UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES

EVANDRO HENRIQUE DE CARVALHO

TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS INCLUSIVAS NAS POLÍTICAS PÚBLICAS: APLICAÇÕES DO PHET COLORADO, REALIDADE AUMENTADA (RA) E REALIDADE VIRTUAL (RV) NO ENSINO DE MATEMÁTICA E QUÍMICA PARA ALUNOS COM E SEM TEA

MOGI DAS CRUZES, SP

2025

EVANDRO HENRIQUE DE CARVALHO

TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS INCLUSIVAS NAS POLÍTICAS PÚBLICAS: APLICAÇÕES DO PHET COLORADO, REALIDADE AUMENTADA (RA) E REALIDADE VIRTUAL (RV) NO ENSINO DE MATEMÁTICA E QUÍMICA PARA ALUNOS COM E SEM TEA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Mestrado em Políticas Públicas, da Universidade de Mogi das Cruzes, como requisito para o título de mestre em Políticas Públicas.
Área de concentração: Realidade Regional: Qualidade de Vida e Dignidade Humana
Linha de Pesquisa: Políticas Culturais e Educacionais: Diversidade e Cidadania

Orientadora: Dra. Tatiana Ribeiro de Campos Mello
Coorientadora: Dra. Silvia Cristina Martini

MOGI DAS CRUZES, SP
2025

FINANCIAMENTO



Ficha catalográfica
Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

C311t

Carvalho, Evandro Henrique de
Tecnologias Educacionais Inclusivas nas Políticas Públicas: aplicações do PhET Colorado, Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) no ensino de matemática e química para alunos com e sem TEA / Evandro Henrique de Carvalho. -- Mogi das Cruzes, SP: Universidade de Mogi das Cruzes, 2025.
94 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) -- Universidade de Mogi das Cruzes, 2025.
Orientação: Profa. Dra. Tatiana Ribeiro de Campos Mello
Coorientação: Profa. Dra. Silvia Cristina Martini.
Inclui biografia.

1. Transtorno do Espectro Autista 2. Inclusão escolar 3. PhET Colorado 4. Realidade Aumentada 5. Realidade Virtual I. Mello, Tatiana Ribeiro de Campos II. Universidade de Mogi das Cruzes III. Título

CDD 371

Elaborada por Maria Cristina Alves Silva Xavier – CRB-8/10077

UMC
UNIVERSIDADE

Tel.: (11) 4798-7000
0800 19 2001
www.umc.br

ATAS

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM POLÍTICAS PÚBLICAS DA UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES.

Às nove horas do dia quinze de agosto de dois mil e vinte e cinco, pela Universidade de Mogi das Cruzes, realizou-se a defesa de dissertação intitulada "TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS INCLUSIVAS NAS POLÍTICAS PÚBLICAS: APLICAÇÕES DO PhET COLORADO, REALIDADE AUMENTADA (RA) E REALIDADE VIRTUAL (RV) NO ENSINO DE MATEMÁTICA E QUÍMICA PARA ALUNOS COM E SEM TEA" pelo(a) candidato(a) **Evandro Henrique de Carvalho**, para obtenção do grau de mestre em políticas públicas. Tendo sido o número de créditos alcançados por ele(a) no total de 37 (trinta e sete), a saber: 25 unidades de crédito em disciplinas de pós-graduação e 12 unidades de crédito no preparo da dissertação, o(a) aluno(a) perfaz assim os requisitos para obtenção do grau de mestre. A comissão examinadora estava constituída dos senhores professores doutores: Tatiana Ribeiro de Campos Mello, Silvia Cristina Martini e Marília Cristina Duarte da Universidade de Mogi das Cruzes e Elaine Teresinha Dal Mas Dias da Universidade Nove de Julho, sob a presidência da primeira, como orientadora da dissertação. A sessão pública da defesa foi aberta pela senhora presidenta da comissão, tendo em seguida o(a) candidato(a) realizado a apresentação da dissertação. Concluída a apresentação, tiveram início as arguições pelos membros da comissão examinadora. A seguir a comissão, em sessão secreta, conforme julgamento discriminado por cada membro, considerou o(a) candidato(a).

Aprovado (aprovado(a) /reprovado(a)) por Unanimidade (unanimidade/maioria)

Mogi das Cruzes, 15 de agosto de 2025.

Comissão Examinadora	Julgamento
Documento assinado digitalmente gov.br MARILIA CRISTINA DUARTE Data: 17/09/2025 17:09:03-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	Aprovado
Profª Drª Marília Cristina Duarte	aprovado(a)/reprovado(a)
	Aprovado
Profª Drª Elaine Teresinha Dal Mas Dias	aprovado(a)/reprovado(a)
Documento assinado digitalmente gov.br SILVIA CRISTINA MARTINI Data: 17/09/2025 17:05:06-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	Aprovado
Profª Drª Silvia Cristina Martini	aprovado(a)/reprovado(a)
Documento assinado digitalmente gov.br TATIANA RIBEIRO DE CAMPOS MELLO Data: 17/09/2025 18:00:13-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	Aprovado
Profª Drª Tatiana Ribeiro de Campos Mello	aprovado(a)/reprovado(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me guiar e fortalecer ao longo desta jornada, permitindo-me superar todos os desafios.

À minha esposa, pelo amor, compreensão, apoio e encorajamento, que sempre me motivaram a prosseguir e alcançar esta conquista.

Aos meus filhos, pela compreensão de que todo o tempo dedicado aos estudos e à busca pelo conhecimento foi essencial para a obtenção deste êxito.

Às minhas professoras e orientadoras, Tatiana Ribeiro de Campos Mello e Silvia Cristina Martini, expresso minha profunda gratidão pela orientação e pelos conhecimentos compartilhados, que foram cruciais para superar barreiras e dificuldades ao longo desta caminhada. Suas supervisões foram essenciais em cada etapa deste projeto, e suas explanações singulares me incentivaram a buscar e a me dedicar continuamente como pesquisador. Sou grato por acreditarem em meu potencial desde o início e por serem presenças positivas, inspiradoras e motivadoras durante toda a trajetória.

Aos diretores, coordenadores e professores escolares que contribuíram em cada etapa desta pesquisa, e à Universidade de Mogi das Cruzes, pelo apoio, pela estrutura e pelo corpo docente de excelência, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Este estudo investigou a eficácia do simulador PhET, desenvolvido pela Universidade do Colorado, no ensino de frações, com ênfase em contextos de inclusão educacional. O objetivo principal foi analisar o impacto dessa tecnologia no desempenho acadêmico e no engajamento de alunos do Ensino Fundamental e Médio, tanto neurotípicos quanto com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A metodologia combinou revisão de literatura e pesquisa experimental, envolvendo 157 estudantes, dos quais 8 com diagnóstico de TEA. Após uma avaliação diagnóstica inicial, todos os participantes assistiram a aulas teóricas tradicionais e foram divididos aleatoriamente em dois grupos: o grupo controle (G1), que manteve o ensino convencional, e o grupo experimental (G2), que utilizou o simulador PhET em atividades práticas e interativas.As intervenções foram planejadas em sete etapas e incluíram o uso do PhET para explorar operações com frações — adição, subtração, multiplicação e divisão — com acompanhamento pedagógico. Ambos os grupos realizaram avaliações antes e depois da intervenção. A análise dos resultados foi conduzida por meio de testes estatísticos, como o *t* para amostras pareadas e independentes, e ANOVA fatorial 2x2. Os dados indicaram que o G2 obteve desempenho significativamente superior, com destaque para os alunos com TEA, que apresentaram ganhos expressivos. Os estudantes neurotípicos do G2 também demonstraram melhora significativa, enquanto o G1 não apresentou avanços relevantes.Além disso, questionários de engajamento revelaram altos níveis de satisfação, motivação e clareza conceitual entre os participantes. Conclui-se que o simulador PhET é uma ferramenta eficaz, acessível e inclusiva, capaz de facilitar a aprendizagem de frações, especialmente entre estudantes com necessidades educacionais específicas. Os achados reforçam a importância de recursos visuais e interativos no ensino da Matemática.

Palavras-chave: Tecnologias Educacionais; Ensino de Matemática; Educação Inclusiva; Transtorno Do Espectro Autista.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....8
1.1 OBJETIVOS 11
1.1.1 Objetivo Geral.....11
1.1.2 Objetivos Específicos 11
1.2 JUSTIFICATIVA.....11
CAPÍTULO II – ARTIGO 1 – EDUCAÇÃO INCLUSIVA: O ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA 14
CAPÍTULO III – ARTIGO 2 – TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO ENSINO DE MATEMÁTICA: WORDWALL E PHET COLORADO COMO ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS NO ENSINO BÁSICO.....26
CAPÍTULO IV – ARTIGO 3 – O USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS E MIDIÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE TRÊS VERTENTES: REALIDADE AUMENTADA (RA), REALIDADE VIRTUAL (RV) E DA MÍDIA SOCIAL TIK TOK.....37
CAPÍTULO V – ARTIGO 4 - USO DO SIMULADOR PHET COLORADO COMO FERRAMENTA TECNOLÓGICA INCLUSIVA NO ENSINO DE MATEMÁTICA: POTENCIALIDADES PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA) E NEUROTIPÍCOS.....65
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....79
REFERÊNCIAS 81
APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE O ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA 83
APÊNDICE B – CARACTERÍSTICAS DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE O USO DO WORDWALL E PhET COLORADO NO ENSINO DA MATEMÁTICA 89
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INICIAL (ALUNOS) 94
APÊNDICE D – AVALIAÇÃO (ALUNOS).....95
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE ENGAJAMENTO (ALUNOS).....96
APÊNDICE F COMPROVANTE DE APROVAÇÃO COMITE DE ÉTICA 97

1. INTRODUÇÃO

A inclusão de tecnologias digitais no ensino de Matemática tem ganhado crescente relevância nas discussões pedagógicas, especialmente no que se refere à sua eficácia para alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O presente estudo busca investigar a eficácia do simulador *PhysicsEducational Technology* (PhET), desenvolvido pela Universidade do Colorado, como ferramenta pedagógica no ensino fundamental e médio, comparando o desempenho acadêmico e o engajamento de alunos com e sem TEA, à luz das políticas públicas voltadas para a educação inclusiva.

O simulador PhET é uma plataforma que oferece simulações interativas em diversas áreas, incluindo Matemática, permitindo que os alunos explorem conceitos abstratos de forma prática e visual. Essa interatividade representa um importante avanço para engajar alunos que, como os com TEA, frequentemente enfrentam dificuldades com métodos tradicionais de ensino. Segundo o Relatório Global de Monitoramento da Educação (GEM) de 2023, tecnologias como o PhET devem ser vistas como ferramentas de apoio à mediação docente, fortalecendo uma aprendizagem mais inclusiva e equitativa (unesco, 2023).

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) já defendia que o acesso ao currículo comum, com os devidos apoios e adaptações, é direito de todos os alunos. Nesse sentido, a inserção de tecnologias assistivas no cotidiano escolar, como o PhET, alinha-se ao que preconiza a legislação, permitindo o desenvolvimento das potencialidades dos estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação.

Estudos recentes apontam que o uso de plataformas digitais interativas pode elevar significativamente o engajamento e a compreensão de conteúdos matemáticos por alunos com TEA. Iannone e Giansanti (2024) destacam a importância das tecnologias assistivas integradas a ambientes que promovam interatividade, ressaltando como essas ferramentas podem melhorar tanto o desempenho acadêmico quanto as habilidades sociais desses alunos. Tais achados dialogam com os objetivos da Política Nacional de Educação Especial, que visa à eliminação de barreiras para a plena participação e aprendizagem.

Além disso, o desenvolvimento de habilidades interpessoais é fundamental para o sucesso escolar de alunos com necessidades educacionais especiais. O uso de recursos tecnológicos pode auxiliar nesse aspecto ao criar ambientes controlados e menos estressantes, onde os alunos com TEA possam praticar tanto habilidades cognitivas quanto sociais. No caso do ensino de Matemática, o uso de simulações como as do PhET permite que esses alunos vivenciem experiências significativas, com menores níveis de ansiedade e maior motivação para aprender.

No contexto das políticas públicas brasileiras, o Plano Nacional de Educação (PNE), instituído pela Lei nº 13.005/2014, estabelece, em sua Meta 4, a universalização do atendimento escolar para a população de 4 a 17 anos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades, preferencialmente na rede regular de ensino. As estratégias dessa meta ressaltam a importância da formação de professores, da acessibilidade e da implementação de recursos tecnológicos para garantir o acesso, a permanência e a aprendizagem desses estudantes (Brasil, 2014).

Cabe citar que a tecnologia, por si só, não garante a aprendizagem: é preciso que sua utilização seja mediada pedagogicamente e adaptada às necessidades específicas dos alunos. Stuart e Van Handel (2023) destacam que o uso de ferramentas interativas como o PhET promove não apenas a compreensão conceitual, mas também o envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, independentemente de apresentarem ou não TEA. Para tanto, o professor precisa estar preparado e contar com políticas de formação continuada que contemplem a inclusão e a inovação tecnológica, conforme orienta o documento *Tecnologias Digitais na Educação* (Brasil, 2021).

Tendo em vista que os simuladores educativos são adotados em sala de aula para atender a objetivos pedagógicos, com finalidades específicas relacionadas à aprendizagem de conteúdos curriculares, a capacitação docente é um dos requisitos mais importantes. A formação continuada é reconhecida como uma ferramenta para favorecer a integração das tecnologias no ambiente educativo, aperfeiçoando as habilidades do professor e minimizando as dificuldades que ele apresenta na utilização delas. A consonância entre qualificação profissional e superação dos medos e anseios dos docentes torna-se essencial para a apropriação de conhecimentos pedagógicos que orientam o uso das tecnologias no ensino (Quartieri *et al*., 2018).

A falta de conhecimento e qualificação docente no emprego de tecnologias prejudica tanto o aprendizado do aluno quanto a melhoria da prática pedagógica pelo professor. Assim, os programas de formação continuada são responsáveis por sanar as dúvidas que os professores possuem com relação ao manuseio das ferramentas pedagógicas, esclarecendo os requisitos e aspectos necessários para facilitar a prática educativa. Cabe aos professores estarem aptos a elaborar estratégias didáticas adequadas, considerando os conteúdos que devem ser trabalhados em sala de aula e que fazem parte do currículo escolar (Fontes *et al*., 2024).

A capacitação docente para o uso de ferramentas tecnológicas no ensino inclusivo também depende dos esforços públicos em assegurar a acessibilidade e o cumprimento de valores éticos, políticos e morais, priorizando a valorização da diversidade e o atendimento educacional individualizado (Silva *et al*., 2024).

A articulação entre políticas públicas e práticas pedagógicas é, portanto, fundamental. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também valoriza o uso de tecnologias digitais como aliadas na construção de competências e habilidades dos estudantes. Essa diretriz reforça a necessidade de a escola estar alinhada às inovações, respeitando a diversidade de seus alunos e garantindo que todos tenham acesso às mesmas oportunidades de aprendizagem (Brasil, 2017).

No caso de alunos sem TEA, os benefícios das simulações interativas também são significativos. A pesquisa de Stuart e Van Handel (2023) mostra que estudantes com diferentes perfis cognitivos podem se beneficiar do aprendizado ativo promovido por tecnologias como o PhET. O uso dessas ferramentas aumenta a curiosidade, melhora a retenção do conteúdo e contribui para o desenvolvimento do pensamento lógico e abstrato, essencial para a compreensão matemática.

