

Plataformas Educacionais Digitais no Ensino de Matemática para Estudantes Autistas: Uma Revisão Sistemática

Andréia Melânia Motter Yabushita, Universidade Federal do Paraná (UFPR),
yabushita@ufpr.br, <https://orcid.org/0009-0003-3088-4986>

William Junior do Nascimento, Universidade Federal do Paraná (UFPR), williamjn@ufpr.br,
<https://orcid.org/0000-0001-8324-9183>

Anderson da Silva Marcolino, Universidade Federal do Paraná (UFPR),
anderson.marcolino@ufpr.br, <https://orcid.org/0000-0002-4014-1882>

Resumo: As plataformas educacionais digitais são ferramentas que podem auxiliar no ensino de Matemática, oferecendo recursos interativos que facilitam a compreensão de conceitos abstratos e promovem um ambiente de aprendizagem dinâmico. Para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), essas plataformas podem ser especialmente importantes, pois permitem abordagens personalizadas e adaptadas às necessidades individuais. Contudo, o ensino de Matemática para estudantes com TEA traz desafios devido às dificuldades frequentes na compreensão de conceitos matemáticos e nas habilidades de interação social. Esta revisão sistemática da literatura tem como objetivo analisar o impacto das plataformas educacionais digitais no ensino e na aprendizagem de estudantes com TEA. A pesquisa incluiu estudos publicados entre 2017 e 2024, período escolhido em função das reformulações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que incentivam o uso de tecnologias educacionais. A análise foca no engajamento e na motivação dos estudantes, considerando a perspectiva dos professores de Matemática. Entre os resultados coletados, destacam-se os benefícios e desafios encontrados no uso dessas plataformas, oferecendo uma visão das oportunidades e limitações para o ensino de Matemática a estudantes com TEA.

Palavras-chave: Plataforma Educacional Digital, Transtorno do Espectro Autista, Ensino de Matemática, Educação Inclusiva.

Digital Educational Platforms in Mathematics Education for Autistic Students: A Systematic Review

Abstract: Digital educational platforms are tools that can assist in Mathematics education by offering interactive resources that facilitate the understanding of abstract concepts and promote a dynamic learning environment. For students with *Autism Spectrum Disorder* (ASD), these platforms can be especially important, as they allow for personalized approaches tailored to individual needs. However, teaching Mathematics to students with ASD presents challenges due to frequent difficulties in understanding mathematical concepts and social interaction skills. This systematic literature review aims to analyze the impact of digital educational platforms on the teaching and learning of students with ASD. The research includes studies published between 2017 and 2024, a period chosen due to the reforms in the *Brazilian Common Core Curriculum* (BNCC, in Portuguese), which encourage the use of educational technologies. The analysis focuses on student engagement and motivation, considering the perspective of Mathematics teachers. Among the collected results, the benefits and challenges found in the use of these platforms stand out, offering an overview of the opportunities and limitations for teaching Mathematics to students with ASD.

Keywords: Digital Educational Platform, Autism Spectrum Disorder, Mathematics Education, Inclusive Education.

1. Introdução

A inclusão de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) nas escolas regulares representa um desafio significativo para o sistema educacional, exigindo adaptações pedagógicas que atendam às particularidades de cada estudante (Lima e Angelo, 2024). O ensino de Matemática, em particular, pode ser complexo para esses estudantes, devido à natureza abstrata dos conceitos envolvidos e à necessidade de habilidades sociais para a interação em sala de aula (Santos, 2024). Nesse cenário, as plataformas educacionais digitais surgem como uma alternativa, oferecendo recursos interativos e personalizados que podem facilitar a aprendizagem e promover um ambiente mais inclusivo (Moran, 2020).

Estudos mostram que o uso de tecnologias digitais pode aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes com TEA, ajustando o aprendizado às suas capacidades individuais. Contudo, desafios como formação de professores, infraestrutura adequada e personalização de conteúdos ainda precisam ser superados, destacando a importância de investigar sua integração no ensino de Matemática e as percepções dos educadores sobre essa prática.

Este estudo realiza uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de analisar o impacto das plataformas educacionais digitais no processo de ensino-aprendizagem de estudantes com TEA, sob a perspectiva dos professores de Matemática. A metodologia adotada busca garantir a rigorosidade e a transparência do processo de pesquisa, permitindo a identificação de tendências e recomendações para futuras práticas pedagógicas. Este artigo está estruturado como segue: na seção 2, é apresentada a fundamentação teórica acerca do uso de plataformas educacionais digitais no ensino de Matemática para estudantes com TEA, destacando as oportunidades e desafios envolvidos; na seção 3, é detalhado o protocolo da revisão sistemática, incluindo as etapas de busca, seleção e análise dos estudos relevantes; por fim, na seção 4, são discutidos os resultados e suas implicações para a prática pedagógica, seguidos pelas conclusões e sugestões de trabalhos futuros na seção 5.

2. Fundamentação Teórica

As plataformas educacionais digitais são ambientes virtuais desenvolvidos especificamente para apoiar o processo de ensino e aprendizagem, integrando recursos pedagógicos como cursos *online*, materiais didáticos, fóruns de discussão e ferramentas de avaliação. Essas plataformas possibilitam a interação contínua entre estudantes e professores, promovendo um aprendizado colaborativo e personalizado (Vilaça e Araujo, 2016). A distinção entre plataformas educacionais digitais e tecnologias educacionais (TDE) reside em seus propósitos: enquanto as TDE englobam uma ampla variedade de dispositivos e aplicativos que podem ser utilizados em diferentes contextos, as plataformas digitais são projetadas para facilitar o ensino e a aprendizagem diretamente, integrando atividades estruturadas e adaptáveis, para atender ao desenvolvimento individual dos estudantes.

