, o ADI se estabelece como um recurso inovador e acessível, promovendo uma experiência de aprendizagem enriquecedora e inclusiva.

A seção a seguir ilustra como o DUA se associa ao uso da TA e da IA no desenvolvimento do ADI autoral.

5 AMBIENTE DINÂMICO INTERATIVO À LUZ DO DUA

Esta subseção discute, minuciosamente, como as considerações do DUA se associam ao uso da IA e TA no desenvolvimento do ADI. A título de ilustração, a figura 5 apresenta as abordagens desenvolvidas e implementadas para atender às diretrizes do DUA.

Figura 5 – Ambiente dinâmico interativo com base no DUA.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A diretriz *planejar opções para acolher interesses e identidades* foi aplicada no material por meio de elementos visuais e recursos lúdicos. O *Pitágoras Quiz* traz uma interpretação de imagens do Teorema de Pitágoras de maneira desafiadora e interativa, convidando os alunos a refletirem sobre o teorema de maneira geral. Esse formato gamificado estimula a curiosidade e incentiva os estudantes a explorarem o conteúdo de maneira mais envolvente. Além disso, o ambiente apresenta imagens e vídeos, incluindo um vídeo dinâmico do *Simplex do DJ Pitágoras*. Tais recursos proporcionam uma apresentação visual atraente do conceito

matemático, diferenciando-se do ensino tradicional. A capa temática do ambiente reforça a identidade do material e introduz visualmente o conceito central da proposta, enquanto o sumário interativo possibilita uma navegação fluida entre os tópicos, favorecendo a autonomia do usuário. Nesse contexto, o uso de múltiplos formatos permite que cada aluno se conecte ao material de forma personalizada, potencializando o engajamento.

A diretriz *planejar opções para sustentar o esforço e a persistência*, que busca garantir a manutenção da atenção e da motivação dos alunos ao longo do aprendizado, foi incorporada ao material por meio da variedade de atividades e estratégias interativas. Além do *Pitágoras Quiz*, a atividade *Missão* incentiva a aprendizagem prática, permitindo que os alunos interajam diretamente com o conteúdo ao construir uma relação contextualizada do teorema. Essa abordagem é especialmente eficaz para alunos que aprendem melhor de forma manipulativa.

Outro recurso que contribui para a motivação contínua é o *podcast Desvendando a Matemática*, que apresenta explicações em um tom mais descontraído, utilizando histórias e exemplos do cotidiano para tornar o conteúdo mais acessível. As vozes do *podcast* foram geradas por IA na plataforma VIDNOZ, garantindo acessibilidade e qualidade na narração. A flexibilidade do *podcast* permite que os alunos continuem aprendendo em diferentes momentos e contextos, reforçando o contato contínuo com o tema. Além disso, a seção de definição do teorema apresenta a equação fundamental de forma textual, matemática e visual, acompanhada de um recurso interativo na fórmula que ao clicar detalha o significado de cada variável. A acessibilidade também desempenha um papel crucial nessa diretriz, com a inclusão de legenda automática no vídeo, recursos de ampliação de imagens, AD com o áudio gerado por IA e o uso de contraste adequado, garantindo que todos os estudantes possam acompanhar o ADI sem barreiras.

A diretriz *planejar opções para capacidade emocional*, que foca no desenvolvimento da autorregulação e no gerenciamento das emoções dos alunos, foi trabalhada no material por meio do *feedback* imediato e do incentivo à autonomia. No *Pitágoras Quiz*, os alunos recebem retornos instantâneos sobre suas respostas, o que os ajuda a refletir sobre seus erros e acertos de maneira positiva. Esse mecanismo contribui para a autoconfiança e o desenvolvimento da persistência na resolução de problemas matemáticos.

Além disso, a integração do *Expressia*, que fornece pranchas de comunicação, permite que estudantes com dificuldades de expressão verbal possam interagir de forma eficaz com o ambiente. O recurso interativo do ChatGPT também auxilia os estudantes ao fornecer explicações detalhadas e personalizadas sobre a definição do teorema. Para guiar essa interação,

o material sugere três comandos que os alunos podem utilizar na plataforma para obter auxílio na compreensão do conteúdo. Esse suporte auxilia os alunos a se sentirem mais seguros e autônomos durante o processo de aprendizagem, promovendo um ambiente mais inclusivo e acolhedor. Além do mais, o ambiente conta com a funcionalidade de ampliação das imagens e a possibilidade de explorar exemplos adicionais por meio da função *web* do ChatGPT, incentivando a busca ativa por conhecimento e o aprofundamento no tema.