Comparar os grupos com e sem TEA permite uma análise mais detalhada dos impactos do uso de tecnologias no ensino de Matemática. Tal abordagem evidencia a necessidade de políticas públicas que promovam tanto a equidade quanto a excelência, garantindo que todos os alunos, com ou sem deficiência, tenham acesso às ferramentas mais eficazes de ensino. Como reforça o Relatório GEM (Unesco, 2023), a eficácia da tecnologia depende da maneira como é implementada, adaptada e mediada no contexto educacional.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a eficácia do simulador PhET como ferramenta pedagógica para o ensino de Matemática (frações) em alunos do ensino fundamental e médio, comparando o impacto em termos de desempenho acadêmico e engajamento entre alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e alunos sem o transtorno, bem como o uso das ferramentas tecnológicas Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) no ensino de Química.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o desempenho acadêmico em Matemática dos alunos com e sem TEA antes e após a introdução do simulador PhET;
- Analisar o nível de engajamento dos alunos com TEA durante as aulas de Matemática utilizando o PhET, em comparação com as aulas tradicionais;
- Comparar os resultados de aprendizado entre os grupos de alunos após a utilização do PhET como ferramenta de ensino;
- Investigar as percepções dos professores sobre a usabilidade e eficácia do PhET no ensino de Matemática para alunos com diferentes perfis de aprendizagem;
- Relacionar os resultados da aplicação do PhET com as políticas públicas de educação inclusiva;
- Analisar as oportunidades e desafios presentes no ensino de Química, a investigação do conceito e funcionalidades das ferramentas tecnológicas (RV) e (RA) e a identificação dos benefícios proporcionados aos alunos durante o processo de aprendizagem.

1.2 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa fundamenta-se no compromisso com uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9.394/1996, em seu artigo 4º, assegura o “atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com deficiência, preferencialmente na rede

regular de ensino, sendo dever do Estado garantir meios e recursos para sua plena aprendizagem" (Brasil, 1996).

De forma complementar, o Plano Nacional de Educação (PNE) – Lei nº 13.005/2014, em sua Meta 4, propõe:

> [...] universalizar, para a população de 4 a 17 anos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, o acesso à educação básica e ao atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino, com a garantia de sistema educacional inclusivo [...] (BRASIL, 2014).

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta que as práticas pedagógicas devem respeitar as diferenças individuais dos estudantes, promovendo a equidade e valorizando a diversidade. Ao abordar o ensino de Matemática, especialmente nos anos iniciais e finais do ensino fundamental, a BNCC propõe o uso de recursos tecnológicos como forma de facilitar a compreensão dos conceitos e tornar a aprendizagem mais significativa.

A pesquisa também está em consonância com o Estatuto da Pessoa com Deficiência – Lei nº 13.146/2015, que assegura, em seu artigo 27, o direito à educação inclusiva em todos os níveis e modalidades de ensino, devendo-se adotar medidas de acessibilidade pedagógica, uso de tecnologias assistivas e formação de professores (Brasil, 2015).

Dessa forma, ao investigar o uso do simulador PhET como recurso didático para o ensino de frações a alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), esta pesquisa contribui com evidências que podem orientar políticas públicas e práticas pedagógicas inclusivas, promovendo uma educação que atenda à diversidade dos sujeitos escolares, em conformidade com os princípios legais e educacionais vigentes no Brasil.

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos, com um artigo em cada capítulo, sendo:

- Capítulo II – Artigo 1: Educação inclusiva: o ensino de Matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista;
- Capítulo III – Artigo 2: Ferramentas tecnológicas em práticas pedagógicas: o uso do Wordwall e PhET Colorado no ensino da Matemática;
- Capítulo IV – Artigo 3: O uso de ferramentas tecnológicas e midiáticas no ensino de Química a partir de três vertentes: Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e a mídia social TikTok;

- Capítulo V – Artigo 4: Aplicação do simulador PhET Colorado no ensino de Matemática.

CAPÍTULO II – ARTIGO 1 – EDUCAÇÃO INCLUSIVA: O ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Este capítulo apresenta, em formato de artigo, a compreensão das principais estratégias utilizadas pelos professores para ampliar as oportunidades de aprendizagem da Matemática em alunos com TEA.

RESUMO

O ensino de conteúdos matemáticos é citado como um processo desafiador para a maioria dos alunos autistas, que não conseguem compreender os conceitos básicos e mais complexos da disciplina. Neste contexto, o objetivo deste estudo é compreender as principais estratégias utilizadas pelos professores para ampliar as oportunidades de aprendizagem da Matemática em alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA).Foi realizada uma revisão bibliográfica de artigos científicos publicados na base de dados do Portal Periódicos Capes, coletados por meio das palavras-chave: transtorno do espectro autista e matemática. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: artigos em língua portuguesa; publicados nos últimos 5 anos, de 2020 a 2025; e com acesso aberto.Consequentemente, os critérios de exclusão envolveram: artigos internacionais, publicados em outros idiomas, antes de 2020 e com acesso restrito. Foram excluídos artigos voltados para a Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental, e aqueles que abordavam a prática educativa no ensino de outras disciplinas.Os estudos analisados demonstram que as principais estratégias de ensino da Matemática para alunos com TEA envolvem o uso do hiperfoco para aumentar a percepção dos conteúdos abordados em sala de aula; a inserção da cultura *maker* nas atividades para melhorar a capacidade interativa e de criação dos alunos com TEA; e o uso de tecnologias digitais para ampliar as oportunidades de aprendizagem, oferecendo apoio durante a abordagem dos conteúdos matemáticos e, consequentemente, facilitando o entendimento do conteúdo.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista; Matemática; Tecnologias.

ABSTRACT

Teaching mathematical content is cited as a challenging process for most autistic students, who are unable to understand the basic and more complex concepts of the subject. In this context, the objective of this study is to understand the main strategies used by teachers to expand learning opportunities in Mathematics for students with Autism Spectrum Disorder (ASD). A bibliographic review of scientific articles published in the Capes Periodicals Portal database was carried out, using the keywords: autism spectrum disorder and mathematics. The following inclusion criteria were used: articles in Portuguese; published in the last 5 years, from 2020 to 2025;

and with open access. Consequently, the exclusion criteria involved: international articles, published in other languages, before 2020 and with restricted access. Articles aimed at Early Childhood Education and the initial years of Elementary School were excluded, as well as those that addressed educational practice in teaching other subjects. The studies analyzed demonstrate that the main strategies for teaching Mathematics to students with ASD involve the use of hyperfocus to increase perception regarding the content covered in the classroom; insertion of maker culture in activities to improve the interactive and creative capacity of students with ASD; and the use of digital technologies to expand learning opportunities, offering support during the approach to mathematical content and, consequently, facilitating the understanding of the content.

Keywords: Autism Spectrum Disorder; Mathematics; Technologies.

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA), também citado na literatura científica como Autismo, é conceituado como um quadro clínico complexo, constituído por características neurobiológicas que interferem no desenvolvimento humano, pois afeta a capacidade de comunicação, interação social e assimilação de informações. Este transtorno não possui cura; entretanto, a implementação de intervenções educacionais e terapêuticas possibilita a melhoria do desenvolvimento infantil e da qualidade de vida de indivíduos com TEA (Santos; Teixeira, 2024).

Para o diagnóstico do TEA, adotam-se duas principais diretrizes: o *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais* (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*), 5ª edição (DSM-5), da Associação Americana de Psiquiatria (APA); e a *Classificação Internacional de Doenças*, 11ª edição (CID-11), proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS). O TEA caracteriza-se por alguns critérios e pode estar associado a outros transtornos que afetam o neurodesenvolvimento, agravando os sintomas comportamentais. O DSM-5 considera ainda que indivíduos com TEA podem necessitar de apoio muito substancial, apoio substancial ou pouco apoio, dependendo dos déficits intelectuais e do nível de comprometimento da linguagem (Fernandes; Tomazelli; Girianelli, 2020).

Para os alunos com TEA, a inclusão ocorre mediante a disponibilização de professores capacitados para identificar as limitações de cada educando e desenvolver estratégias que levem em consideração a realidade vivenciada por ele, propiciando experiências e aprendizados significativos (D'Avila *et al*., 2023). De

acordo com a Lei nº 12.764, que institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista, é direito desse cidadão o acesso à educação e ao ensino profissionalizante, devendo receber, inclusive, atenção integral (Brasil, 2021).

Pessoas com TEA podem apresentar um quadro clínico heterogêneo, abrangendo dificuldades na socialização, com déficits de comunicação e interação social, além de padrões restritivos de interesses, atividades repetitivas e hiperfoco. Nesse contexto, o ensino de conteúdos matemáticos é citado como um processo desafiador para a maioria dos alunos autistas, que não conseguem compreender os conceitos básicos e mais complexos da disciplina (Silva *et al*., 2024).

Diante disso, a problemática do presente estudo busca analisar o seguinte questionamento: **“**De que modo é possível melhorar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática de alunos com TEA?”

O objetivo geral deste estudo é compreender as principais estratégias utilizadas por alguns professores para ampliar as oportunidades de aprendizagem da Matemática em alunos com TEA. Os objetivos específicos envolvem: descrever os aspectos e princípios da educação inclusiva; identificar os principais desafios da educação inclusiva para o ensino da Matemática em alunos com TEA; e enfatizar a importância da capacitação dos professores de Matemática para ampliar as oportunidades de ensino desses alunos.

2 METODOLOGIA

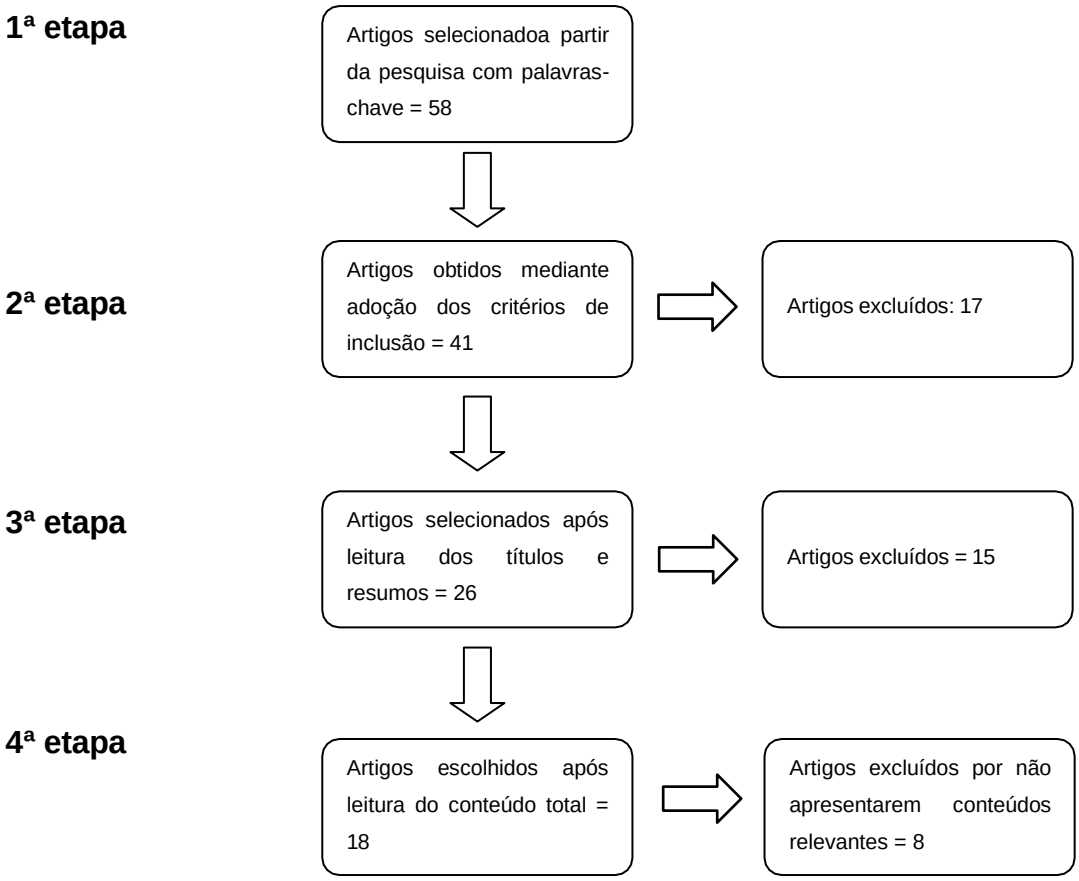
A técnica escolhida para o desenvolvimento deste trabalho foi a revisão bibliográfica de artigos científicos publicados na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa utilizando as palavras-chave *transtorno do espectro autista* e *matemática*, combinadas pelo operador booleano lógico AND, o que resultou em 58 estudos.

Posteriormente, para melhor filtragem e obtenção de referenciais mais relevantes à temática, a segunda etapa de coleta adotou os seguintes critérios de inclusão: artigos em língua portuguesa; publicados nos últimos cinco anos (2020 a 2025); e com acesso aberto. Os critérios de exclusão envolveram: artigos internacionais, publicados em outros idiomas, anteriores a 2020 e com acesso restrito. Nessa etapa, foram selecionados 41 artigos e excluídos 17.

Na terceira etapa, os artigos foram classificados quanto à relevância de seus títulos e resumos, a fim de selecionar aqueles que se enquadrassem na temática principal — o ensino da Matemática voltado para alunos autistas dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Dessa forma, foram excluídos: 7 artigos voltados para a Educação Infantil, 6 para os anos iniciais do Ensino Fundamental, 1 artigo duplicado e 1 que abordava a prática educativa no ensino de Ciências. No total, foram excluídos 15 artigos, resultando em 26 estudos para a etapa seguinte.

Na quarta etapa, os artigos foram lidos na íntegra, com o objetivo de identificar aqueles que se enquadravam no foco do estudo e apresentassem informações relevantes. Ao final, foram excluídos 8 estudos, permanecendo 18 artigos para compor o tópico de discussão (APÊNDICE A). O processo de seleção está representado na Figura 1:

Figura 1 – Fluxograma da revisão bibliográfica.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A educação inclusiva é compreendida como um processo cujo objetivo principal é garantir a todos os estudantes um ensino de qualidade em todas as etapas da educação básica. Esse processo concentra-se no reconhecimento das características e necessidades físicas e comportamentais dos alunos, com o intuito de elaborar ações pedagógicas e metodologias didáticas capazes de ampliar as oportunidades de aprendizagem e o desempenho escolar (Santos Filho; Branco, 2023).

A inclusão não se limita à presença física do estudante em sala de aula, mas, sobretudo:

> [...] diz respeito ao direito de acesso aos conhecimentos historicamente transmitidos pela humanidade, por meio de uma aprendizagem que, independentemente das diferenças e diversidades de cada sujeito, atenda às suas necessidades educacionais específicas. Tais conhecimentos devem se relacionar com a prática social dos sujeitos, de modo a promover autonomia e independência para a participação plena na vida e exercício da cidadania (Canassa; Borges, 2021, p. 2).

Direcionar o ensino da Matemática, à luz dos princípios da Educação Inclusiva, implica considerar as especificidades dos alunos autistas e com outras deficiências, priorizando decisões que fortaleçam a comunicação e a socialização no ambiente escolar. Por outro lado, esse processo exige que os educadores estejam atentos ao risco de formação de estereótipos que, em vez de favorecer, prejudicam o ensino e acarretam a exclusão dos educandos (Canassa; Borges, 2021).