No ensino de Matemática para estudantes com TEA, as plataformas educacionais digitais têm se mostrado ferramentas eficazes na criação de ambientes dinâmicos e interativos. O TEA é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por desafios na comunicação, interação social e presença de comportamentos restritos e repetitivos, segundo o DSM-5 (2014). Esses desafios podem levar a uma maior ansiedade em ambientes de aprendizagem tradicionais, tornando a utilização de plataformas digitais uma alternativa promissora para reduzir essa ansiedade e facilitar a participação dos estudantes. Se tornam particularmente significativos no contexto escolar, onde estudantes com TEA enfrentam dificuldades com conceitos abstratos, como aqueles encontrados na Matemática (SBP, 2019). A demanda por habilidades de abstração e resolução de problemas imposta pela Matemática pode ser desafiadora, tornando essencial o uso de abordagens pedagógicas diferenciadas e o acesso a recursos que tornem o aprendizado mais acessível e inclusivo (Magalhães *et al.*, 2021).

A utilização de plataformas digitais personalizadas permite que o conteúdo seja adaptado conforme o ritmo e as necessidades dos estudantes, facilitando a compreensão dos conceitos e fomentando uma experiência mais inclusiva. Outro fator relevante é a possibilidade de um retorno imediato sobre erros e acertos, este *feedback* proporcionado por essas plataformas pode aumentar a autonomia dos estudantes, permitindo que eles monitorem seu progresso. Esses ambientes são especialmente valiosos para estudantes com TEA, pois favorecem a interatividade, o uso de recursos visuais e gamificados, transformando o ensino de Matemática em uma experiência prática e dinâmica (Santos, 2024; Lima e Angelo, 2024). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) incentiva o uso de tecnologias educacionais para promover a inclusão e o respeito às necessidades individuais dos estudantes, incluindo os com TEA, defendendo práticas que garantam o aprendizado efetivo e inclusivo (MEC, 2024). A implementação dessas plataformas no ensino de Matemática viabiliza que os estudantes progredam de acordo com seus interesses, proporcionando um ensino mais acessível.

Um aspecto notável em estudantes com TEA é o hiperfoco, uma intensa capacidade de concentração em temas específicos que pode ajudar no aprendizado se direcionado de forma adequada. Esse fenômeno pode ser aproveitado nas plataformas educacionais digitais, permitindo que os professores criem atividades que alinhem os interesses dos estudantes com os conteúdos curriculares, aumentando assim a motivação e a eficácia do aprendizado. Segundo Lima e Angelo (2024) no ambiente escolar, o hiperfoco pode ser explorado, permitindo que o estudante direcione sua atenção a assuntos de interesse, como Matemática, ciências ou tecnologia. A personalização das plataformas educacionais digitais permite que esses interesses sejam integrados ao conteúdo, facilitando a assimilação dos temas abordados e potencializando o engajamento dos estudantes de forma geral, e os que apresentam TEA.

Contudo, apesar dos benefícios evidentes, a implementação eficaz dessas plataformas exige que os professores sejam capacitados para utilizá-las plenamente; por isso a formação contínua dos professores é importante para que eles possam explorar todas as funcionalidades das plataformas e adaptar suas estratégias de ensino de acordo com as necessidades dos estudantes. Segundo Santos e Souza (2019), muitos professores ainda enfrentam desafios na integração desses recursos devido à falta de formação específica e suporte técnico. Além disso, adaptar o currículo para incorporar as plataformas de maneira que atenda às necessidades de estudantes com TEA requer planejamento pedagógico e acompanhamento. Superar essas barreiras é essencial para maximizar os benefícios das plataformas educacionais, possibilitando seu uso no ensino de Matemática para estudantes com TEA.

O uso dessas tecnologias deve ser apoiado por investimentos contínuos em infraestrutura e por programas de capacitação docente, garantindo que o potencial dessas plataformas seja explorado de forma a oferecer uma experiência de aprendizado inclusiva e adaptada às necessidades dos estudantes com TEA (Santos, 2024). A colaboração entre escolas, famílias e especialistas em educação é fundamental para criar um ecossistema de apoio que favoreça a inclusão e o sucesso acadêmico dos estudantes com TEA.

3. Metodologia, Protocolo e Execução da Revisão Sistemática da Literatura

A RSL é uma metodologia baseada em evidências que visa reunir, categorizar, analisar e sintetizar os resultados de estudos pertinentes a um tema específico (Flick, 2012). Diferencia-se das revisões convencionais ao adotar uma metodologia estruturada que busca reduzir tendenciosidades em cada etapa, desde a busca e seleção dos estudos até a análise crítica dos resultados e a síntese das informações. Além disso, possibilita a reprodução do processo pela comunidade científica (Coutinho, 2014).

O protocolo foi organizado em cinco etapas principais: i) definição das questões de pesquisa, ii) identificação das bases de dados, iii) seleção dos estudos, iv) extração dos dados

e v) análise dos resultados. Foram definidas quatro questões de pesquisa (QP), sendo uma principal (QP1), para guiar a revisão e a análise dos dados coletados.