A diretriz *planejar opções para percepção* está refletida de maneira clara no material interativo sobre o Teorema de Pitágoras. Este conteúdo oferece múltiplas apresentações por intermédio de recursos visuais, audiovisuais e interativos. A utilização de imagens, animações e vídeos apresenta o conteúdo de forma diversificada, enquanto a legenda nos vídeos e a AD garantem que os alunos com deficiência auditiva e/ou visual possam acessar as informações de maneira eficaz.

As animações e o uso de cores contrastantes tornam os conceitos mais acessíveis visualmente, favorecendo alunos com diferentes preferências sensoriais. Além disso, a funcionalidade de ampliação de imagens permite que os estudantes explorem os detalhes das representações em tela cheia, facilitando a visualização para aqueles com baixa visão. O sumário interativo do ambiente também contribui para a acessibilidade, uma vez que proporciona uma navegação fluida entre os tópicos e favorece a autonomia dos alunos na exploração do material.

De acordo com a diretriz *planejar opções para idiomas e símbolos*, que sugere o uso de representações alternativas para a linguagem, expressões matemáticas e símbolos, o material interativo explora diversas formas de representação matemática. As equações do Teorema de Pitágoras são apresentadas não apenas de forma textual, mas também com imagens, animações, vídeos explicativos e símbolos matemáticos, criando uma conexão entre as diferentes formas de linguagem. O recurso interativo citado anteriormente que acompanha a equação fundamental do teorema explica detalhadamente o significado de cada variável.

Para ampliar a acessibilidade, foi incorporado o recurso do *Expressia*, que disponibiliza pranchas de comunicação para alunos com dificuldade na expressão verbal. Além disso, o *chatbot* ChatGPT foi integrado ao ambiente para permitir que os estudantes obtenham explicações detalhadas e personalizadas sobre a definição e aplicação do teorema, utilizando comandos específicos recomendados no ambiente. Essa abordagem multimodal facilita a compreensão por diferentes tipos de alunos e promove a interação entre as várias linguagens matemáticas e visuais.

Segundo a diretriz *planejar opções para construir conhecimento*, que propõe oferecer diferentes opções para a compreensão do conteúdo e conectar novos aprendizados com conhecimentos prévios, também é contemplada no ADI. A introdução do ambiente utiliza uma pergunta inicial para ativar o conhecimento prévio dos alunos, contextualizando o aprendizado do Teorema de Pitágoras. Além disso, um vídeo dinâmico do *Simplex do DJ Pitágoras* é incorporado para introduzir o conceito de forma lúdica e envolvente, tornando o aprendizado mais acessível e interessante. O conteúdo é estruturado de forma que os alunos possam (re)visitar e conectar o Teorema de Pitágoras com tópicos anteriores, como as propriedades dos triângulos e os conceitos básicos da Álgebra. A atividade interativa *Missão* permite que os alunos (re)construam em uma situação-problema o uso do teorema de forma contextualizada, reforçando a aprendizagem por meio da interpretação direta do conteúdo. Já na segunda aplicação prática, um problema real propõe a utilização do teorema, oferecendo diferentes formatos de explicação: um método direto e um passo a passo narrado e escrito, possibilitando múltiplas formas de representação do conteúdo. O áudio da explicação foi gerado por IA na plataforma VIDNOZ, garantindo acessibilidade para alunos com deficiência visual e/ou dificuldade na leitura.

O *podcast Desvendando a Matemática* também desempenha um papel importante na diversificação das formas de representação. Ele explora a história e as aplicações do Teorema de Pitágoras de maneira descontraída, utilizando exemplos do cotidiano para facilitar a compreensão e ampliar a conexão do aluno com o conteúdo. As vozes do *podcast* foram geradas por IA na plataforma VIDNOZ, o que assegura qualidade e acessibilidade na narração. Nesse caso, o áudio também é acompanhado por legenda gerada automaticamente pelo *YouTube*.

A galeria de imagens do ADI contribui significativamente para a contextualização visual do conteúdo. Nela, são apresentadas representações distintas do Teorema de Pitágoras geradas por IA utilizando a plataforma ChatGPT. Todas as imagens são acompanhadas de descrições textuais e AD, garantindo acessibilidade a usuários com deficiência visual. Além disso, foi incorporada a funcionalidade de ampliação das imagens para permitir que os estudantes explorem os detalhes de cada representação em tela cheia. A interatividade do ambiente também é reforçada por recursos gamificados, como o *Pitágoras Quiz*, responsável por desafiar os alunos a interpretarem imagens do Teorema de Pitágoras de maneira dinâmica.