O ensino da Matemática deve incentivar a resolução de situações-problema relacionadas ao cotidiano dos estudantes, cujo foco não pode se restringir apenas aos números, formas, cálculos e demais conteúdos sistemáticos. Compreender os conteúdos matemáticos significa construir conhecimentos cumulativos essenciais para a vivência real, tornando os alunos mais autônomos, críticos e reflexivos (Santos *et al*., 2023).

A literatura científica apresenta diferentes estudos que evidenciam estratégias pedagógicas relevantes utilizadas por professores no ensino da Matemática para alunos com TEA. O uso de tecnologias assistivas, como o simulador *PhET Colorado*, pode contribuir para o ensino de frações a alunos do ensino fundamental com TEA, possibilitando a elaboração de atividades flexíveis e adaptadas às dificuldades individuais. Essas ferramentas ampliam as possibilidades de tornar o ensino da

Matemática mais inclusivo e acessível para estudantes que não conseguem explorar e compreender determinados conteúdos por meio de estratégias convencionais (Silva *et al*., 2024).

O uso de tecnologias digitais também tem beneficiado o ensino da Matemática, sendo adotado para desenvolver estratégias mais flexíveis e adaptadas, como a gamificação, aplicáveis tanto a alunos típicos quanto atípicos (Müller; Menezes, 2021; Coelho Neto; Alves, 2023; Callegari *et al*., 2024). Na visão de Coelho Neto e Alves (2023, p. 389):

> [...] o ensino de Matemática por meio do uso das tecnologias digitais vem ao encontro das novas perspectivas de ensino, podendo auxiliar nos mais diversos níveis. Assim, esse encontro com os novos recursos midiáticos pode ajudar com instrumentos para alunos que possuem algum tipo de necessidade, contribuindo para novas compreensões dentro de um ambiente escolar que seja inclusivo.

A abordagem de gamificação, por meio de jogos, softwares e aplicativos educativos, pode ser adotada para melhorar a compreensão dos conteúdos matemáticos por alunos autistas que apresentam habilidades audiovisuais, promovendo, assim, o desenvolvimento de outras capacidades. O uso de cores e imagens deve ser adaptado para atender às necessidades de cada educando, respeitando os elementos e condições que os tornam mais sensíveis (Pereira; Barwaldt, 2022).

Estudos enfatizam que as estratégias pedagógicas que utilizam tecnologias no ensino da Matemática para alunos com TEA seguem, em geral, uma abordagem construtivista, promovendo o pensamento e a reflexão sobre conteúdos relevantes e favorecendo a construção de novos conhecimentos. Essas ferramentas facilitam a comunicação e a interação entre professores e alunos, incentivando a tomada de consciência dos aprendizes e, por fim, a conceitualização dos conteúdos (Müller; Menezes, 2021).

Assim, estas práticas desenvolvem:

> [...] ambientes criativos, personalizados e construtivos, que auxiliam desenvolver habilidades diferenciadas, visto que, estes sujeitos costumam responder bem a atividades elaboradas com suporte visual. Os ambientes virtuais permitem exibições visuais dinâmicas e personalizadas, que podem ser adaptadas de acordo com as especificidades e necessidades de cada educando, selecionando os níveis de dificuldade apropriados de acordo com as características individuais de cada sujeito (Müller; Menezes, 2021, p. 42).

Um estudo evidenciou que o hiperfoco — condição mental apresentada por alguns autistas, capaz de potencializar a criatividade e a produtividade — pode ser utilizado como elemento estratégico para que os professores elaborem atividades que despertem o interesse do aluno de forma saudável (Santos; Teixeira, 2024).

Outro estudo aponta que a Cultura Maker, que valoriza o aprendizado ativo e a criação prática, quando inserida no ambiente educativo, contribui para a estimulação da percepção e da curiosidade de alunos autistas no ensino da Matemática. Por meio de uma abordagem pedagógica adaptada, os professores transformam a sala de aula em um espaço mais inclusivo e enriquecedor, estimulando a criatividade, a investigação e a resolução de problemáticas relevantes associadas aos conteúdos matemáticos (Azevedo; Marçal; Vasconcelos, 2024).

Por outro lado, a inclusão de alunos autistas é desafiadora e isso se dá:

> [...] por conta das características do transtorno que tendem a influenciar os panoramas relacionados às particularidades comportamentais e aspectos ligados às habilidades cognitivas. É ainda mais difícil para esses alunos, pois o ambiente escolar, é, em geral um local com muitos ruídos, cheio de conversas, cadeiras sendo arrastadas, algo que pode parecer comum para os demais, mas que para o aluno com TEA pode ocasionar sobrecarga sensorial e desencadear crises (Santos; Oliveira, 2024, p. 8).

As barreiras interativas e sociocomunicativas próprias do indivíduo com TEA representam limitações para o processo de ensino e aprendizagem; entretanto, não devem ser consideradas veredictos fixos de impossibilidade de alcançar a aprendizagem. Cabe ressaltar que tais concepções apenas contribuem para a exclusão do aluno com TEA, impedindo que sejam aproveitadas oportunidades capazes de promover melhores interações e, consequentemente, a assimilação de conhecimentos relevantes para o desenvolvimento do aprendiz (Santos Filho; Branco, 2023).

As barreiras atitudinais estabelecidas pelos próprios docentes dificultam o desenvolvimento de estratégias pedagógicas eficientes, pois geram estigmas que precisam ser superados. Muitas vezes, alunos com TEA são percebidos pelos professores como indivíduos incapazes de aprender, percepção esta que decorre, em grande parte, da falta de conhecimento sobre o transtorno e sobre as possibilidades de promover aprendizagens significativas para o seu desenvolvimento (Santos Filho; Branco, 2023).

Cabe citar que:

> O TEA pode resultar em não desenvolvimento da fala e dificuldade na comunicação quanto à emissão e/ou compreensão, demandando, dentre outras adaptações, objetividade no que lhes é comunicado, o que justifica o estudo de práticas avaliativas e estruturação de feedbacks orais e demais feedbacks em prol da aprendizagem e inclusão desse público. Deve-se atentar, ainda, às demais possíveis resultantes da tríade, tais como apego à rotina, tendência a isolar-se, dentre outros, que não são, necessariamente, características obrigatórias do diagnóstico, mas que podem ser parte da singularidade de cada sujeito (Cruz; Moreira, 2022, p. 113).

Considerando esse cenário, estudos recentes continuam a ressaltar que a falta de formação adequada é um dos principais desafios da educação inclusiva de alunos com TEA, especialmente no ensino da Matemática, reconhecida como uma disciplina de difícil compreensão e que exige elevado nível de concentração (Alezandre; Victer, 2023; Obnesorge *et al*., 2024). Santos (2024a, p. 12) afirma que a "escassez de informação dos professores e gestores educacionais sobre o TEA e, consequentemente, das necessidades educacionais específicas dos estudantes autistas dificulta o processo de inclusão nas aulas de matemática".

Um estudo evidencia que poucos professores estão preparados para atuar no Atendimento Educacional Especializado (AEE), modalidade prevista na legislação brasileira e nas políticas públicas, direcionada à prática da Educação Inclusiva. Essa modalidade se apoia no uso da Sala de Recursos Multifuncionais (SRM) para facilitar o trabalho com os conteúdos curriculares, a partir de recursos e ferramentas pedagógicas que respeitem as características de alunos com deficiência e TEA (Santos Filho; Branco, 2023). As ações colaborativas entre professores que atuam na sala regular e na SRM são fundamentais para assegurar a educação inclusiva de alunos com TEA (Santos, 2024b).

Para D'Ávila *et al*. (2023, p. 126), "a formação inicial de professores de matemática é carente de um aprofundamento na área da inclusão, o que acarreta professores com pouco conhecimento para lidarem com tal problemática". Os autores destacam que, normalmente, a capacitação permanente não é oferecida no próprio ambiente escolar, sendo necessário que os docentes busquem formação em outros espaços, com foco no conhecimento sobre transtornos do neurodesenvolvimento e outras síndromes que demandam estratégias educativas mais flexíveis e personalizadas.

Diante dos desafios apontados, evidencia-se a necessidade de que os professores se mantenham comprometidos e engajados em processos formativos

continuados, direcionados ao ensino de alunos autistas, a fim de elaborar estratégias pedagógicas mais eficientes e inclusivas. A formação continuada dos professores de Matemática torna-se essencial para prepará-los na identificação das peculiaridades e limitações de cada aluno, aspectos fundamentais para o desenvolvimento cognitivo e escolar desses aprendizes (Obnesorge *et al*., 2024).

Segundo Ferreira, Cargnin e Frizzarini (2020, p. 303), cabe ao professor efetuar a leitura corporal e das reações dos autistas, sendo possível “qualquer desconforto que são causados devido às suas dificuldades, principalmente em relação às frases que são compreendidas no sentido literal, ou seja, atentar-se aos mínimos detalhes torna-se pertinente”. Ao identificar métodos e técnicas que possam facilitar o aprendizado dos alunos, os professores fortalecem a relação com eles, tornando o ambiente escolar mais agradável e propício ao desenvolvimento (Alezandre; Victer, 2023).

Decisões como a forma de oferecer feedback a alunos autistas precisam ser adotadas com atenção pelos professores, a fim de evitar a promoção de um ambiente de exclusão, o que teria efeito contrário à inclusão. A avaliação da aprendizagem deve permanecer embasada na superação de desafios e paradigmas, no combate ao preconceito e no fortalecimento de um ambiente produtivo para todos os estudantes, sejam eles neurotípicos ou atípicos (Cruz; Moreira, 2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do presente estudo, constatou-se que a educação inclusiva visa oferecer a todos os estudantes um ensino de qualidade, respeitando suas características e limitações. Para alunos com TEA, o ensino inclusivo da Matemática envolve a identificação de suas peculiaridades e dificuldades, de modo a permitir que os professores elaborem estratégias pedagógicas mais flexíveis e adaptadas a cada aprendiz.

Os estudos analisados demonstram que as principais estratégias de ensino da Matemática para alunos com TEA incluem: o uso do hiperfoco para ampliar a percepção sobre os conteúdos abordados em sala de aula; a inserção da Cultura Maker nas atividades, a fim de potencializar a capacidade interativa e criativa dos estudantes; e a utilização de tecnologias digitais para ampliar as oportunidades de

aprendizagem, oferecendo suporte durante a abordagem dos conteúdos matemáticos e, consequentemente, facilitando sua compreensão.

Por outro lado, foram identificados desafios significativos nesse processo, entre eles: as barreiras interativas e sociocomunicativas próprias dos alunos com TEA; barreiras atitudinais mantidas por alguns professores, que favorecem a construção de estereótipos inadequados; e a falta de capacitação dos profissionais da educação para lidar com esses estudantes.

A pesquisa também evidencia que não basta dispor do melhor software, hardware ou conexão à internet, mas sim contar com um professor que possua conhecimento e desenvolva afetividade pela turma que conduz, reconhecendo que cada aluno com TEA aprende de maneira distinta. Isso exige do docente um olhar atento e significativo para as necessidades individuais. Nessa perspectiva, a formação continuada do professor deve ser compreendida como uma política pública essencial, valorizando o conhecimento e o aperfeiçoamento profissional ao longo da carreira.

Diante desses desafios, enfatiza-se a importância da formação continuada dos professores, a fim de proporcionar maior conhecimento sobre o TEA e suas características, tornando-os mais preparados para desenvolver estratégias educativas eficientes, capazes de facilitar o aprendizado e promover o desenvolvimento integral desses alunos.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, P. A.; VICTER, E. F. Autismo no âmbito da formação de professores de matemática e o relacionamento em sala de aula. **Revista Caminhos da Educação:** diálogos, culturas e diversidades, v. 5, n. 2, p. 1-14, 2023.

AZEVEDO, P. C. V.; MARÇAL, E.; VASCONCELOS, F. H. L. Integração da cultura maker nas aulas de matemática para alunos com transtorno do espectro autista (TEA): uma revisão sistemática da literatura. **Revista Educar Mais**, v. 8, p. 23-37, 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, **Presidência da República**, 2012. **Disponível em:** https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm. **Acesso em:** 12 fev. 2025.

CALLEGARI, M. J.; TONELLI, E.; BARBOSA, G. C.; AMORIM, F. V. L.; SANTOS, S. S. Tecnologias digitais nos processos de ensino e de aprendizagem para estudantes com transtorno do espectro autista (TEA): uma revisão sistemática da literatura. **Revista @mbienteeducação**, v. 17, n. 00, p. 1-25, 2024.

CANASSA, V.; BORGES, F. A. Concepções do Transtorno do Espectro Autista - TEA: uma análise de trabalhos acadêmicos na perspectiva do ensino e da aprendizagem de Matemática. **REnCiMa**, São Paulo, v.12, n.6, p. 1-21,2021.

COELHO NETO, J.; ALVES, A. G. Do ensino de matemática à educação inclusiva: um olhar nas tecnologias digitais para alunos com transtorno do espectro autista. **ReviSeM**, Edição Temática, n. 2, p. 384-399, 2023.

CRUZ, F. C.; MOREIRA, G. E. Revisão sistemática sobre feedback da avaliação de matemática para estudantes com transtorno do espectro autista de 2012-2021. **Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 112-127, 2022.

D'ÁVILA, B. G.; SILVEIRA, C.; SOUZA, T. G. R.; AGUIAR, R. Percepções de professores de matemática do ensino regular quanto à formação na área de educação inclusiva.**ReviSeM**, Edição Temática, n. 2, p. 123-140, 2023.

FERNANDES, C. S.; TOMAZELLI, J.; GIRIANELLI, V. R. Diagnóstico de autismo no século XXI: evolução dos domínios nas categorizações nosológicas. **Psicologia USP**, v. 31, p. 1-10, 2020.

FERREIRA, G. C. C.; CARGNIN, C.; FRIZZARINI, S. T. O estudante com TEA e a aula de matemática: interações entre leitura científica e a prática docente. **RPEM**, Campo Mourão, v. 9, n. 18, p. 288-306, 2020.

MÜLLER, M. G.; MENEZES, C. S. Tecnologias Educacionais acessíveis para apoiar o Ensino de Matemática: Uma Revisão Sistemática de Literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 19, n. 2, p. 41-50, 2021.

OBNESORG, J. M. S.; MELO JUNIOR, M. F.; ZARPELLON, C. S.; SILVA, E. A.; SILVA, W. F.; SILVA, C. M.; SILVA, A. V. O uso de tecnologias assistivas para promover a inclusão de alunos com TEA na aprendizagem matemática: estratégias e desafios. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 9, p. 1-22, 2024.

PEREIRA, L. M.; BARWALDT, R. Gamificação como estratégia pedagógica para potencializar habilidadesmatemáticas para estudantes com Autismo: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 20, n. 1, p. 81-90, 2022.

SANTOS, A. L. Os desafios da educação matemática para incluir os estudantes com transtorno do espectro autista. **Revista Foco**, v. 17, n. 7, p. 1-14, 2024a.

SANTOS, A. L. Um panorama das ações pedagógicas adotadas por professores que ensinam matemática para estudantes com transtorno do espectro autista. **Revista Contribuciones a LasCiencias Sociales**, São José dos Pinhais, v.17, n.7, p. 01-11, 2024b.

SANTOS FILHO, J. A.; BRANCO, P. C. C. Transtorno do espectro autista e educação inclusiva: revisão integrativa de literatura. **Perspectivas em Diálogo**, Naviraí, v. 10, n. 25, p. 321-337,2023.

SANTOS, F. N. Z.; TEIXEIRA, M. E. N. Acessibilidade na educação: utilizando o hiperfoco como ferramenta no aprendizado matemático por meio de atividades adaptadas. **Educação Matemática em Revista**, v. 29, n. 1-8, 2024.