QP1: Qual é o impacto das plataformas digitais no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com TEA no Ensino Fundamental, sob a perspectiva dos professores de Matemática?

QP2: Quais são os principais benefícios e desafios enfrentados pelos professores de Matemática ao utilizarem plataformas digitais no ensino de estudantes com TEA?

QP3: Quais estratégias pedagógicas têm sido adotadas pelos professores de Matemática no uso de plataformas digitais para o ensino de estudantes com TEA?

QP4: Como o uso de plataformas digitais influencia o engajamento e a motivação dos estudantes com TEA no processo de aprendizagem de Matemática?

A busca foi realizada nas bases de dados da CAPES, Google Acadêmico, SciELO e SOL. A seleção dessas bases foi feita com fundamento na relevância para o campo da educação e estudos sobre TEA. Os termos de busca utilizados foram definidos de acordo com o modelo PICO (Problema, Intervenção, Comparação e Resultado) - abrangendo os termos principais relacionados à população e à intervenção, combinados por operadores booleanos, sendo estes: 'autismo', 'matemática' e variações¹. Os critérios de inclusão e exclusão foram fundamentais para garantir a relevância e a qualidade dos estudos selecionados.

O período de busca, de 2017 a 2024, foi definido pela implementação da BNCC, que promove o uso de tecnologias educacionais para melhorar práticas pedagógicas e preparar os estudantes para um cenário em constante mudança. Para assegurar a qualidade dos estudos, foram estabelecidos Critérios de Inclusão (CI) e Exclusão (CE):

Critérios de Inclusão - CI1: Estudos que envolvem estudantes do Ensino Fundamental diagnosticados com TEA. CI2: Estudos que exploram o uso de plataformas educacionais digitais no processo de ensino e aprendizagem. CI3: Estudos realizados no contexto da rede pública de ensino. CI4: Estudos publicados no ano 2017 até 2024. CI5: Estudos acessíveis integralmente. CI6: Estudos disponíveis em português.

Critérios de Exclusão - CE1: Estudos duplicados. CE2: Estudos indisponíveis. CE3: Estudos que não respondem à questão de pesquisa principal QP1. CE4: Estudos que não sejam trabalhos completos publicados em periódicos ou outras fontes relevantes.

A seleção de estudos ocorreu em três etapas para garantir a relevância e qualidade das informações. Na primeira, foram usados termos de busca específicos, identificando 373 estudos. Na segunda, títulos e resumos foram analisados quanto à pertinência, reduzindo o número para 21. Na terceira, esses 21 estudos foram lidos integralmente para confirmar sua adequação às questões de pesquisa. Após essa análise, 9 estudos foram selecionados para extração de dados, como mostrado na Tabela 1. Os dados extraídos foram obtidos na etapa 3.

Tabela 1 – Total de estudos por bases de pesquisa

ETAPAS	CAPEL	GOOGLE ACADÊMICO	SCIELO	SOL	TOTAL
Etapa 1	20	317	11	25	373
Etapa 2	5	2	3	11	21
Etapa 3	2	1	0	6	09

Fonte: Os autores (2024)

A análise qualitativa permitiu identificar temas recorrentes nas experiências de professores de Matemática ao utilizar plataformas educacionais digitais para o ensino de estudantes com TEA, enquanto a abordagem quantitativa possibilitou a mensuração dos impactos dessas tecnologias no ensino-aprendizagem. Para apoiar a seleção de estudos e a extração de dados, utilizou-se a plataforma *online* Parsifal, que fornece suporte gratuito para o processo de RSL de forma colaborativa.

4. Resultados e Discussões

Os dados extraídos dos nove estudos, que estão apresentados no Quadro 1, foram obtidos na fase de seleção, correspondente à etapa 3.

Quadro 1 - Estudos utilizados para análise de dados

#ID	Título	Referência
E01	Matemática para Alunos Autistas, um Estudo Sobre a Utilização de Ferramentas Tecnológicas no Processo de Ensino e Aprendizagem	(Stochero <i>et al.</i> , 2017)
E02	O Processo de Desenvolvimento de um Jogo Matemático com as Operações Básicas para Jovens com Espectro Autista	(Stochero <i>et al.</i> , 2018)
E03	Educação Matemática para Estudantes Autistas: Conteúdos e Recursos mais Explorados na Literatura de Pesquisa	(Nascimento <i>et al.</i> , 2020)
E04	Elaboração de atividades gamificadas para estudantes com TEA: um estudo utilizando pensamento geométrico	(Pereira e Barwaldt, 2022)
E05	A utilização do ambiente imersivo de realidade virtual no ensino de matemática para estudantes com TEA	(Silva, Hummet, Yanaze; 2023)
E06	Gamificando o Material Dourado: Uma Estratégia para o Auxílio do Ensino do Sistema Decimal de Numeração para Crianças com TEA	(Silva, 2023)
E07	<i>Scratch</i> Utilizando Programação por Blocos com Alunos com Deficiência Intelectual e Transtorno do Espectro Autista	(Araújo e Silva, 2023)
E08	Tecnologias para Educação de Alunos com Transtorno do Espectro do Autismo	(Telles e Romero, 2023)
E09	Inclusão escolar e matemática: uso do simulador PHET como tecnologia assistiva para alunos com TEA	(SILVA <i>et al.</i> , 2024)

Fonte: Os autores (2024)

Para identificar os trabalhos mais bem avaliados, foram considerados cinco critérios de pontuação: quantidade de vezes que o artigo foi citado; relatos sobre o uso efetivo de plataformas educacionais digitais no ensino da Matemática; estudos tendo como público-alvo estudantes do Ensino Fundamental; análise da perspectiva dos professores de Matemática; e a identificação dos benefícios e desafios enfrentados². Esses critérios foram escolhidos para garantir uma avaliação representativa da eficácia das plataformas no contexto educacional.