O uso de múltiplas representações, como vídeos, animações, atividades práticas e *podcasts* também atende ao princípio da acessibilidade, promovendo um conteúdo que é perceptível e comprehensível para todos os alunos. A interação com o material por meio de

diferentes mídias e recursos torna o aprendizado mais envolvente e ajustável às necessidades individuais, contribuindo para um ambiente educacional inclusivo e acessível.

A diretriz *planejar opções para interação* assegura que os materiais possibilitem a interação e o trabalho dos alunos sem obstáculos. No ADI, essa diretriz se manifesta na integração de recursos acessíveis, como AD para imagens e gráficos, garantindo que alunos com deficiência visual compreendam as representações matemáticas. Além disso, a navegação do material no *Genially* é projetada para ser intuitiva e acessível, permitindo interação tanto via toque quanto pelo uso do teclado e mouse, respeitando o princípio da operabilidade da acessibilidade digital. A funcionalidade de ampliação de imagens também está disponível, permitindo que os estudantes explorem os detalhes das representações matemáticas em tela cheia.

A diretriz *planejar opções para expressão e comunicação* é atendida por meio da diversidade de formatos para demonstrar o conhecimento matemático. A atividade *Missão* permite que os alunos expressem sua compreensão de maneira prática e manipulativa. O *Pitágoras Quiz* incentiva a aplicação do conteúdo na resolução de desafios, promovendo uma expressão mais ativa e envolvente. Já o *podcast Desvendando a Matemática* oferece uma alternativa auditiva para absorver e reinterpretar o conteúdo, sendo complementado por legenda automática do YouTube para garantir acessibilidade aos alunos surdos e/ou com dificuldade auditiva. A inclusão do *Expressia*, por meio de pranchas de comunicação alternativas, possibilita que estudantes com dificuldades de expressão verbal possam demonstrar seus conhecimentos de forma mais autônoma.

A diretriz *planejar opções para desenvolvimento de estratégia* fornece suporte para funções executivas, como planejamento, organização e memória. O ADI contempla essa diretriz ao apresentar *feedback* imediato nas atividades, permitindo que os alunos monitorem seu próprio progresso e ajustem suas estratégias de estudo. Além disso, a estruturação do conteúdo em etapas lógicas e visuais auxilia no desenvolvimento da autonomia e autorregulação, tornando o aprendizado mais eficiente. Além disso, o ChatGPT integrado ao ambiente permite que os estudantes busquem explicações personalizadas sobre o Teorema de Pitágoras, auxiliando na resolução de dúvidas e ampliando suas possibilidades de expressão do conhecimento.

Com base no exposto, o desenvolvimento do ADI demonstrou que o uso da IA pode contribuir substancialmente para a personalização do ensino. Isso porque a aplicação de TA garantiu maior acessibilidade ao conteúdo, permitindo que estudantes com deficiência possam

explorar o material por meio de AD, legenda, pranchas de comunicação alternativa e outras soluções inovadoras. Essa abordagem, portanto, reforça a importância de planejar ambientes educacionais acessíveis desde sua concepção, ao invés de recorrer a adaptações tardias que, muitas vezes, não são suficientemente eficazes para garantir a inclusão plena.

6 CONSIDERAÇÕES

Este trabalho teve como objetivo investigar a integração de TA e IA incorporada à abordagem do DUA como estratégia para o desenvolvimento de um ADI autoral. A proposta fundamentou-se na necessidade de tornar o ensino da Matemática mais acessível e envolvente, de modo a atender à diversidade dos alunos e a superar barreiras de aprendizado frequentemente encontradas no ensino tradicional.

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa evidenciaram que a aplicação combinada de TA, IA e DUA tem um potencial significativo para o ensino da Matemática inclusivo. Ao proporcionar múltiplos meios de engajamento, representação e ação e expressão, o modelo adotado permite uma abordagem flexível e personalizada em que os estudantes com diferentes estilos de aprendizagem poderão interagir com o conteúdo de maneira mais eficiente e significativa.

Entretanto, a pesquisa também revelou desafios que ainda precisam ser enfrentados para que essas tecnologias sejam implementadas de forma ampla e eficaz nas escolas, a exemplo da falta de formação docente, pois muitos professores ainda possuem dificuldades para integrar ferramentas de TA e IA em suas práticas pedagógicas. Isso ocorre por desconhecimento, por falta de infraestrutura adequada nas instituições de ensino ou mesmo pela resistência a metodologias inovadoras e a escassez de investimentos.