SANTOS, M. A.; OLIVEIRA, S. R. O desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem da disciplina de matemática para alunos com transtorno do espectro autista: uma revisão integrativa. **Revista Foco**, v. 17, n. 4, p. 1-20, 2024.

SANTOS, V. C. V. C.; SANTOS, T. P.; PACHECO, J. S.; BRANDÃO, T. P. S.; SOUZA, A. C. F. O transtorno do espectro autista (TEA) e o uso dos jogos como ferramenta eficaz no ensino aprendizagem de matemática: reflexões teóricas. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 10, p. 16697-16712, 2023.

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**, v. 6, n. 2, p. 1-15, 2024.

CAPÍTULO III – ARTIGO 2 – TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO ENSINO DE MATEMÁTICA: WORDWALL E PHET COLORADO COMO ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS NO ENSINO BÁSICO

O terceiro capítulo refere-se ao segundo artigo, cuja finalidade é compreender os benefícios proporcionados pelo uso das ferramentas tecnológicas Wordwall e PhET Colorado no ensino da Matemática na Educação Básica.

RESUMO

A Matemática é reconhecida como uma disciplina composta por conteúdos complexos e de difícil compreensão, sendo favorecida pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que contribuem para a aquisição de habilidades essenciais e para o desenvolvimento de um senso crítico e reflexivo mais apurado pelos alunos.Nesse contexto, o objetivo deste estudo é compreender os benefícios proporcionados pelo uso das ferramentas tecnológicas Wordwall e PhET Colorado no ensino da Matemática na Educação Básica. A metodologia adotada foi uma revisão bibliográfica de artigos científicos disponíveis na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES. Os critérios de inclusão foram: artigos em língua portuguesa; publicados nos últimos cinco anos (2020 a 2025); e com acesso aberto.A análise dos estudos demonstrou que as plataformas PhET Colorado e Wordwall atuam na apresentação de conteúdos interativos e dinâmicos, possibilitando a experimentação de fenômenos matemáticos por meio de simulações e atividades que exigem do aluno uma postura ativa no processo de aprendizagem. Com isso, o estudante desenvolve maior capacidade crítica e reflexiva para encontrar soluções para as problemáticas investigadas e, consequentemente, constrói o conhecimento de forma mais significativa.

Palavras-chave: Matemática. PhET Colorado. Wordwall.

ABSTRACT

Mathematics is recognized as a discipline composed of complex and difficult-to-understand content, which benefits from the use of Information and Communication Technologies (ICTs) that contribute to the acquisition of essential skills and to the development of a sharper critical and reflective sense by students. In this context, the objective of this study is to understand the benefits provided by the use of the technological tools Wordwall and PhET Colorado in the teaching of Mathematics in Basic Education. The methodology adopted was a bibliographic review of scientific articles available in the CAPES Periodicals Portal database. The inclusion criteria were: articles in Portuguese, published in the last five years (2020 to 2025), and with open access. The analysis of the studies showed that the PhET Colorado and Wordwall platforms act in the presentation of interactive and dynamic content, enabling the experimentation of mathematical phenomena through simulations and activities that require students to take an active role in the learning process. As a

result, students develop greater critical and reflective capacity to find solutions to the problems investigated and, consequently, construct knowledge more meaningfully.

Keywords: Mathematics. PhET Colorado. Wordwall.

1 INTRODUÇÃO

A inserção de ferramentas tecnológicas e digitais tem sido amplamente relatada na literatura científica em função de seus benefícios para a promoção do aprendizado, visto que ampliam as oportunidades de compreensão dos conteúdos trabalhados em sala de aula. Nesse sentido, os professores, ao desenvolverem estratégias didáticas para facilitar a abordagem pedagógica, devem estar capacitados para escolher, adaptar e monitorar o uso dessas ferramentas, assegurando que os conteúdos sejam devidamente contextualizados com a realidade dos alunos e com o currículo escolar previsto para cada etapa da Educação Básica (Moura; Lavor, 2021; Brito; Almeida, 2022; Almeida; Espíndola, 2023).

O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) é recomendado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como forma de tornar o processo de aprendizagem mais prazeroso e significativo, garantindo que os alunos participem de debates produtivos e encontrem respostas adequadas para as problemáticas analisadas no ensino de diferentes disciplinas, com destaque para a Matemática. Cabe ressaltar que uma das competências gerais da Educação Básica, definidas pela BNCC, refere-se à necessidade de inserir essas ferramentas para atender às demandas educativas e promover a construção do conhecimento, transformando o aluno em protagonista de sua própria trajetória (Brasil, 2017).

A Matemática é reconhecida como uma disciplina composta por conteúdos complexos e de difícil compreensão, sendo favorecida pelo uso das TICs, que contribuem para a aquisição de habilidades essenciais e para o desenvolvimento de um senso crítico e reflexivo mais apurado pelos alunos (Igreja; Camargos, 2022).

Nesse contexto, o problema investigado no presente estudo concentra-se no seguinte questionamento: quais as principais contribuições proporcionadas pelo uso das ferramentas tecnológicas Wordwall e PhET Colorado no ensino da Matemática na Educação Básica?

O objetivo geral deste estudo é compreender os benefícios proporcionados pelo uso das ferramentas tecnológicas Wordwall e PhET Colorado no ensino da Matemática na Educação Básica. Os objetivos específicos envolvem apresentar as principais características das ferramentas Wordwall e PhET Colorado e identificar conteúdos que podem ser abordados a partir do uso dessas ferramentas.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste artigo foi uma revisão bibliográfica de artigos científicos disponibilizados na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES.

A coleta inicial foi realizada mediante o uso do operador booleano “AND” em dois processos distintos: primeiramente, a pesquisa com as palavras-chave *“matemática”* e *“PhET”*, que resultou em 50 artigos; em seguida, a pesquisa com as palavras-chave *“matemática”* e *“Wordwall”*, que gerou 19 artigos. Ao final dessa etapa, foram reunidos 69 estudos para filtragem na fase seguinte.

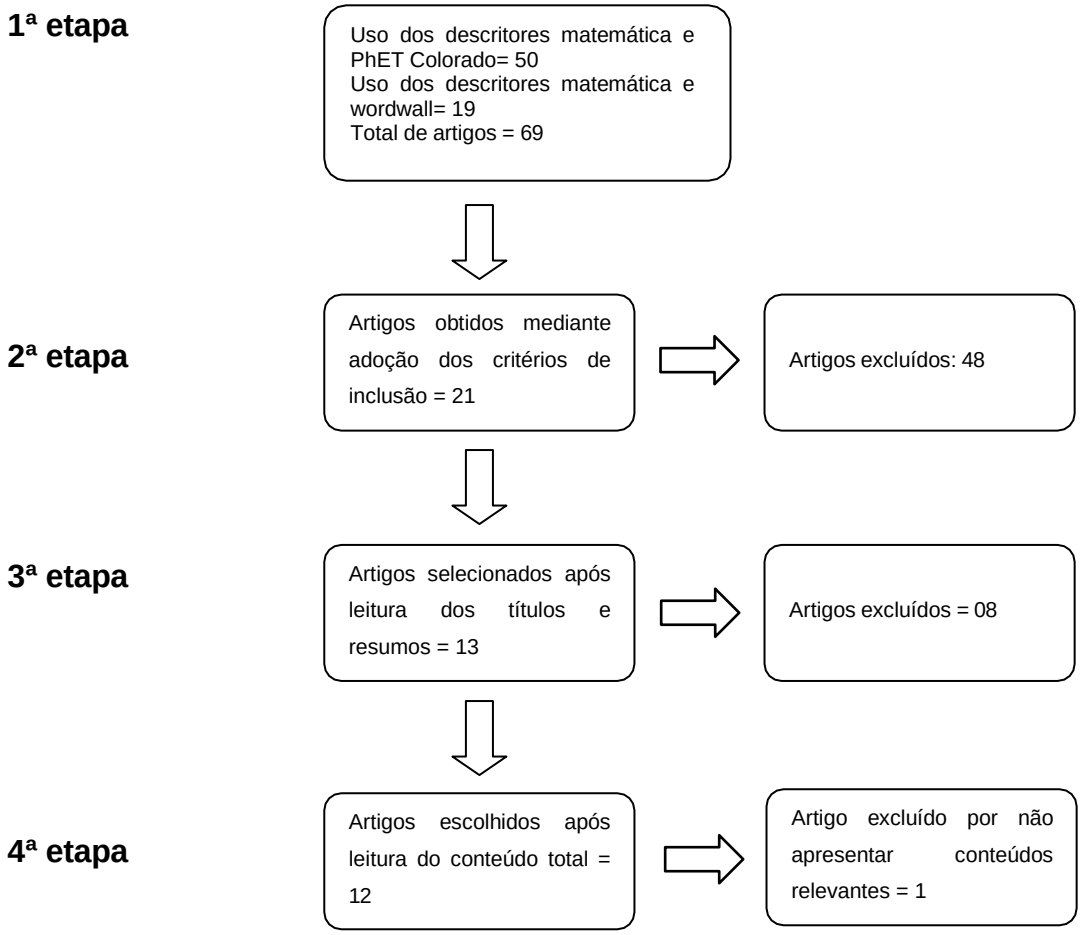
Na segunda etapa, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: artigos em língua portuguesa; publicados nos últimos cinco anos (2020 a 2025); e com acesso aberto. Os critérios de exclusão compreenderam: artigos internacionais, publicados em outros idiomas, anteriores a 2020 e com acesso restrito. Após essa filtragem, permaneceram 21 artigos e foram excluídos 48.

A terceira etapa consistiu na leitura dos títulos e resumos, a fim de selecionar estudos que abordassem o uso das ferramentas PhET Colorado e Wordwall no ensino da Matemática voltado para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Nessa fase, foram incluídos 13 artigos e excluídos: 2 voltados para os anos iniciais do Ensino Fundamental; 2 direcionados ao ensino de outras disciplinas; 1 com foco no ensino superior; 1 editorial; e 1 cujo foco era a formação inicial de professores — totalizando 8 exclusões.

A quarta etapa envolveu a leitura integral dos artigos selecionados, visando identificar aqueles que apresentassem informações relevantes para o estudo. Ao final, foi excluído apenas 1 artigo, resultando em 12 estudos categorizados para compor o tópico de discussão (APÊNDICE B).

O processo de seleção está ilustrado na Figura 1:

Figura 1 – Fluxograma da revisão bibliográfica.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os fenômenos matemáticos fazem parte da rotina pessoal e escolar dos alunos, abrangendo diversas situações do cotidiano, sendo seu aprendizado de fundamental importância para o desenvolvimento integral. O uso de metodologias ativas, como jogos educativos e Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), é relatado na literatura como uma estratégia relevante no contexto da sala de aula, permitindo a construção de um ambiente de aprendizagem interativo e dinâmico (Sousa; Azevedo; Alves, 2023).

Criado em 2002 pela Universidade do Colorado, o simulador *PhysicsEducational Technology* (PhET Colorado) disponibiliza atividades voltadas para o aprendizado de disciplinas como Ciências Naturais, Física, Química e Matemática. Trata-se de uma plataforma gratuita amplamente utilizada por professores em aulas expositivas, cuja principal finalidade é facilitar a compreensão

dos conteúdos por meio de simulações interativas, permitindo o entendimento tanto dos fundamentos teóricos quanto dos práticos (Igreja; Camargos, 2022).

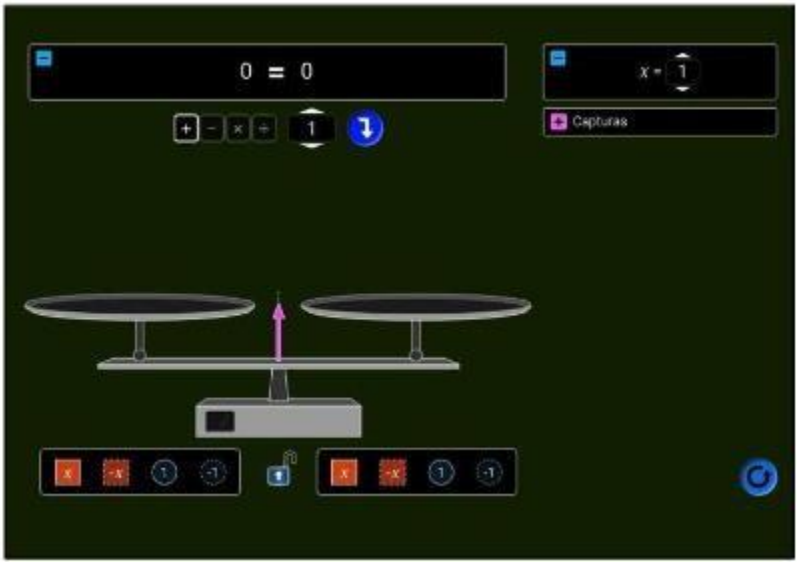
Segundo Silva *et al*. (2023), o simulador PhET é empregado em abordagens educativas inovadoras para aumentar o dinamismo das aulas, possibilitando a inserção de jogos e práticas interativas capazes de ampliar a participação dos estudantes. Cita-se que:

> [...] a utilização do jogo é essencial para todos os alunos, pois possibilita maiores entendimentos, contribuindo assim com a aprendizagem e melhorando o desenvolvimento de cada indivíduo. Logo, a compreensão de conceitos geométricos é considerada de mediana dificuldade, por isso, a utilização do lúdico é relevante, pois permite uma visualização e assimilação direta do discente com a temática estudada, fazendo com que eles sejam capazes de observar detalhadamente aspectos de suma relevância para o possível domínio do conteúdo (Silva *et al*., 2023, p. 7).

Igreja e Camargos (2022) relataram que, por meio do simulador, é possível ensinar a associação de frações a partir da realização de uma pequena gincana entre estudantes do Ensino Fundamental. Nessa estratégia, o professor apresenta o conteúdo e os conceitos básicos, seguido da implementação das simulações disponibilizadas pela plataforma, elaborando desafios e problemáticas que devem ser resolvidos. Por se tratar de uma metodologia ativa, o uso dessa ferramenta assegura ao aluno o papel de protagonista, fortalecendo seu pensamento reflexivo sobre as problemáticas investigadas.

De acordo com Santos e Paulino (2023), a plataforma PhET possibilita o aprofundamento do conhecimento obtido previamente em aulas teóricas, como aquelas que exploram as igualdades. As aulas expositivas, com o auxílio de ferramentas tecnológicas como o simulador PhET, permitem realizar comparações de igualdades numéricas e de medidas. A Figura 2 ilustra uma simulação com uma balança, representando situações do cotidiano.

Figura 2 – Explorador de igualdades no simulador PhET.



Fonte: Santos e Paulino (2023,p.10)

O estudo de Almeida *et al*. (2021) analisou as possibilidades do ensino de Matemática a partir do “Explorador de Igualdade”, uma simulação do PhET Colorado voltada para alunos do Ensino Fundamental. Os autores relataram que as atividades propostas nas simulações atenderam a quatro unidades temáticas de Álgebra previstas na BNCC, beneficiando tanto a abordagem dos conteúdos pelos professores quanto a assimilação pelos alunos.

Almeida e Espíndola (2023) também utilizaram o Explorador de Igualdade no ensino da Matemática, comprovando que existem diferentes possibilidades e simulações aplicáveis ao mesmo segmento. Santos e Paulino (2023, p. 19) enfatizam que, por meio das simulações do PhET, são “explorados recursos visuais, situações-problema, questões objetivas e subjetivas, sendo possível contribuir para um ensino-aprendizagem mais dinâmico e proveitoso da matemática”.