Esses trabalhos se destacaram pela sua abordagem inovadora e criativa no uso de tecnologias digitais para o ensino de Matemática, proporcionando um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, motivador e adaptado às necessidades específicas dos estudantes com TEA. A diversidade de metodologias empregadas nos estudos enriquece a compreensão sobre como diferentes abordagens podem ser implementadas na prática.

Com base nesta avaliação de qualidade, os quatro trabalhos melhor avaliados foram: E01, E02, E03 e E04. Estes trabalhos se destacaram sobretudo pela sua abordagem inovadora no uso de tecnologias digitais para o ensino de Matemática, proporcionando um ambiente de aprendizagem inclusivo e adaptado às necessidades dos estudantes com TEA. A análise desses estudos revela que, além de promover a inclusão, as plataformas digitais também incentivam a autonomia dos estudantes, permitindo que eles avancem no próprio ritmo.

Além disso, eles apresentam relatos significativos sobre a eficácia das plataformas educacionais digitais, demonstrando um impacto positivo na motivação e no desempenho dos estudantes, bem como uma reflexão crítica sobre os desafios enfrentados pelos professores na implementação dessas ferramentas em sala de aula. Os professores destacaram que, ao utilizar essas plataformas, observaram um aumento na participação ativa dos estudantes, o que é importante para o aprendizado significativo. Após a leitura dos estudos selecionados, constatou-se que cada estudo descreve uma plataforma educacional digital específica. No Quadro 2, estão listados os estudos juntamente com suas respectivas plataformas.

Quadro 2 - Plataforma educacional digital

Estudo	Plataforma Educacional Digital
E01	Jogos e materiais didáticos personalizados voltados ao ensino de matemática
E02	Jogo matemático para operações básicas
E03	Jogos e aplicativos interativos para adição, seriação, classificação, e outros conceitos
E04	Code.org - plataforma gamificada para estimular o pensamento geométrico
E05	Ambientes Imersivos de Realidade Virtual (AIRV)
E06	Aplicativo gamificado baseado em material dourado - unidade, dezena, centena
E07	Scratch - plataforma de programação por blocos
E08	Diversas plataformas, adaptadas às necessidades individuais dos estudantes, sendo todas voltadas para gamificação (Kit Pet, Robô Rob, Óculos de Realidade Virtual, Robô Nao)
E09	PhET - simulador de conceitos matemáticos e frações

Fonte: Os autores (2024)

Antes de iniciar a extração de dados para responder às questões de pesquisa desta RSL, é essencial compreender a aplicação de cada plataforma citadas nos estudos selecionados, bem como os benefícios que oferecem para o aprendizado. A compreensão das características de cada plataforma permite que educadores façam escolhas sobre quais ferramentas utilizar em suas aulas, maximizando o potencial de aprendizado dos estudantes.

O estudo E01 apresenta Jogos e Materiais Didáticos Personalizados, que ajustam tanto a dificuldade quanto a apresentação visual, promovendo uma aprendizagem inclusiva. Esses recursos são desenvolvidos para contemplar diferentes capacidades e estilos de aprendizagem dos estudantes, assegurando que todos possam participar de forma ativa. A plataforma educacional foi aplicada em um contexto de interação entre professores e estudantes, em que os educadores utilizam essas ferramentas para envolver os estudantes com TEA, adaptando as atividades às suas necessidades e fomentando um ambiente de aprendizado colaborativo. O estudo E02 aborda um Jogo Matemático para Operações Básicas, com práticas lúdicas de adição, subtração, multiplicação e divisão, facilitando a compreensão por meio de atividades interativas. A interação não só torna o aprendizado mais envolvente, mas também reforça conceitos fundamentais. Nesse contexto, a ferramenta foi utilizada em um ambiente colaborativo, com o professor atuando como facilitador, promovendo o envolvimento dos estudantes e garantindo a inclusão, possibilitando que cada estudante interagisse com o jogo de maneira significativa.

O estudo E03 apresenta Jogos e Aplicativos Interativos, com foco em conceitos como adição, seriação e classificação, promovendo o desenvolvimento de padrões e do raciocínio lógico. Essas ferramentas são intuitivas, permitindo que os estudantes explorem conteúdos matemáticos de forma independente. A plataforma foi aplicada em um cenário de mediação ativa, no qual o professor orienta e apoia os estudantes durante as atividades, favorecendo a interação colaborativa e a construção do conhecimento. Já o E04 introduz o Code.org, que ensina conceitos de programação e habilidades geométricas por meio de jogos e desafios. A plataforma foi usada em um contexto de gamificação, transformando os estudantes com TEA em participantes ativos do processo educativo, incentivando maior envolvimento e interação com os professores preparando os estudantes para um cenário cada vez mais tecnológico.