Diante desse cenário, torna-se essencial que políticas educacionais e programas de formação sejam desenvolvidos para auxiliar os docentes na apropriação dessas tecnologias, garantindo que a inovação no ensino ocorra de maneira eficaz e sustentável. Além disso, é fundamental que as instituições de ensino invistam em infraestrutura tecnológica acessível, a fim de permitir que todos os alunos possam usufruir plenamente dos seus benefícios.

Em última instância, espera-se que este estudo possa contribuir para a reflexão a respeito da importância da inovação no ensino da Matemática, incentivando a adoção de práticas pedagógicas mais flexíveis, inclusivas e acessíveis. A educação do século XXI exige abordagens que reconheçam e respeitem a diversidade dos alunos, garantindo que todos tenham

oportunidades equiparáveis de aprendizado. Ao integrar TA, IA e DUA, este trabalho reafirma o compromisso com uma educação baseada na equidade, acessibilidade e democratização do conhecimento, promovendo um ensino de Matemática mais dinâmico, interativo e significativo para todos os estudantes. No entanto, embora o ambiente proposto seja descrito com clareza, sugere-se a necessidade de estudos adicionais com o fito de testar a viabilidade e eficácia do ADI “Explorando o Teorema de Pitágoras” em contextos reais de sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ALVES, D. L.; ESPRENDOR, A.; ECCEL, A. C. R. L.; SOUZA, Átila de; MALTA, D. P. de L. N. Impacto da inteligência artificial na educação inclusiva. **Revista Ilustração**, [S. l.], v. 5, n. 7, p. 37–47, 2024. <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v5i7.346>
- ALVES, M. M.; RIBEIRO, J.; SIMÕES, F. Universal Design for Learning (UDL) e Aprendizagem Cerebral: Contributos para Práticas Educativas Inclusivas. In: FERREIRA, M.; SANTOS, M.; ALVES, C. (Orgs.). **Sensos**, v. 3, n. 2, Educação Especial e Inclusão. 2013. p. 85-100.
- BERSCH, R. **Introdução a Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 03 jun. 2024.
- BORGO, L. A.; BOBKOV, N. Recurso Didático Virtual Dinâmico e Interativo sobre Seções Cônicas. **Educação Matemática em Revista**, v. 29, n. 85, p. 1-12, 2024. <https://doi.org/10.37001/emr.v29i85.3692>
- BRASIL. Lei nº 13.146 de 6 de julho de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília DF, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em: 17 jun. 2024.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 15 set. 2024.
- CAST. Center for Applied Special Technology. **Diretrizes de Design Universal para Aprendizagem versão 3.0**. 2024. Disponível em: <https://udlguidelines.cast.org>. Acesso em: 15 dez. 2024.
- CORADINI, N. H. K.; BORGES, A. F.; DUTRA, C. E. M. Tecnologia educacional podcast na educação profissional e tecnológica. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, [S. l.], v. 6, n. 16, 2024. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1617>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- COSTA JÚNIOR, J. F.; LOPES, L. C. L.; SANTOS, M. M. O.; REINOSO, L. F.; FREIRE, K. M. A.; REIS NETO, R. A. dos; MORAES, L. S.; RIBEIRO, R. M. A inteligência artificial

como ferramenta de apoio à inclusão. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S. I.], v. 16, n. 4, p. e4076, 2024. <https://doi.org/10.55905/cuadv16n4-161>

COSTA, W. C. L. da.; VIZOLLI, I. Estado da arte envolvendo educação matemática inclusiva em programas de pós-graduação da universidade federal de Rondônia. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 12, p. e24041, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17795>

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na formação de professores. **Ideação**, [S. I.], v. 10, n. 1, p. 93-104, 2008. <https://doi.org/10.48075/ri.v10i1.4146>

FIorentini, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. (Coleção formação de professores).

FONSECA, A. C. A.; USSLER, A. V. R.; SANTOS, J. S. dos.; REIS, C. S. S.; GOMES, F. C. S.; MENDES, A. C. S.; MELO, E. R. de.; CASTRO, J. M. de; FONTES, M. I. R. A.; COUTINHO, M.; CARVALHO, D. S. de.; PEREIRA, L. C. P.; CONCEIÇÃO, R. A. da.; DIAS, M. T. O impacto das ferramentas de inteligência artificial na personalização do ensino. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S. I.], v. 17, n. 1, p. e7207, 2025. <https://doi.org/10.55905/cuadv17n1-057>

GALVÃO FILHO, T. Tecnologia assistiva e educação. In: SOUZA, R. C. S.; BARBOSA, J. S. L. (Orgs.). **Educação inclusiva, tecnologia e tecnologia assistiva**. Aracaju: Criação, 2013, p. 13-36. Disponível em: <https://editoracriacao.com.br/wp-content/uploads/2015/11/inclusiva.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2024.