Araújo e Borges Neto (2022) destacaram a atividade denominada “Construtor de Funções”, oferecida pela plataforma PhET e voltada para o 9º ano do Ensino Fundamental, que facilita a manipulação das funções de modo lúdico, utilizando diferentes imagens com esquemas de tubos. Com isso, o aluno pode alterar as imagens, bem como realizar modificações numéricas e nas incógnitas.

O estudo das áreas de figuras planas também é realizado por meio das simulações propostas pelo PhET Colorado, garantindo “facilidade maior de visualização dos desenhos por parte dos alunos, já que nela se pode trabalhar de

forma simples com desenhos e outros recursos que facilitam o trabalho com formas e medidas" (Alves; Menezes, 2023, p. 12). Os mesmos autores relataram que o "Construtor de Área" foi uma das simulações preferidas pelos alunos para o estudo de áreas e perímetros, sendo de fácil operação e elevado dinamismo.

O ensino da função quadrática no Ensino Médio, por meio das simulações disponibilizadas pelo PhET Colorado, foi analisado por Vieira, Alvez e Catarino (2021), que demonstraram a relevância do uso dessas atividades para melhorar a exposição e o debate dos fenômenos matemáticos associados. As simulações possibilitaram que os alunos compreendessem mais profundamente o comportamento dos coeficientes da função quadrática, fornecendo conhecimentos prévios que poderão se tornar cada vez mais significativos com a inserção dos educandos em ambientes escolares mais produtivos.

Silva *et al*. (2024, p. 02) afirmam que "o PhET oferece a possibilidade de personalizar as simulações conforme as habilidades e preferências individuais dos alunos, criando um ambiente de aprendizagem inclusivo e adaptado". Seu uso beneficia o ensino de frações, um conteúdo que normalmente apresenta dificuldades em níveis mais avançados, exigindo que o professor adote metodologias diferenciadas para melhorar a atenção dos estudantes ao conteúdo trabalhado.

De acordo com Moura e Lavor (2021), as etapas da Sequência de Ensino Investigativo (SEI) com apoio de ferramentas tecnológicas como o simulador PhET Colorado devem ser iniciadas pela apresentação e exposição do conteúdo, garantindo a contextualização e explanação dos fenômenos que serão analisados. Posteriormente, apresenta-se a fundamentação teórica associada às simulações que serão implementadas durante as aulas. A experimentação prática, apoiada nesse entendimento, busca fornecer aos alunos diferentes oportunidades de simulação de fenômenos que não poderiam ser realizadas sem o auxílio de um ambiente virtual. Por fim, os professores devem avaliar o conhecimento adquirido por meio de debates ou exercícios, fortalecendo o aprendizado obtido.

Moura e Lavor (2021) apresentaram uma SEI para o ensino interdisciplinar dos conteúdos matemáticos Lei dos Senos e Lei dos Cossenos, relacionando-os ao ensino de vetores no campo da Física. Os alunos demonstraram satisfação com essa estratégia interdisciplinar, mantendo-se motivados em função das análises interativas permitidas pelas simulações. Conforme descreveram, "a interdisciplinaridade entre matemática e física se torna mais favorecida,

principalmente, quando se utiliza o simulador PhET, como um importante recurso didático-metodológico e como instrumento de interação durante uma aula” (Moura; Lavor, 2021, p. 12).

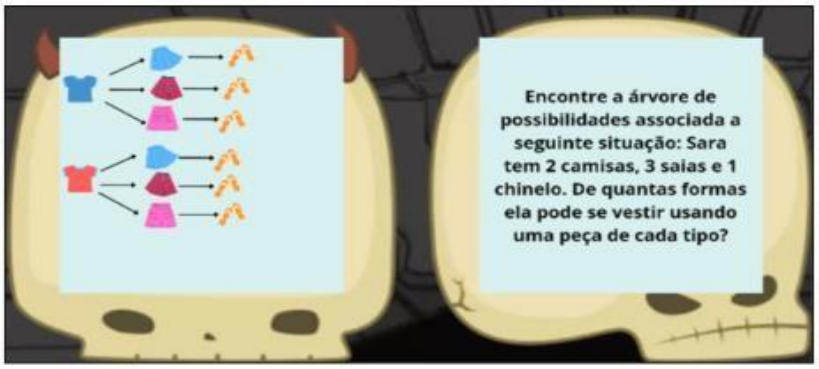
Outra ferramenta tecnológica indicada para o uso no ensino da Matemática é a plataforma online Wordwall, que auxilia os professores no desenvolvimento de atividades personalizadas e simples, permitindo que escolham objetos matemáticos e elaborem perguntas relacionadas aos fenômenos analisados (Sousa; Azevedo; Alves, 2023). Cita-se que:

> As características da gamificação presentes no Wordwallsão: a possibilidade de controle do tempo, objetivos e regras simples, motivação, engajamento, diversão, inclusão dos acertos e erros do aluno ao final da rodada, configurando-se em um feedback imediato, ranking dos participantes e possibilidade de recompensas, a critério do planejamento docente ao elaborar uma aula utilizando este recurso (Sousa; Azevedo; Alves, 2023, p. 58-59).

Brito e Almeida (2022) demonstraram que o uso da ferramenta Wordwall, aplicada por meio da metodologia ativa de gamificação em sala de aula, oferece caminhos alternativos para que alunos do 3º ano do Ensino Médio aprendam conteúdos como Análise Combinatória. Os autores destacam que o Wordwall é uma plataforma com elevado potencial interativo para o aprendizado de objetos matemáticos, ampliando a percepção dos estudantes e aprimorando suas ações cognitivas.

A Figura 3 ilustra uma atividade desenvolvida nessa plataforma, com foco no entendimento dos pares correspondentes:

Figura 3 – Plataforma Wordwall: pares correspondentes.



Fonte: Brito e Almeida (2022, p. 13).

O uso da plataforma Wordwall não contribui apenas para o aprendizado sistemático do fenômeno, mas também traz benefícios importantes ao motivar os alunos a assumirem um papel ativo durante a resolução das problemáticas. Cita-se ainda que “os feedbacks instantâneos, as premiações e bonificações são outras características próprias da Gamificação que agregam ainda mais na construção de uma sala de aula ativa” (Brito; Almeida, 2022).

Moura e Lavor (2021) complementam essa questão afirmando que:

> O uso de recursos tecnológicos contribui para modificar a metodologia de ensino e aprendizagem fazendo com que os assuntos trabalhados nas disciplinas tenham mais sentido, em particular, nas aulas de Matemática, uma das mais temidas pelos estudantes. O uso de tais recursos possibilita o desenvolvimento do conhecimento de maneira divertida e interativa, contribuindo assim para a motivação dos estudantes, pois, disponibilizar atividades atrativas, constitui-se como um instrumento eficaz à aprendizagem e à resolução de problemas, por meio da interação com o saber (Moura; Lavor, 2021, p. 3).

Sousa, Azevedo e Alves (2023) comprovaram que a plataforma Wordwall é composta por diferentes tipos de interações matemáticas que atendem aos componentes curriculares e podem ser aplicadas em sala de aula, desde que haja um planejamento adequado e contextualizado por parte dos docentes. Os autores destacam que as possibilidades para trabalhar conteúdos como Trigonometria, funções e Análise Combinatória são amplas e incentivam a colaboração e a participação dos estudantes, tornando as aulas mais dinâmicas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O simulador PhET Colorado e a plataforma Wordwall são recursos virtuais utilizados por professores de Matemática para aplicar metodologias ativas durante as aulas, facilitando a assimilação de diferentes fenômenos. As atividades podem ser personalizadas para atender ao conteúdo curricular e, no caso de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), essa personalização pode favorecer a aprendizagem e o ensino por meio do aproveitamento do hiperfoco, contribuindo para uma melhor compreensão dos conteúdos matemáticos. Cabe ao professor apresentar inicialmente os fundamentos teóricos associados e realizar a devida contextualização com a prática.

Os conteúdos abordados com o auxílio dessas ferramentas, conforme os estudos analisados, incluem: igualdades e medidas; figuras planas; funções; trigonometria; Lei dos Senos e Lei dos Cossenos; e Análise Combinatória.

Verificou-se ainda que o PhET Colorado e o Wordwall atuam na apresentação de conteúdos interativos e dinâmicos, possibilitando a experimentação de fenômenos matemáticos por meio de simulações e atividades que exigem do aluno uma postura ativa no processo de aprendizagem. Dessa forma, o estudante desenvolve maior capacidade crítica e reflexiva para encontrar soluções para as problemáticas investigadas e, consequentemente, constrói o conhecimento de forma mais significativa.

A busca constante por conhecimento por parte do professor é fundamental para potencializar o uso dessas plataformas, facilitando a mediação entre o aluno e o conhecimento matemático. Este estudo evidencia que o aperfeiçoamento docente é essencial, pois favorece o engajamento dos estudantes e proporciona um olhar mais significativo sobre o que é aprendido em sala de aula.

A realização de novas pesquisas sobre o uso de ferramentas tecnológicas no ensino da Matemática é essencial para atender às constantes demandas curriculares da Educação Básica. Conclui-se que tais estudos são importantes para atualizar o conhecimento apresentado neste trabalho e oferecer perspectivas relevantes para a melhor capacitação profissional dos professores dessa disciplina.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. S.; ESPÍNDOLA, E. B. M. A teoria antropológica do didático como proposta metodológica para analisar recursos digitais. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 13, n. 4, p. 1-17, 2023.

ALMEIDA, M. S.; OLIVEIRA, M. E. N.; ESPÍNDOLA, E. B. M. Explorador básico de igualdade da plataformadigitalPhET: uma análise acerca das potencialidades didáticasà luz da BNCC e do currículo de Pernambuco. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**,v. 8, n. 23, p. 829-845, 2021.

ALVES, M. A. K.; MENEZES, D. B. Olimpíada brasileira de matemática das escolas públicas (OBMEP): proposta metodológica para professores de matemática. **Revista Baiana de Educação Matemática**,v.4,p. 01-21, 2023.

ARAÚJO, C. H. D.; BORGES NETO, H. Trilha didática para o ensino de matemática:uma proposta realizada em contexto de ensino remoto no munícipio de Canindé, CE. **Redoc**, v. 6, n. 3, p. 180-201, 2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf Acesso em: 25 de mar. 2025

BRITO, C. E.; ALMEIDA, L. M. A utilização da gamificação na aprendizagem de análise combinatória: possibilidades atreladas ao uso do H5P e do wordwall. **Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática**,v. 6, n. 1, p. 1-25, 2022.

IGREJA, C. L. V. S.; CAMARGOS, H. S. O uso do simulador PhET para o ensino da Matemática. **Revista Desafios**, v. 9, p. 4-11, 2022.

MOURA, P. S.; LAVOR, O. P. Uso de objetos de aprendizagem no ensino da Lei dos Senos e da Lei dos Cossenos. **Educação Matemática Debate**, v. 5, n. 11, p. 1-15, 2021.

SANTOS, L. M. M.; PAULINO, O. F. Investigando o ensino de números inteiros por meio da sequência de ensino investigativa (SEI). **Revista REAMEC**, v. 11, n. 1, p. 1-24, 2023.

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**, v. 6, n. 2, p. 1-15, 2024.

SILVA, E. J.; MOURA, P. S.; ARAÚJO, A. B.; LEITE, G. C. Cálculo da área de figuras planas com a utilização da plataforma PhET. **Revista REAMEC**, v. 11, n. 1, p. 1-24, 2023.

SOUSA, R. T.; AZEVEDO, I. F.; ALVES, F. R. V. A gamificação com a plataforma wordwall como estratégia de aprendizagem para o ensino de Matemática. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de lasCiencia**, v. 18, n. 1, p. 53-66, 2023.

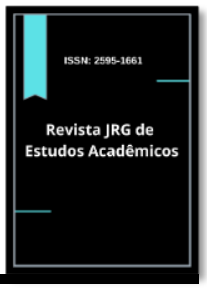
VIEIRA, R. P. M.; ALVES, F. R. V.; CATARINO, P. M. M. C. O ensino da função quadrática por meio do PhETColorado e da Engenharia Didática. **Revista de Educação Matemática**, v. 18, p. 1-19, 2021.

CAPÍTULO IV – ARTIGO 3 – O USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS E MIDIÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE TRÊS VERTENTES: REALIDADE AUMENTADA (RA), REALIDADE VIRTUAL (RV) E DA MÍDIA SOCIAL TIK TOK

Publicado na revista: Revista JRG de EstudosAcadêmicos

DOI: https://doi.org/10.55892/jrg.v8i18.2261

ISSN:
RevistaJRGdeEstudosAcadêmicos,Ano8,Vol.VIII,n.18,jan.-jun., 2025



O uso de ferramentas tecnológicas e midiáticas no ensino de Química a partir de três vertentes: Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e da Mídia Social Tik Tok

The use of technological and media tools in Chemistry education from three perspectives: Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), and the Tiktok Social Media

DOI:10.55892/jrg.v8i18.2261
ARK:57118/JRG.v8i18.2261

Evandro Henrique de Carvalho[1]https://orcid.org/0009-0002-1130-6075 http://lattes.cnpq.br/8673823895266544
UniversidadedeMogidasCruzes,SP,BrasilE-mail:ehc4p@hotmail.com

Tatiana Ribeiro de Campos Mello[2]https://orcid.org/0000-0003-4966-3633 http://lattes.cnpq.br/3863694439137431
UniversidadedeMogidasCruzes,SP,BrasilE-mail:tatianar@umc.br
Silvia Cristina Martini[3]https://orcid.org/0000-0003-3442-9932 http://lattes.cnpq.br/1239530829485063
UniversidadedeMogidasCruzes,SP,Brasil
E-mail:silviac@umc.br

RESUMO

Este artigo apresenta resultados preliminares de uma pesquisa que investiga a implementação de ferramentas tecnológicas e mídias sociais no ensino de Química, com foco em Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e na plataforma de mídia social TikTok. A proposta visa explorar inovações pedagógicas, proporcionando uma abordagem dinâmica e interativa para a compreensão dos conceitos químicos.A vertente das redes sociais é direcionada para o TikTok, reconhecido por seu formato de vídeos curtos e apelo entre os jovens. A utilização dessa mídia social busca fomentar a interação entre professores e alunos, estimulando o interesse pela Química por meio de conteúdo visual atrativo e do compartilhamento de informações.A RA e a RV são abordadas como tecnologias que ampliam as possibilidades de representação visual, permitindo a sobreposição de objetos virtuais ao ambiente real (RA) e a imersão em ambientes simulados (RV). A análise preliminar destaca o potencial dessas ferramentas para proporcionar experiências mais tangíveis e envolventes no aprendizado da Química.Embora os resultados apresentados sejam ainda preliminares, observa-se uma tendência promissora quanto à motivação dos estudantes, incentivando a participação ativa, a criatividade e a compreensão aprofundada dos fenômenos químicos. Este estudo sublinha a importância de os

educadores adaptarem suas práticas ao cenário tecnológico em constante evolução, visando aprimorar significativamente o processo de ensino e aprendizagem de Química.

Palavras-chave: Química. Realidade Aumentada. Realidade Virtual. TikTok.