O estudo E05 apresenta o Ambiente Imersivo de Realidade Virtual (AIRV), que possibilita a exploração prática de conceitos abstratos, sendo útil para abordagens visuais. A realidade virtual proporciona uma experiência de aprendizado envolvente, o que pode ser vantajoso para estudantes que enfrentam desafios em compreender conceitos matemáticos de forma tradicional. Nesse cenário, o vínculo entre professor e estudante é intensificado, com o docente atuando como mediador, personalizando o ensino e atendendo às necessidades específicas dos estudantes com TEA, promovendo uma interação mais dinâmica. O trabalho E06 emprega um Aplicativo Gamificado baseado no Material Dourado, ensinando unidade, dezena e centena de forma prática e visual. Uma eficaz para manter o interesse dos estudantes,

além de facilitar a assimilação de conceitos matemáticos. A ferramenta foi aplicada em turmas do ensino fundamental, com os professores desempenhando papel ativo na facilitação das atividades, observando maior engajamento por parte dos estudantes.

O estudo E07 destaca o *Scratch*, uma plataforma que permite a criação de histórias e jogos, contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio lógico. O uso do *Scratch* não apenas ensina matemática, mas também estimula habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico. Nesse estudo, a ferramenta foi trabalhada em um ambiente inclusivo, promovendo a interação ativa entre professores e estudantes, incentivando a motivação e participação. Já o E08 combina ferramentas variadas, como Kit Pet e Robôs, para proporcionar atividades interativas. Esses dispositivos foram concebidos para serem manipulativos, permitindo que os estudantes aprendam por meio da experimentação e exploração. Os professores mantiveram interação contínua com os estudantes, avaliando o desempenho e ajustando as estratégias para atender às demandas individuais.

Por fim, o artigo E09 explora o PhET, um simulador que oferece experiências interativas sobre conceitos matemáticos complexos, facilitando o aprendizado em um ambiente de sala de aula inclusiva. Os professores atuaram como mediadores, oferecendo suporte e incentivando a participação, o que contribuiu para fortalecer os laços entre professores e estudantes. As simulações permitem que os estudantes manipulem variáveis e visualizem conceitos, promovendo uma compreensão aprofundada do conteúdo. As plataformas digitais descritas oferecem uma ampla gama de recursos adaptáveis, tornando o ensino de Matemática mais acessível e estimulante para estudantes com TEA. A combinação de diferentes tecnologias e metodologias é essencial para responder às demandas diversas dos estudantes, assegurando que todos tenham oportunidade de aprender e se desenvolver.

4.1 Impacto das plataformas educacionais digitais no ensino de matemática para estudantes com TEA

Considerando a QP1, todos os estudos destacam o uso de jogos, atividades interativas e simulações como ferramentas centrais no ensino, tornando o aprendizado mais envolvente e lúdico. Essas abordagens inovadoras não apenas capturam a atenção dos estudantes, mas também promovem um ambiente de aprendizado mais dinâmico e participativo. Jogos e aplicativos facilitaram o ensino de conceitos matemáticos de maneira atrativa, como nos estudos que desenvolveram jogos para operações básicas (E02) e atividades gamificadas para pensamento geométrico (E04). A interatividade dessas ferramentas foi um ponto forte mencionado na maioria dos estudos (E01, E02, E03, E04, E06, E09).

A personalização do ensino também foi amplamente observada, com as plataformas permitindo a adaptação dos materiais às necessidades dos estudantes com TEA, criando ambientes de aprendizado mais inclusivos. Essa personalização é crucial, pois cada estudante possui um ritmo e estilo de aprendizado únicos, o que pode ser atendido através de recursos adaptáveis. O estudo E01 enfatizou a importância de adaptar plataformas digitais às peculiaridades de cada estudante, corroborado por outros estudos que destacaram a personalização como essencial para o sucesso do ensino (E03, E05, E06, E08).

De modo geral, as plataformas educacionais digitais contribuíram para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, melhorando a atenção, concentração e planejamento. Além disso, essas ferramentas ajudam a criar um ambiente de aprendizado mais seguro e acolhedor, onde os estudantes se sentem mais à vontade para explorar e cometer erros. O uso do *Scratch* no estudo E07, por exemplo, demonstrou que a plataforma auxiliou no desenvolvimento de habilidades cognitivas fundamentais para a aprendizagem de matemática, um resultado corroborado por outros estudos (E03, E06).

Os estudos destacaram que as plataformas digitais facilitaram a compreensão de conceitos abstratos para estudantes com TEA, utilizando recursos visuais e dinâmicos que

permitem a visualização e a experimentação de conceitos matemáticos de forma concreta. Essa abordagem é especialmente benéfica, pois transforma o aprendizado em uma experiência memorável. Exemplos incluem o uso do simulador PhET para ensinar frações (E09) e jogos de operações matemáticas (E02), que ajudaram com os temas complexos.

Todos os estudos relataram um impacto positivo na motivação e no engajamento dos estudantes, com o uso de jogos e tecnologias interativas mantendo-os focados e participativos. A interação constante e o feedback imediato proporcionados por essas plataformas são fatores que contribuem significativamente para a retenção do conhecimento. Isso foi especialmente notado em estudos com plataformas gamificadas, como o *Scratch* (E07), simulações interativas como o PhET (E09) e ambientes de realidade virtual (E05), resultando em maior motivação para participar das atividades (E01, E02, E03, E04, E05, E07).