GASPERI, W. N. H. de; PACHECO, E. R. **A história da matemática como instrumento para a interdisciplinaridade na educação básica**. São Paulo: Globo, 2007.

GONÇALO, C. V. DE S.; CARVALHO, A. DOS S. M. DE; ARAÚJO, A. M. DE. A Inteligência Artificial a favor da aprendizagem dos alunos com deficiência. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e44911133271, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33271>

LAMAZON, V. L.; BECKER, M. M.; MEDEIROS, I. J. O Uso das Tecnologia Digitais Acessíveis como Estratégia de Aprendizagem no Atendimento Educacional Especializado - AEE. **Revista Gepesvida**, São José, v. 13, n. 5, p. 42-49, 2019.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015. Disponível em: https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 20 dez. 2024.

PERDIGÃO, L. T.; MONTEIRO, F. V.; PEIXOTTO, B. J.; LO BIANCO, V.; FERNANDES, E. M. Inteligência artificial para audiodescrição de imagens: uma análise da pessoa com deficiência visual. In: **8 Congresso sobre Tecnologias na Educação**. Anais do 8 CTRL+E – Congresso sobre Tecnologias na Educação, 2023. <https://doi.org/10.5753/ctrle.2023.232651>

PRADO, L. A. R.; CRUZ, D. M. Análise das plataformas digitais para a criação de jogos educativos: um estudo sobre usabilidade, acessibilidade e privacidade em Wordwall, Genially e Interacty. In: **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância**. Anais do CIET: Horizonte – Congresso Internacional de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância, 2024. Disponível em: <https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/2831>. Acesso em: 28 fev. 2025.

RODRIGUES, J. M.; SALES, E. R. de. Os desafios no ensino de matemática para uma aluna com deficiência visual em uma escola inclusiva. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 8, n. 1, p. 139–151, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i1.9722>

OLIVEIRA, J. V. N. de.; LOPES, T. B.; VIEIRA, S. A. G.; BEITES, P. D. Elaboração de projetos de pesquisa com auxílio do ChatGPT: um estudo com licenciandos de matemática. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 11, n. 1, p. e23064, 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.15966>

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. C. R. **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar**. Recursos pedagógicos acessíveis e comunicação aumentativa e alternativa. Brasília: MEC/SEE, 2010.

SEBASTIÁN-HEREDERO, E. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 26, n. 4, p. 733-768, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0155>.

TOLOMEI, B. V. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. **EaD em Foco**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2017. <https://doi.org/10.18264/eadf.v7i2.440>

TOSCANO, N. D. C. **Tecnologia assistiva: Possibilidades de inclusão para alunos com deficiência**. 2024. 14f. Artigo Acadêmico (Pós-Graduação em Informática na Educação) - Instituto Federal do Amapá, AP, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifap.edu.br/jspui/handle/prefix/993>. Acesso em: 30 abr. 2024.

W3C. Consórcio World Wide Web. **Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG 2.2)**, 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/WCAG22>. Acesso em: 15 fev. 2025.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Educação**. UNISINOS [online]. v. 22, n. 2, p.147-155, 2018. <https://doi.org/10.4013/edu.2018.222.04>.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Eric da Silva Santos e Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Introdução: Eric da Silva Santos e Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Referencial teórico: Eric da Silva Santos e Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Análise de dados: Eric da Silva Santos e Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Discussão dos resultados: Eric da Silva Santos e Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Conclusão e considerações finais: Eric da Silva Santos e Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Referências: Eric da Silva Santos e Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Revisão do manuscrito: Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

Aprovação da versão final publicada: Rodiney Marcelo Braga dos Santos.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

SANTOS, Eric da Silva; SANTOS, Rodiney Marcelo Braga dos. Tecnologia assistiva e inteligência artificial incorporadas ao desenho universal para aprendizagem. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 13, e23079, jan./dez., 2025. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.19259>

COMO CITAR - APA

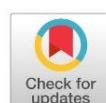
Santos, E. da S. & Santos, R. M. B. dos. (2025). Tecnologia assistiva e inteligência artificial incorporadas ao desenho universal para aprendizagem. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 13, e25079. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.19259>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto ([Open Access](#)) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja,



quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.

LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](#). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iTThenticate](#) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](#) da Crossref.



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECEM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa

AVALIADORES

Manoel dos Santos Costa

Avaliador 2: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 03 de março de 2025.

Aprovado: 30 de junho de 2025.

Publicado: 29 de dezembro de 2025.