ABSTRACT

This article presents preliminary results of a research that investigates the implementation of technological tools and social media in Chemistry teaching, focusing on Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), and the TikTok social media platform. The proposal aims to explore pedagogical innovations, providing a dynamic and interactive approach to understanding chemical concepts. The social media aspect is directed towards TikTok, recognized for its short video format and appeal among young people. The use of this platform seeks to foster interaction between teachers and students, stimulating interest in Chemistry through attractive visual content and information sharing. AR and VR are addressed as technologies that expand the possibilities of visual representation, allowing the overlay of virtual objects onto the real environment (AR) and immersion in simulated environments (VR). The preliminary analysis highlights the potential of these tools to provide more tangible and engaging experiences in Chemistry learning. Although the results presented are still preliminary, there is a promising trend regarding student motivation, encouraging active participation, creativity, and a deeper understanding of chemical phenomena. This study underlines the importance of educators adapting their practices to the constantly evolving technological landscape, aiming to significantly improve the Chemistry teaching and learning process.

Keywords: Chemistry. Augmented Reality. Virtual Reality. TikTok.

1 INTRODUÇÃO

A Química é considerada uma disciplina que apresenta conteúdos com elevado nível de refinamento, abrangendo matérias quantitativas, bem como problemas de natureza qualitativa. O conhecimento nessa área é obtido por meio da integração de três aspectos — fenomenológico, representacional e teórico —, o que possibilita a análise das situações de forma flexível, crítica e simbólica (Dumont; Carvalho; Neves, 2016).

O principal desafio no ensino de Química é proporcionar ao aluno o entendimento dos diferentes fenômenos por meio do estudo da realidade e da resolução de problemas com base em seu cotidiano, alcançando o conhecimento propriamente dito a partir da reflexão, do raciocínio e da argumentação significativa e realista. Nesse contexto, estudos demonstram a possibilidade de os educadores

adotarem metodologias e ferramentas tecnológicas com o intuito de facilitar o entendimento dos conteúdos e fenômenos químicos em sala de aula, unindo conhecimento prático e teórico (Queiroz; De Oliveira; Rezende, 2015; Fernandes; Campos, 2017).

A disponibilização de um ambiente informatizado, especialmente no ensino de Química, é capaz de melhorar o processo de aquisição do saber científico e prático dos alunos, visto que os laboratórios virtuais são compostos por instrumentos e ferramentas que ampliam a percepção do estudante sobre os conteúdos, tornando as aulas mais atrativas e prazerosas (Kafer; Marchi, 2015).

Diante da constante evolução tecnológica e das transformações no padrão de aprendizado dos estudantes, surge a necessidade de compreender como ferramentas tecnológicas, incluindo Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e mídias sociais, podem ser incorporadas de forma eficaz ao ensino de Química. O problema central consiste em identificar estratégias que otimizem a aprendizagem e a compreensão dos conceitos químicos nesse novo cenário educacional.

O objetivo geral desta pesquisa é compreender os aspectos pedagógicos e didáticos do uso de ferramentas tecnológicas e midiáticas no ensino de Química, explorando as vertentes de RA, RV e TikTok. Os objetivos específicos incluem: analisar as oportunidades e desafios presentes no ensino de Química; investigar o conceito e as funcionalidades dessas ferramentas; e identificar os benefícios proporcionados aos alunos durante o processo de aprendizagem.

A relevância deste estudo reside na necessidade de alinhar o ensino de Química às demandas tecnológicas e midiáticas do século XXI. A busca por estratégias pedagógicas inovadoras visa facilitar a transmissão efetiva dos conteúdos químicos, promovendo uma aprendizagem mais significativa. Além disso, o estudo contribui para enriquecer a literatura nacional ao oferecer insights sobre práticas pedagógicas eficazes, tornando-se relevante para o desenvolvimento teórico e prático de profissionais atuantes na área.

2 METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem mista, integrando elementos qualitativos e quantitativos para uma compreensão abrangente da implementação de

ferramentas tecnológicas e mídias sociais no ensino de Química. A metodologia foi dividida em duas fases distintas: a primeira, centrada na aplicação de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV); e a segunda, voltada para a utilização da plataforma de mídia social TikTok.

Na primeira fase, participaram três educadores da área de Ciências Exatas do ensino regular e 86 alunos de uma instituição de ensino. Foram desenvolvidos materiais educacionais utilizando RA e RV para abordar conceitos químicos específicos, incluindo marcadores para RA e ambientes virtuais interativos para RV. Após o treinamento dos educadores e a familiarização dos alunos com as ferramentas tecnológicas, realizaram-se entrevistas e observações para avaliar a percepção dos participantes sobre a eficácia das tecnologias, complementadas por questionários quantitativos para medir o impacto na motivação, participação e compreensão dos alunos.

Na segunda fase, envolveram-se professores e alunos ativos na plataforma TikTok. Os participantes foram orientados na criação de vídeos curtos que abordassem tópicos específicos de Química de forma visualmente atrativa. Incentivou-se a interação por meio de comentários e compartilhamento de informações sobre os vídeos. A avaliação de impacto foi realizada por meio de questionários e métricas de engajamento na plataforma, com foco em compreender como o TikTok poderia estimular o interesse pela Química.

Ambas as fases foram submetidas a análises, sendo os dados qualitativos tratados por meio de análise de conteúdo para identificar padrões emergentes, enquanto os dados quantitativos passaram por análises estatísticas descritivas para identificar tendências e correlações.

No que se refere às considerações éticas, o estudo seguiu rigorosamente os princípios éticos, obtendo consentimento informado dos participantes e garantindo a privacidade e a confidencialidade de suas informações. Essa abordagem metodológica permitiu uma avaliação holística e abrangente do impacto das ferramentas tecnológicas e mídias sociais no processo de ensino e aprendizagem de Química.

3 RESULTADOSE DISCUSSÕES

Recursos Tecnológicos no Cotidiano Escolar

A incorporação crescente de recursos tecnológicos no cenário educacional tem transformado significativamente as práticas pedagógicas e as interações no ambiente escolar. Este capítulo explora a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação, destacando a evolução histórica desse processo e a influência dessas tecnologias no cotidiano escolar.

O avanço tecnológico, sobretudo nas últimas décadas, reconfigurou a sociedade e impactou diretamente a educação. A necessidade de integrar as TICs nas atividades cotidianas das escolas é um desafio contemporâneo, pois oferece diversos caminhos para a construção e o compartilhamento do conhecimento. No processo de formação do sujeito no século XXI, devem ser priorizados aspectos fundamentais do modelo educacional, como o desenvolvimento de habilidades e competências básicas, específicas e técnicas. Da mesma forma, a capacidade dos agentes educacionais de interagir com outros membros da comunidade também deve ser valorizada, incluindo o “aprender a aprender”. Assim, as TICs se apresentam como ferramentas essenciais para melhorar o ambiente educacional, promovendo novos espaços e oportunidades de acesso e gestão da informação e do conhecimento (Borrero; Yuste, 2011).

A contribuição das TICs para a melhoria do ambiente educacional é evidente, proporcionando novas oportunidades de acesso à informação e à gestão do conhecimento. Sancho (2006) aponta que as TICs são transformadoras em nossa sociedade e destaca três tipos de impactos: mudanças na estrutura de interesses, mudanças no caráter simbólico e mudanças na natureza das comunidades.

As diferenças decorrentes da inserção das TICs podem ser percebidas, direta ou indiretamente, em quase todos os ambientes sociais e econômicos — e a educação não é exceção. A globalização, impulsionada pelos meios de comunicação, moldou uma cultura imagética que ultrapassa fronteiras nacionais, destacando o papel fundamental de mídias como rádio, televisão e, mais recentemente, a internet.

Com o advento da internet, outras mídias precisaram se reconfigurar para não perder espaço, evidenciando a interconexão dos meios de comunicação. As TICs se mostram transformadoras na sociedade, impactando a estrutura de interesses, o caráter simbólico e a natureza das comunidades. A presença

marcante das mídias na contemporaneidade não apenas reproduz ideologias, mas também cria, recria e narra culturas e memórias coletivas.

No contexto educacional brasileiro, os últimos anos testemunharam significativos investimentos em equipamentos de informática e conexões de internet nas instituições públicas de ensino. Programas governamentais, como o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo) e o Projeto Um Computador por Aluno (Prouca), refletem o compromisso em promover a integração das TICs nas escolas.

Pesquisas, como a “TIC Educação 2011”, revelam que o acesso às TICs pelos professores é expressivo, com a maioria possuindo computadores e acesso à internet. No entanto, a efetiva incorporação dessas tecnologias nas práticas educativas ainda enfrenta desafios, como a resistência à mudança e a necessidade de formação docente.

A introdução de novas tecnologias no ambiente escolar pode gerar resistência e desafios, sendo crucial compreender as nuances desse processo. A pressão por inovação e inclusão digital transformou a dinâmica pedagógica, tornando a integração das TICs um fator-chave na educação formal.

Ao longo dos séculos, as abordagens educacionais tradicionais, centradas no ensino, evoluíram para reconhecer a autonomia dos alunos. O movimento da Escola Nova, impulsionado por pensadores como John Dewey, propôs uma mudança de paradigma, enfatizando a importância da aprendizagem ativa e do desenvolvimento de habilidades criativas.

Segundo Gadotti (2005), os comportamentos de pensamento dos alunos diante de problemas ocorrem em cinco etapas: percepção das dificuldades, análise das dificuldades, busca de alternativas de solução, experimentação com múltiplas tentativas e aprovação psicológica de uma delas como prova final da proposta, seguida da verificação científica.

Dewey (1959, p. 167) afirma que “o único caminho direto para o aperfeiçoamento duradouro dos métodos de ensinar e aprender consiste em centralizá-los nas condições que estimulam, promovem e põem à prova a reflexão e o pensamento. Pensar é o método de se aprender inteligentemente, de aprender aquilo que se utiliza e recompensa o espírito”.

As metodologias ativas, fundamentadas em diversas teorias educacionais, visam colocar o aluno no centro do processo de ensino. O reconhecimento das

experiências e saberes prévios dos estudantes é essencial para a construção coletiva do conhecimento. Essas metodologias demandam uma atuação diferenciada dos professores, que se tornam catalisadores da aprendizagem, estimulando a autonomia e a reflexão dos alunos.

Integração de Redes Sociais no Ensino de Química

O ensino das ciências, notadamente da Química, desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico, cultural e social. A sociedade moderna reconhece a ciência e a tecnologia como elementos essenciais, impulsionando movimentos de transformação educacional. Conforme destaca Krasilchik (2000), a crescente importância atribuída à Ciência e à Tecnologia reflete-se nos diversos níveis de ensino, evidenciando a necessidade de adaptação às demandas contemporâneas.

Sobre a importância das tecnologias no ensino de Química, Torcato (2011, p. 43) argumenta:

> A Química é uma ciência que está em constante evolução, por isso, novas ferramentas tecnológicas se mostram bastante úteis na obtenção de informações atualizadas. O acesso à informação auxilia o professor a ter um ensino de melhor qualidade e permite também ao estudante efetuar pesquisas sobre as descobertas recentes, aplicações ou implicações relacionadas com os conteúdos curriculares. O envolvimento ativo do estudante ajuda-o na compreensão do modo como a Ciência evolui.

A adição de novos recursos pedagógicos, mais precisamente as redes sociais em ambientes escolares, pode ser utilizada para facilitar a aprendizagem, com o objetivo de “quebrar” as barreiras do modelo tradicional, no qual os alunos se apresentam como espectadores passivos, sem troca de informações entre professor e estudante. Vicinguera (2002, p. 13) destaca que:

> As práticas que visam a ampliar as interações entre as pessoas não podem mais se restringir a espaços limitados da sala de aula, mas sim buscar aqueles que permitam as inter-relações e interdependências dos múltiplos e variados recursos que refletem na qualidade de vida de cada indivíduo.

Mattos (2012) reforça que as redes sociais proporcionam interação entre as pessoas, despertam interesses e estimulam fatores como o compartilhamento de conhecimento, a cooperação e a busca de informações. O autor afirma:

> [...] as formas de utilização das redes sociais apontam para a eficiência da comunicação, para o compartilhamento da informação e do conhecimento,

> para uma postura de cooperação e de sentimentos de comunidade. (2012, p. 21)

Atualmente, os computadores representam a porta de entrada para que professores insiram as redes sociais na sala de aula como ferramenta de ensino, pois “a maior utilização de computadores em casa e nas organizações revelou um mundo totalmente novo, aberto a novas possibilidades de aprendizagem” (Melo, 2006, p. 28). A partir dessa ideia, utilizando não apenas computadores, mas também tablets, celulares e softwares, os educadores passaram a buscar novas estratégias para aprimorar o ensino de Química, ampliando não apenas os aspectos conceituais da disciplina, mas também suas dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais e ambientais.

Nesse sentido, Vicinguera (2002, p. 31) argumenta:

> Isso significa, muitas vezes, reformular ou, pelo menos, enriquecer cada conteúdo químico. Isto quer dizer, partir de realidades individualizadas para situações mais amplas e universais, pela vivência coletiva.

As redes sociais, portanto, podem ser recursos tecnológicos valiosos para a construção do conhecimento. Bernardo (2011) define uma rede social como uma estrutura de pessoas interconectadas que compartilham valores e objetivos comuns. Com elas, os padrões de comunicação estão em constante mudança e o conhecimento se expande continuamente, com a informação se transformando a todo momento.

Moreira e Januário (2014, p. 74) complementam:

> [...] sendo as redes sociais espaços coletivos e colaborativos de comunicação e de troca de informação, podem facilitar a criação e desenvolvimento de comunidades de prática ou de aprendizagem [...].

A partir dessa concepção, surgiram blogs, comunidades, grupos, páginas e outros espaços virtuais relacionados à Química, permitindo que alunos e professores se comuniquem e compartilhem conteúdos.

As redes sociais podem operar em diferentes níveis, como redes de relacionamentos (Facebook, Orkut, MySpace, Twitter, Instagram, WhatsApp), redes profissionais (LinkedIn), redes comunitárias (em bairros ou cidades), redes políticas, entre outras (Capra, 2008 apud Bernardo, 2011, p. 4).

Entre as mais utilizadas, destaca-se o Facebook, onde “o usuário pode criar um perfil, página oficial, grupo ou comunidade [...] relacionadas à Química” (Raupp

&Eichler, 2012, p. 5). Esses espaços permitem compartilhar atividades desenvolvidas pelos alunos, recursos multimídia (vídeos, simulações e animações) e outros materiais relacionados à construção do conhecimento químico. O uso do Facebook potencializa a interação entre professores e alunos, permitindo que o conhecimento seja discutido em um ambiente descontraído, inclusive com o apoio do humor, característico dessas plataformas.

No entanto, à medida que novas tecnologias são incorporadas à educação, torna-se necessária uma nova postura profissional, mais flexível e madura. Para ser um professor eficaz, é preciso compreender a ciência por trás do conteúdo que leciona e, ao mesmo tempo, aprimorar e adaptar a pedagogia para atender às demandas dessas tecnologias.

Ribeiro e Leite (2012) defendem que, ao desenvolver novas abordagens de ensino e aprendizagem, o professor pode utilizar a tecnologia para criar novas realidades ou transformar a atual. Moresco e Behar (2006, p. 2) acrescentam que é fundamental que o docente esteja preparado para “viajar no mundo virtual”.

O professor deve estar atualizado e saber se beneficiar da tecnologia, pois continua sendo o orientador central de todas as atividades que envolvem o processo de aprendizagem. É essencial que o aluno utilize os recursos digitais para aprender os conteúdos e, gradualmente, desenvolva habilidades e competências necessárias ao mundo do trabalho.

Por fim, Araújo (2010) ressalta que os profissionais da educação devem ser sensíveis ao uso das redes sociais nas escolas e explorar atividades que desenvolvam competências e habilidades nos alunos, motivando-os e desafiando-os a acessar, selecionar, analisar e transformar informações em conhecimento aplicável à vida pessoal e social.