Diante do exposto, a criação de ambientes de aprendizado imersivos e gamificados foi considerado fundamental, mostrando ser eficaz para aumentar o foco e o engajamento dos estudantes com TEA. Esses ambientes não apenas tornam o aprendizado mais divertido, mas também incentivam a colaboração e a socialização entre os estudantes. As plataformas gamificadas, que oferecem desafios e *feedbacks* interativos, proporcionaram uma abordagem mais divertida e motivadora para o ensino de conceitos matemáticos, resultando em um impacto positivo na aprendizagem, assim como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Impactos identificados

Uso de jogos, atividades interativas e ambientes imersivos	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07		E09
Personalização do ensino e utilização de recursos visuais	E01	E02	E03		E05	E06		E08	E09
Aumento da motivação e engajamento dos estudantes	E01	E02	E03	E04	E05		E07	E08	E09
Desenvolvimento de habilidades cognitivas e compreensão de conceitos		E02	E03			E06	E07		E09

Fonte: Os autores (2024)

As características identificadas refletem os impactos significativos das plataformas no ensino de matemática para estudantes com TEA. O uso de jogos e ambientes interativos não apenas aumenta o engajamento e a motivação dos estudantes, mas também promove uma personalização do aprendizado que é importante para atender às suas necessidades. Ademais, a capacidade de desenvolver habilidades cognitivas e compreender conceitos abstratos através de abordagens visuais torna essas plataformas ferramentas valiosas na educação inclusiva.

4.2 Benefícios e desafios do uso de plataformas educacionais digitais no ensino de matemática para estudantes com TEA

A análise dos nove estudos sobre a questão de pesquisa secundária QP2 revela semelhanças em benefícios e desafios enfrentados pelos professores de Matemática. Entre os benefícios, destaca-se o aumento unânime do engajamento e da motivação dos estudantes, especialmente através do uso de plataformas que incorporam jogos e materiais gamificados (E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09). Os professores relataram que essas ferramentas tornaram o aprendizado mais dinâmico e permitiram a personalização do conteúdo, atendendo às necessidades individuais dos estudantes com TEA (E01, E02, E03, E05, E06, E08, E09).

Além disso, houve facilitação na compreensão de conceitos matemáticos, como frações, por meio de suporte visual e atividades interativas (E01, E02, E03, E04, E06, E09). A inclusão de estudantes com TEA, contribuiu para um ambiente mais colaborativo e

valorizando as diferenças (E01, E02, E03, E04, E05, E07, E09). As plataformas também ajudaram a desenvolver habilidades cognitivas e sociais (E03, E07, E08).

Por outro lado, a formação e capacitação dos professores se destacaram como uma necessidade, com muitos enfrentando dificuldades para dominar as ferramentas tecnológicas (E01, E02, E03, E04, E05, E09). A adaptação curricular foi outro desafio, pois a integração de plataformas com o currículo tradicional requer ajustes para atender os estudantes com TEA (E01, E02, E05, E09). A limitação de recursos tecnológicos e a infraestrutura inadequada nas escolas também foram barreiras significativas (E02, E04, E09).

Além disso, a diversidade de necessidades dos estudantes com TEA exigiu adaptações constantes nas plataformas digitais, o que demandou avaliação contínua por parte dos professores (E01, E02, E08, E09). A sobrecarga de estímulos e o gerenciamento do ambiente de aprendizagem foram mencionados como desafios adicionais, com alguns estudos alertando para o estresse causado pelo uso inadequado das plataformas (E03, E05).

Em geral, os estudos confirmam os benefícios das plataformas educacionais digitais no ensino de Matemática para estudantes com TEA, destacando o aumento do engajamento e motivação, a personalização do aprendizado de acordo com as necessidades individuais, a facilitação da compreensão dos conteúdos, a promoção da inclusão de todos os estudantes, e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais. Contudo, desafios relacionados à ausência de capacitação dos professores, a dificuldade para adaptação curricular e a infraestrutura limitada exigem atenção contínua para garantir a eficácia dessas ferramentas. Segue o Gráfico 1 com os estudos e seus benefícios e desafios extraídos com a análise.

Gráfico 1 – Benefícios e Desafios encontrados nos estudos



Fonte: Os autores (2024)

4.3 Estratégias pedagógicas no uso de plataformas educacionais digitais para estudantes com TEA no ensino de matemática

Considerando a questão de pesquisa QP3, observou-se que as estratégias pedagógicas compartilhavam algumas semelhanças. A personalização e adaptação de atividades foi amplamente destacada (E01, E02, E03, E04, E06, E07), sendo fundamental para atender às necessidades específicas dos estudantes com TEA, com as plataformas permitindo essa customização de forma inclusiva. Outra estratégia recorrente foi o uso de jogos e atividades lúdicas. De acordo com o estudo E05, os professores utilizaram materiais concretos comparados a plataformas digitais de jogos para engajar os estudantes, enquanto no estudo E08, criou-se um ambiente lúdico para familiarizar os estudantes com as plataformas.

A exploração de hiperfocos, características comuns em crianças autistas, foi eficaz no estudo E05, com os professores utilizando esses interesses para aumentar o engajamento. O estudo E09 destacou a prática de avaliações diagnósticas para entender o conhecimento prévio dos estudantes, o uso de simuladores - PhET ajudou a explicar frações e números mistos de forma interativa. O *feedback* também foi essencial para o engajamento, permitindo que cada estudante progredisse no seu ritmo. O estudo E08 destacou a necessidade de

avaliações contínuas do engajamento, embora tenha sido um desafio devido à demanda de tempo.