3.2 Impacto das Ferramentas Tecnológicas e Midiáticas no Ensino de Química

Realidade Aumentada (RA)

A Realidade Aumentada (RA) surgiu como uma tecnologia que, segundo Kirner e Tori (2006), “permite misturar objetos virtuais ao mundo real, utilizando técnicas de visão computacional”. Essa tecnologia tem atuado em diferentes áreas, como na medicina — com simulação de cirurgias, diagnóstico e treinamento —, no

desenvolvimento de jogos aplicados à educação e ao entretenimento (Wanderley *et al*., 2011) e na arquitetura e urbanismo, substituindo maquetes físicas por modelos digitais (Freitas & Eruschel, 2010).

Acredita-se que a RA possa facilitar o processo de ensino, fornecendo uma nova forma de representação de conteúdo. É válido destacar que:

> [...] esta tecnologia permite, a partir da projeção de objetos ou de fenômenos inexistentes, uma maior interação entre o discente e o conteúdo exposto, possibilitando um melhor entendimento do que antes ficava apenas na imaginação, sem, contudo, necessitar de um amplo conhecimento da tecnologia por parte do discente (Cardoso, 2014, p. 331 *et al*., apud Araújo, 2009)

O funcionamento da RA é descrito por Cardoso e colaboradores (2014) como um processo que ocorre por meio do reconhecimento de símbolos (marcadores). A geração do objeto virtual acontece quando o usuário posiciona o marcador no campo de atuação da câmera, que detecta a simbologia e a transmite a um software responsável pela interpretação e criação do objeto virtual.

Esse software, devidamente programado, retorna o objeto virtual em sobreposição ao marcador, exibindo-o em um dispositivo de saída, como televisão, monitor de computador ou projetor multimídia (datashow) — conforme ilustrado na Figura 02.

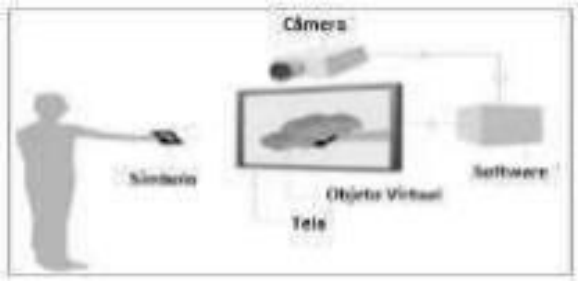


Figura 2: Representação do funcionamento de realidade aumentada.

Fonte: CARDOSO, 2014.

Ainda segundo Cardoso *et al*. (2014), marca de identificação, ou simplesmente *marca*, é um símbolo ou gráfico previamente registrado em um sistema de Realidade Aumentada que, ao ser impresso e posicionado fisicamente diante da câmera, comunica-se com o software responsável por renderizar a imagem para o usuário em 3D e/ou 2D.

Figura 03 – Imagem típica de um marcador de identificação em RA.

.



Fonte: CARDOSO (2014).

Segundo Tori (2010, p. 7), a Realidade Aumentada (RA) pode ser exibida com base na visão óptica (*opticalsee-through*) ou na visão de vídeo (*videosee-through*).

No modo *opticalsee-through*, utilizam-se óculos com visores translúcidos, nos quais a imagem virtual é projetada de forma a se confundir com a cena real observada pelo usuário, criando a sensação de sobreposição entre o mundo físico e os elementos digitais (Figura 04).

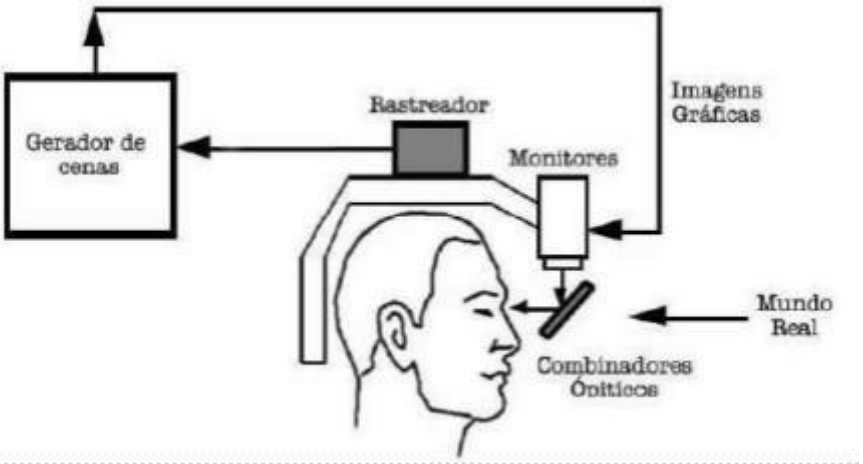
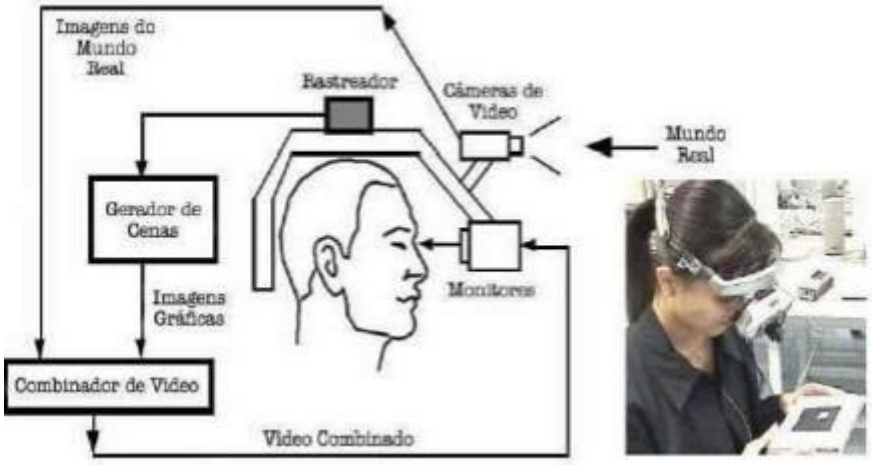


Figura 4: Opticalsee-through

Fonte: AZUMA (1997).

No modo videosee-through, utiliza-se um fone de ouvido ou óculos de realidade virtual para visualizar o mundo real, capturado em tempo real por câmeras. Essa imagem é então misturada a elementos virtuais inseridos digitalmente e processada computacionalmente, permitindo ao usuário perceber, de forma integrada, o ambiente físico e os objetos virtuais (Figura 05).

Figura 5: Videosee-through.



Fonte: AZUMA(1997).

Monitores: consiste na utilização de monitores de vídeo para exibir o mundo real, captado em tempo real por câmeras, mesclado com elementos virtuais inseridos digitalmente e processado computacionalmente. Essa combinação permite que o usuário visualize, em uma única tela, a integração entre o ambiente físico e os objetos virtuais, favorecendo a compreensão e a interação com o conteúdo apresentado (Figura 06).

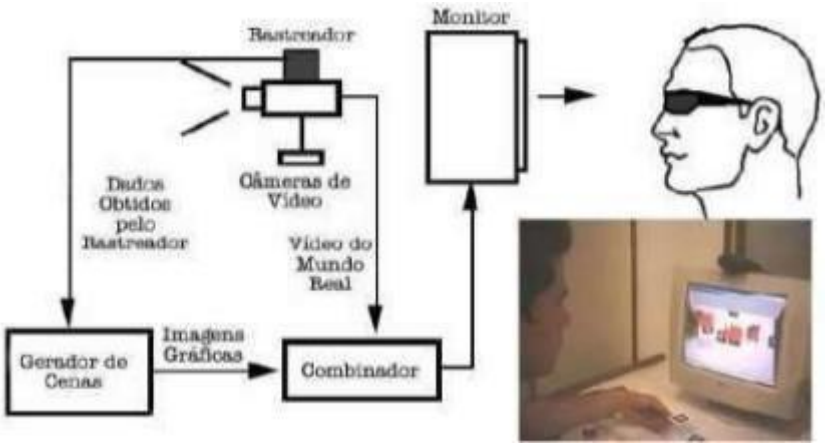


Figura 6: Sistema de visão de vídeo baseado em monitor.

Fonte: AZUMA(1997).

Segundo Tori, Kirner e Siscouto (2006), conforme o usuário observa a sobreposição do real e do virtual, a Realidade Aumentada pode ser classificada em:

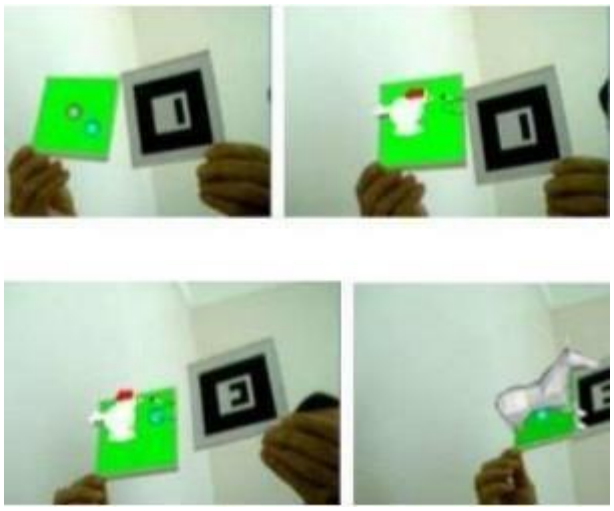
- **Visão direta (imersiva)**: ocorre quando o usuário observa diretamente a localização real do mundo misto, utilizando um capacete ótico ou um capacete equipado com câmeras minúsculas.

- **Visão indireta (não imersiva)**: obtida quando o usuário visualiza objetos reais e virtuais em vídeo, por meio de um monitor ou projetor, que não correspondem à sua localização real.

Embora muitos trabalhos relacionados ao uso de RA não imersiva na educação foquem no uso de webcams, o emprego de dispositivos móveis segue a mesma lógica (Figura 08).

> A visualização indireta, além de permitir maior liberdade ao usuário para transitar com o marcador pelo campo de visão da webcam, possibilita também o uso de vários marcadores ao mesmo tempo, proporcionando um enriquecimento do cenário gerado na tela do monitor. (Tori, Kirner e Siscouto, 2006)

Figura 7 – Exemplos de objetos virtuais associados a marcadores. Exemplo de um objeto fictício associado a um marcador.



Fonte: SOUZA (2015).

Ainda segundo Tori (2010), o uso da Realidade Aumentada (RA) por meio da visualização indireta apresenta como vantagens o baixo custo, podendo ser implementada apenas com um computador, uma webcam e um monitor comum, além de dispensar dispositivos acoplados ao corpo. Por outro lado, suas desvantagens incluem a impossibilidade de visão direta do ambiente e o campo de visão limitado.

Em ambientes escolares e acadêmicos, o uso de dispositivos móveis possibilita diferentes abordagens. Por meio desses recursos, o professor pode tornar sua prática pedagógica mais inovadora e dinâmica, promovendo o aprendizado do aluno (Carvalho; Liao, 2020). Na era moderna, quase todas as

informações são obtidas digitalmente. Para atividades escolares, por exemplo, os alunos frequentemente recorrem à pesquisa na internet (Akçayir; Akçayir, 2017).

No campo da Química e de outras áreas científicas, o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) está em expansão. Os avanços tecnológicos ampliaram significativamente as possibilidades de pesquisa e produção educacional, uma vez que muitas informações podem ser coletadas por meio de equipamentos e ferramentas específicas (Lee *et al*., 2017; Wang *et al*., 2018).

É possível, por exemplo, utilizar smartphones com aplicativos de RA para visualizar tabelas periódicas interativas, representações físicas de átomos e moléculas e experimentos científicos (Queiroz *et al*., 2017). Além disso, a RA permite combinar o mundo real com o virtual, possibilitando a interação com objetos renderizados em 3D ou 2D sem a necessidade de entrada manual do operador (Wang *et al*., 2018). Para visualizar objetos em RA, geralmente é necessário um marcador ou símbolo que possibilite a fusão entre os dois mundos. Muitos desses marcadores já vêm integrados a dispositivos tecnológicos que suportam visualização em tempo real.

A disponibilidade de dispositivos e a variedade de aplicações também estão aumentando (Saidin *et al*., 2015). A aplicação da RA no ensino pode ser um recurso metodológico complementar, capaz de estimular o aprendizado e promover maior engajamento entre alunos e professores (Kerber, 2020).

A RA apresenta forte potencial para auxiliar a construção do conhecimento, especialmente por representar de forma mais clara fenômenos físicos e químicos (Herpich *et al*., 2018). Com sua recente popularização, espera-se que seu uso seja cada vez mais explorado no contexto educacional (Queiroz *et al*., 2015). Ambientes tecnológicos potencializam a aprendizagem e podem desempenhar papel relevante tanto em universidades quanto no ensino fundamental. O uso generalizado de simuladores também se mostra eficaz, trazendo inovação para a sala de aula (Fleming *et al*., 2009).

Entretanto, como apontam Teles *et al*. (2019), um currículo baseado apenas em aulas expositivas pode levar à perda de interesse dos alunos:

> Na maioria das vezes o ensino é transmitido apenas através de aulas expositivas, e este modelo, em tempos de crescente tecnologia, facilita a perda de concentração e até mesmo de interesse do aluno, visto que as opções às quais se tem acesso, como as redes sociais e o celular, são

> muito mais atrativas se comparados ao modelo de ensino praticado tradicionalmente. (Teles *et al*., 2019, p. 3)

Portanto, utilizar a RA como ferramenta educacional é de grande importância para a construção do conhecimento. A experiência contínua do usuário com essa tecnologia pode atingir domínios cognitivos que não são alcançados por métodos tradicionais (Pereira *et al*., 2017). Uma das razões é a necessidade de abstrair entidades químicas invisíveis, o que nem sempre é simples de relacionar à realidade do aluno. Assim, o ensino da disciplina não deve se basear apenas em livros didáticos e palestras, mas também em abordagens diferenciadas, como a RA, para simplificar conceitos e melhorar o aprendizado.

Silva *et al*. (2011) apontam algumas vantagens desse tipo de recurso:

> [...] (i) •motivação de estudantes e usuários de forma geral, baseada na experiência de 1a pessoa vivenciada pelos mesmos; (ii) grande poderio de ilustrar características e processos, em relação a outros meios multimídia; (iii) permite visualizações de detalhes de objetos; (iv) suporte às visualizações de objetos que estão a grandes distâncias, como um planeta ou um satélite; (v) permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa; (vi) permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica; (vii) por que requer interação, exige que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização; (viii) encoraja a criatividade, catalisando a experimentação; (ix) provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações; (x) ensina habilidades computacionais e de domínio de periféricos. (Silva *et al*., 2011, p. 13).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo avaliar aplicativos de Realidade Aumentada e suas possíveis contribuições para o ensino de Química.

Realidade Virtual (RV)

A Realidade Virtual, também conhecida como RV pela comunidade científica brasileira, é um campo da computação que permite que computadores interajam com usuários, possibilitando que estes explorem ambientes artificiais de forma mais intuitiva e natural (Cardoso *et al*., 2007). Segundo Kirner *et al*. (2006), a RV é uma interface avançada para aplicações computacionais que possibilita aos usuários mover-se (navegar) e interagir, em tempo real, em um ambiente tridimensional, utilizando dispositivos multissensoriais para atuação ou feedback.

Um dos focos dessa interface é a interação do usuário com o ambiente virtual, no qual o computador é capaz de detectar suas ações e responder em

tempo real. Dessa forma, os usuários podem experimentar uma sensação mais realista quando estão imersos no ambiente virtual.