4.4 Impacto das plataformas educacionais digitais no engajamento e motivação dos estudantes com TEA

Em resposta à questão de pesquisa QP4, todos os estudos analisados destacaram o impacto positivo das plataformas no engajamento e motivação de estudantes com TEA no aprendizado de Matemática. O uso de tecnologias, como jogos e aplicativos, foi consistentemente associado ao aumento do interesse e participação nas atividades matemáticas (E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09), tornando as aulas mais interativas. A gamificação (E04, E05, E06) mostrou-se uma estratégia eficaz para manter a motivação dos estudantes, proporcionando um ambiente de aprendizado mais divertido e dinâmico.

A personalização e interação das plataformas (E01, E06, E09) foram apontadas como fatores que aumentaram inclusão e engajamento, tornando o aprendizado mais acessível. Além disso, E06 e E09 relataram maior dedicação dos estudantes com TEA ao usar essas ferramentas, melhorando os resultados de aprendizado. Esses achados sugerem que as plataformas podem ampliar engajamento e motivação, tornando o ensino de Matemática mais inclusivo e adaptado às necessidades dos estudantes com TEA.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este estudo confirma que o uso de plataformas no ensino de Matemática para estudantes com TEA proporciona resultados positivos, especialmente em termos de engajamento, motivação e compreensão de conceitos matemáticos, demonstrando a eficácia das tecnologias interativas e personalizadas. Além disso, as plataformas têm proporcionado uma experiência de aprendizado adaptada às necessidades específicas desses estudantes, fomentando um ambiente inclusivo e dinâmico (Pinto e Souza, 2021) e (Moran, 2000).

No entanto, enfrenta-se desafios consideráveis que podem limitar o potencial das plataformas. A formação insuficiente dos professores no que diz respeito ao uso apropriado dessas ferramentas digitais é um obstáculo, juntamente com a necessidade de adaptações curriculares que atendam às particularidades dos estudantes com TEA. Além disso, a infraestrutura tecnológica precária em muitas escolas compromete a implementação eficaz dessas ferramentas, como discutido em trabalhos por Kenski (2018) e Souza e Rossi (2023).

Para superar esses desafios, é imperativo um esforço conjunto entre as instituições de ensino e os formuladores de políticas educacionais. A criação de programas de formação contínua e suporte técnico adequado é essencial para garantir que os professores utilizem as plataformas de forma eficaz e personalizada, atendendo assim às particularidades dos estudantes com TEA. Essa personalização do ensino, já reconhecida como um fator crucial no processo educacional desses estudantes, deve ser complementada por uma análise constante das ferramentas tecnológicas, conforme enfatizado por Gomes *et al.* (2015).

O avanço no uso das plataformas educacionais digitais no ensino de Matemática para estudantes com TEA, portanto, exige uma ação coordenada que assegure não apenas o acesso a essas tecnologias, mas também o suporte necessário para sua aplicação de maneira inclusiva e eficaz. Trabalhos futuros devem focar na melhoria da infraestrutura escolar e no desenvolvimento de políticas públicas que fomentem a formação contínua dos professores e a inclusão digital, garantindo assim que os estudantes com TEA possam usufruir plenamente das potencialidades oferecidas por essas tecnologias.

Notas

¹Os termos aplicados por base de buscas e mais detalhes da condução podem ser consultados em <https://drive.google.com/file/d/1ZjgpFsqhh8wbmYz34sZPyILD2OQ1B6uN>.

²A avaliação de qualidade completa pode ser consultada no Quadro 5 e Figura 1 em <https://drive.google.com/file/d/1ZjgpFsqhh8wbmYz34sZPyILD2OQ1B6uN>.

Referências

- ARAÚJO, S. D.; SILVA, R. B. *Scratch*: utilizando programação por blocos com alunos com deficiência intelectual e transtorno do espectro autista. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)**, 2023, Passo Fundo/RS. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 86-95. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/wie.2023.233914>. Acesso em: 22 set. 2024.
- COUTINHO, Clara P. **Llogia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática**. Grupo Almedina (Portugal), 2014. E-book. ISBN 9789724056104. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9789724056104/>. Acesso em 10 out. 2024.
- DSM-5 - Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. 2014. 5. ed. Porto Alegre. Artmed, 2014. Disponível em: <https://www.institutopebioetica.com.br/documentos/manual-diagnostico-e-estatistico-de-transtornos-mentais-dsm-5.pdf>. Acesso em: 22 set. 2024.
- FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa**. Penso, Porto Alegre: Grupo A, 2012. *E-book*. ISBN 9788565848138. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565848138/>. Acesso em: 30 set. 2024.
- GOMES, A. S.; SCAICO, P. D.; SILVA, L. R. A.; SANTOS, I. H. B.. **Cultura digital na escola: habilidades, experiências e novas práticas**. Recife: Pipa Comunicação, 2015.
- KENSKI, V. M. **Cultura digital**. Campinas: Papirus, 2018.
- LIMA, I. B. P.; ANGELO, R. D. C. D. O. Transtorno do espectro autista e aprendizagem: crenças e saberes do professor do atendimento educacional especializado. **Educação em Revista**, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/P74KMqPRv3yjsNMv8C89XJ/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- MAGALHÃES, J. M.; SILVA, T. M.; SILVA, F. C.; ALENCAR, M. F. B.; RÊGO NETA, M. M.; ALENCAR, D. C.; ARISAWA, E. A. L. S. Perfil de crianças com transtorno do espectro autista. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e3710413880, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13880>. Acesso em: 07 set. 2024.
- MEC. Ministério da Educação. Apresentação. 2024. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=32681:apresentacao>. Acesso em: 14 abr. 2024.
- MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.
- NASCIMENTO, A. G. C.; LUNA, J. M. O.; ESQUINCALHA, A. C.; SANTOS, R. G. C. Educação Matemática para estudantes autistas: conteúdos e recursos mais explorados na literatura de pesquisa. **Boletim GEPEM**, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufrj.br/index.php/gepem/article/view/197>. Acesso em: 24 set. 2024.
- OLIVEIRA, C. J. A.; AMARAL, F. H. N.; LAVOR, O. P. O uso das tecnologias da informação e comunicação na formação continuada de professores. **Revista Edutec: Educação, Tecnologias Digitais e Formação Docente**, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/364067974_O_USO_DAS_TECNOLOGIAS_DA_INFORMACAO_E_COMUNICACAO_NA_FORMACAO_CONTINUADA_DE_PROFESSORES. Acesso em: 20 set. 2024.
- PEREIRA, L. M.; BARWALDT, R. Elaboração de atividades gamificadas para estudantes com TEA: um estudo utilizando pensamento geométrico. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE)**, 2022, Manaus. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 390-402. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.224704>. Acesso em: 20 set. 2024.

PINTO, R. A. C.; SOUZA, R. N. P. M.. GeoGebra como andaime: uma experiência na resolução de problemas de Geometria. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 7, n. 1, p. e2002, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/4266>. Acesso em: 7 out. 2024.

SANTOS, D. M. A. A. P. Implicações das tecnologias digitais na educação matemática dos sujeitos com transtorno do espectro autista. Perspectivas em Diálogo: **Revista de Educação e Sociedade**, v. 11, n. 27, p. 167-182, 28 jun. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55028/pdres.v11i27.20164>. Acesso em: 20 ago. 2024.

SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. T. C.. A utilização das tecnologias da informação e comunicação no ensino de biologia: uma revisão bibliográfica. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, suplemento 1, p. 40-59, 2019. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1799>. Acesso em: 22 set. 2024.

SBP - SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. Manual de orientação: desenvolvimento e comportamento espectro do autismo. 2019. Disponível em:

https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/21775d-MC-Transl_Transl_do_Espectro_Autismo.pdf. Acesso em: 22 set. 2024.

SILVA, C. R. M.; VERAS, W. A.; MELO, L. C.; SERRA, A. R. C. Inclusão escolar e matemática: uso do simulador PHET como tecnologia assistiva para alunos com TEA. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 01-15, 2024. Disponível em:

<https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/644>. Acesso em: 24 set. 2024.

SILVA, I. C. S.. Gamificando o Material Dourado: Uma Estratégia para o Auxílio do Ensino do Sistema Decimal de Numeração para Crianças com TEA. *In: JEDI (JOGOS & EQUIDADE, DIVERSIDADE E INCLUSÃO) - ARTIGOS CURTOS - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES)*, 2023, Rio Grande/RS. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 1397-1402. Disponível em:

https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2023.235605. Acesso em: 20 set. 2024.

SILVA, I. C.; HUMMET, E. I.; YANAZE, L. K. H. A utilização do ambiente imersivo de realidade virtual no ensino de matemática para estudantes com TEA. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, v. 8, n. 2, p. 441-461, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.34179/revistem.v8i2.18451>. Acesso em: 10 set. 2024.

SOUZA, A. J. M.; ROSSI, C. M. S.. A utilização de TICs na educação: uso de aplicativos educacionais na produção de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem uma abordagem bibliográfica. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, Curitiba, v. 16, n. 6, p. 1-13, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n6-129> Acesso em: 10 set. 2024.

STOCHERO, A.; FORRATI, S. M.; PEREIRA, A.; STAMBERG, C. S. O Processo de Desenvolvimento de um Jogo Matemático com as Operações Básicas para Jovens com Espectro Autista. *In: Encontro Nacional DE Computação dos Institutos Federais (ENCOMPINF)*, 2018, Natal. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.5753/encompinf.2018.3574>. Acesso em: 15 set. 2024.

STOCHERO, A.; KOPPLIN, B.; STAMBERG, C.; PEREIRA, A.. Matemática para Alunos Autistas, um Estudo Sobre a Utilização de Ferramentas Tecnológicas no Processo de Ensino e Aprendizagem. *In: ENCONTRO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO DOS INSTITUTOS FEDERAIS (ENCOMPINF)*, 2017, São Paulo. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

Disponível em: <https://doi.org/10.5753/encompinf.2017.9936>. Acesso em: 30 set. 2024.

TELLES, M. L. F. A.; ROMERO, R. A. F. Tecnologias para Educação de Alunos com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA). *In: Workshop de Robótica na Educação - WRE - Simpósio Brasileiro*



de Robótica, 2023, Salvador/BA; **Simpósio Latino-Americano de Robótica (SBR/LARS)**, 2023, Salvador/BA. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 107-112. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbirlars_estendido.2023.234712. Acesso em: 10 set. 2024.

VILAÇA, M. L. C.; ARAUJO, E. V. F. de. **Tecnologia, sociedade e educação na era digital**. Duque de Caxias: Unigranrio, 2016. Livro digital. ISBN 978-85-88943-69-8. Disponível em: <https://marciovilaca.com.br/site/tecnologia-sociedade-e-educacao-na-era-digital>. Acesso em: 15 ago. 2024.