Para que essa experiência seja confortável, existe um limite para o tempo de resposta: aproximadamente 100 ms para respostas visuais, táteis, de força e auditivas, sendo necessário gerar mais de 10 quadros por segundo na renderização da imagem.

As imagens são a forma mais rápida e eficiente de comunicação com o cérebro humano, o que amplia a importância da RV na captação e retenção de informações, especialmente por meio de equipamentos especiais (Kirner *et al*., 2006). Assim, a RV pode viabilizar o armazenamento dessas informações e permitir que os usuários explorem o ambiente virtual de acordo com seus interesses.

A gama de facilidades oferecidas pela RV possibilita sua aplicação em diversos campos com características distintas. Entre as áreas que mais se beneficiam dessa tecnologia estão:

- **Arquitetura**: arquitetos podem caminhar por ambientes virtuais e criar detalhes construtivos, além de explorar móveis e espaços de forma interativa.
- **Treinamento**: empresas utilizam a RV para treinar trabalhadores no uso de máquinas, permitindo testes repetidos sem risco de danos ao equipamento.
- **Pesquisa científica**: a RV é utilizada para estudar temas que vão desde o autismo até a esquizofrenia (Cardoso e Lamounier, 2004).

A RV pode ser categorizada de acordo com a forma de interação do usuário com o ambiente virtual e com o tipo de dispositivo utilizado. Assim, divide-se em:

- **Realidade Virtual Imersiva**: quando o usuário está completamente isolado do mundo real e imerso no ambiente virtual.
- **Realidade Virtual Não Imersiva**: quando o usuário interage com o ambiente virtual sem estar totalmente isolado do mundo real. Esse tipo de sistema é mais viável economicamente e mais simples de usar, pois utiliza equipamentos tradicionais, como monitor, teclado e mouse (Cardoso *et al*., 2007).

Figura 2- 1.



A Realidade Virtual é denominada imersiva quando o usuário é parcialmente isolado do mundo real por meio de dispositivos especiais, cuja função é bloquear seus sentidos — como visão, audição e tato — em relação ao ambiente físico, permitindo a imersão no mundo virtual (Cardoso *et al*., 2007).

Figura 2-2.



Figura 2-2: Dispositivos especiais. (http://images.google.com.br/images)

Embora a Realidade Virtual utilizando um capacete (*Head-Mounted Display* – HMD) tenha sido desenvolvida, ainda existem aspectos positivos no uso da RV por meio de um display convencional, como: aproveitar ao máximo as vantagens do desenvolvimento da indústria de computadores, lidar com limitações e problemas de forma mais simples e garantir maior facilidade de uso.

Dispositivos especiais projetados para estimular os sentidos do usuário (visual, auditivo e tátil) no mundo virtual incluem headsets de RV, luvas de dados e rastreadores (Cardoso *et al*., 2007). O uso de capacetes, embora comum, contribui para aumentar a sensação de realidade; no entanto, apresenta como desvantagem o fato de alguns usuários sentirem desconforto ao utilizá-los.

Para ministrar um curso de qualidade, é possível — e recomendável — utilizar ferramentas que apoiem o processo de ensino. Os computadores, por exemplo, são recursos que podem auxiliar significativamente os professores dentro e fora da sala de aula.

O uso da RV no ensino demonstra potencial para melhorar a memória e a compreensão dos usuários por meio de interações interativas. Pinho (1998) e

Borges *et al*. (2002) constataram que alunos, ao manipular e analisar experiências virtuais, conseguiram absorver mais facilmente o conteúdo, não apenas a partir da interpretação do professor, mas também por meio da aprendizagem autônoma. Além disso, a RV pode colaborar no processo cognitivo dos aprendizes, oferecendo não apenas teoria, mas também experimentos práticos com conteúdos relevantes (Cardoso, 2007).

Dessa forma, acredita-se que a RV possa desempenhar um papel importante em diversas áreas da educação. Especificamente, este trabalho investiga a aplicação da tecnologia de Realidade Virtual no ensino de geometria molecular.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), Parte III do Ensino Médio (2000), destacam, na seção de Química, que o uso de computadores na educação é particularmente importante na atualidade, e que os recursos tecnológicos disponíveis podem ser utilizados por professores e alunos para criar seus próprios materiais, como simulações experimentais e representações de modelos moleculares.

A utilização de sistemas computacionais também se apresenta como uma forma flexível de comunicação entre professores e alunos, permitindo, por exemplo, a troca de informações para resolução de exercícios ou discussão de problemas. Ainda na Parte II dos PCNs (2000), são descritas competências e habilidades a serem desenvolvidas em informática, como a vivência prática na construção de protótipos de sistemas automatizados em diversas áreas, relacionando-os com situações reais dos alunos e utilizando conhecimentos interdisciplinares.

Encarar a computação como ferramenta para novas estratégias de aprendizagem pode trazer contribuições significativas para o processo de construção do conhecimento em diferentes domínios. Os alunos devem ser vistos não apenas como usuários das tecnologias de informação para fins de aprendizagem, mas também como indivíduos capazes de compreender os dispositivos, procedimentos e conceitos que lhes permitem integrar-se ao mundo do trabalho e ao seu desenvolvimento pessoal e interpessoal.

Mídia Social TikTok

A pandemia do vírus Corona provocou uma série de mudanças significativas na educação, no mercado de trabalho e nas normas sociais. Embora essas

transformações não tenham ocorrido de forma imediata, as pesquisas sobre a integração tecnológica na educação já vinham sendo desenvolvidas há décadas. Ainda assim, muitas escolas enfrentam dificuldades para implementar novas tecnologias como parte de suas ferramentas pedagógicas.

Como resultado desse cenário, diversas instituições de ensino ao redor do mundo passaram a utilizar ambientes virtuais de ensino e aprendizagem (AVEA), que se tornaram uma das formas de promover novas práticas docentes. Em 2020, os benefícios do uso desses ambientes tornaram-se mais evidentes. No entanto, para que sejam realmente úteis e adaptáveis aos alunos, é necessário que suas necessidades tecnológicas sejam atendidas, considerando também questões de acessibilidade e inclusão das mídias digitais na educação.

Diante das adaptações impostas pelo distanciamento social, as redes sociais surgiram como uma possibilidade de integrar tecnologia ao processo educacional. Entre elas, o Facebook se destaca como a mais citada em pesquisas e publicações científicas. Rosado e Alves (2018) observam que o uso do Facebook por professores proporciona um espaço de discussão e compartilhamento de conhecimento, estratégia que, apesar de seu potencial de tensão, pode contribuir para a valorização da profissão docente. De Oliveira e Nichele (2019) apontam a viabilidade do uso do Facebook como um AVEA e o potencial das redes sociais para mediar o processo de ensino, aspecto também destacado por Soares *et al*. (2018).

Apesar de o Facebook já ter sido amplamente estudado como alternativa viável para o ensino, poucos trabalhos exploraram o TikTok com esse objetivo.

O TikTok é uma rede social de vídeos curtos, disponível para os sistemas operacionais Android e iOS, que permite aos usuários criar conteúdos de 15 a 60 segundos e publicá-los em seu feed. Em 2020, a plataforma foi reconhecida como o aplicativo mais baixado da App Store, superando o Facebook e o Instagram, e consolidando-se como uma das redes sociais mais acessadas do mundo. Segundo a própria empresa, seu objetivo é proporcionar alegria aos usuários e estimular a criatividade.

De acordo com Wang (2020), vídeos curtos em dispositivos móveis, como os do TikTok, estão se tornando cada vez mais populares, possivelmente devido à perspectiva em primeira pessoa, que aumenta a imersão e a interação social. Esse fenômeno também pode ser explicado pelo que Da Rocha e Farias (2020)

denominam “abundância de informação gera pobreza de atenção”, ou seja, vídeos curtos tendem a prender a atenção por mais tempo.

Monteiro (2020) destaca que o TikTok pode ser utilizado não apenas para entretenimento, mas também para a distribuição de conteúdo criativo, o desenvolvimento da integração e do potencial criativo dos alunos, além de servir como ferramenta de avaliação da aprendizagem. O uso de vídeos no ensino já é discutido na literatura, como nas abordagens de Moran (1995) e Felcher, Bierhalz e Fommer (2019), que ressaltam a possibilidade de reaproveitamento: os alunos podem assistir ao vídeo quantas vezes forem necessárias para compreender o conteúdo, algo que não ocorre em aulas presenciais, nas quais o tempo é limitado e, muitas vezes, a timidez impede que o estudante exponha suas dúvidas.

Em *The ChallengesofUsingVideo as TeachingAdvice*, Moran (1995) enfatiza que o vídeo deve ter uma intenção educacional e não servir apenas como distração ou para encobrir um programa mal estruturado. Assim, ao escolher vídeos, os professores devem considerar o público-alvo, a faixa etária, o conteúdo a ser aprendido e a profundidade do método.

No ensino de Química, é fundamental que as escolas estejam atentas a essas mudanças e promovam a conexão dos saberes químicos com diferentes áreas da vida humana. Segundo Silva (2011, p. 7):

> A humanidade vive um processo acelerado de modificações e rupturas, que se reflete em todos os setores da sociedade. Assim sendo, a educação e a informação assumem papel significativo neste processo. [...] A Química é uma ciência vital para a melhoria da qualidade de vida do ser humano.

Uma nova geração de alunos está crescendo em um mundo de mídias digitais, conectada constantemente à informação. Os professores, por sua vez, enfrentam o desafio de educar essa geração, explorando novas abordagens, recursos e estratégias alinhadas à realidade desse ambiente virtual interconectado. Nesse contexto, o uso de vídeos curtos e atrativos no processo de ensino-aprendizagem, por meio do TikTok, demonstra que a plataforma pode ser utilizada não apenas para entretenimento, mas também como um importante disseminador de conhecimento.

4 CONCLUSÃO

Os resultados preliminares desta pesquisa fornecem insights valiosos sobre a implementação de ferramentas tecnológicas e mídias sociais no ensino de Química, destacando potenciais inovações pedagógicas e suas influências no processo educacional.

Na análise da fase que envolveu o uso da Realidade Aumentada (RA) e da Realidade Virtual (RV), observou-se receptividade positiva tanto por parte dos educadores quanto dos alunos. A sobreposição de objetos virtuais ao ambiente real, proporcionada pela RA, e a imersão em ambientes simulados, viabilizada pela RV, demonstraram potencial para tornar o aprendizado mais tangível e atrativo. Os resultados indicam que essas tecnologias podem motivar os estudantes, incentivando a participação ativa, a criatividade e uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos químicos.

Na segunda fase, explorou-se a utilização do TikTok como plataforma de mídia social. Os vídeos curtos e visualmente atrativos criados pelos participantes revelaram-se uma abordagem eficaz para estimular o interesse pela Química entre os jovens. A interação proporcionada pela plataforma, por meio de comentários e compartilhamento de informações, evidenciou o potencial das mídias sociais para ampliar o engajamento dos alunos.

Este estudo reforça a importância de os educadores adaptarem suas práticas ao cenário tecnológico em constante evolução. As ferramentas tecnológicas e as mídias sociais não apenas complementam, mas também transformam o processo de ensino e aprendizagem de Química. Embora os resultados apresentados sejam preliminares, eles apontam para um caminho promissor de inovação pedagógica, oferecendo uma base sólida para pesquisas futuras.

A contínua integração dessas tecnologias no ambiente educacional pode contribuir significativamente para aprimorar a qualidade do ensino de Química e preparar os estudantes para os desafios de uma sociedade cada vez mais digital.

REFERÊNCIAS

AKÇAYIR, M.; AKÇAYIR, G. Advantagesandchallengesassociatedwithaugmented reality for education: **a systematic review oftheliterature**. *EducationalResearch Review*, v. 20, p. 1-11, 2017.

ARAÚJO, V. D. L. O impacto das redes sociais no processo de ensino e aprendizagem. In: **SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: REDES SOCIAIS E APRENDIZAGEM**, Pernambuco. *Anais...* Pernambuco: NEHTE/UFPE, 2010.

BERNARDO, D. S. **Evolução na comunicação: estudos nas redes sociais**. Subprojeto de pesquisa em Iniciação Científica (Programa de Mestrado em Comunicação). São Caetano do Sul: Universidade Municipal de São Caetano do Sul, 2011.

BORGES, E.; LAMOUNIER JR., E. A.; CARDOSO, A. **Investigando técnicas interativas para aprimorar o uso de realidade virtual no ensino de geometria espacial**. In: **SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY – SVR**, 5., 2002, Fortaleza, CE. *Anais...* Fortaleza: [s. n.], 2002. p. 78-89.

BORRERO, R.; YUSTE, R. **Digiculturalidad.com. .Interculturalidad y TIC unidas eneldesarrollodel enfoque competencialdel curriculum**. In: LEIVA, J.; BORRERO, R. (coord.). *Interculturalidad y escuela: perspectivas pedagógicas enlaconstrucciónconcomunitaria de laescuela intercultural*. Barcelona: Octaedro, 2011. p. 145-164.

BRASIL. **Lei nº 12.056, de 13 de outubro de 2009**. Acrescenta parágrafos ao art. 62 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12056.htm>. Acesso em: 24 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm>. Acesso em: 24 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 24 maio 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros**

Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CAPRA, F. **Vivendo redes**. In: DUARTE, F.; QUANDT, C.; SOUZA, Q. **O tempo das redes**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2008.

CARDOSO, Raul G. S.; PEREIRA, Said T.; CRUZ, Jorge H.; ALMEIDA, Will R. M. **Uso da realidade aumentada em auxílio à educação**. *Computer onthe Beach*, 2014. Disponível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/acotb/article/view/5337>. Acesso em: 28 maio 2022.

CARVALHO, J. M. J.; LIAO, T. **Realidade aumentada e interdisciplinaridade: o uso do aplicativo LandscapeAR no ensino de Matemática e Geografia**. *EaD em Foco*, v. 10, n. 2, e1049, 2020. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/1049/544>.

DA ROCHA, Carlos José Tridade; DE FARIAS, Sidilene Aquino. **Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de Ciências e Matemática**. *REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 8, n. 2, p. 69-87, 2020.

DE OLIVEIRA, Julie Charline Siqueira; NICHELE, Aline Grunewald. **O uso do Facebook como ambiente virtual de aprendizagem no ensino de Química Orgânica em Língua Inglesa**. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 17, n. 3, p. 71-81, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/99428>. Acesso em: out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.99428>.

DEWEY, J. **Democracia e educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DUMONT, L. M. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, A. J. M. **O peerinstruction como proposta de metodologia ativa no ensino de Química**. *Journalof Chemical EngineeringandChemistry*, v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

FELCHER, Carla Denize Ott; BIERHALZ, Crisna Daniela Krause; FOLMER, Vanderlei. **A utilização dos vídeos educacionais do YouTube na Licenciatura em Matemática: presencial e a distância**. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 17, n. 1, p. 577-586, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/95950>. Acesso em: out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.95950>.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. **Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química**. *Revista Electrónica de Enseñanza de lasCiencias*, v. 16, n. 3, p. 458-482, 2017.

FLEMING, M.; OLSEN, D.; STATHES, H.; BOTELER, L.; GROSSBERG, P.; PFEIFER, J.; SCHIRO, S.; BANNING, J.; SKOCHELAK, S. **Virtual reality skills**

training for healthcare professionals in alcoholscreeningandbriefintervention. *The Journalofthe American Board of Family Medicine*, v. 22, n. 4, p. 387-398, 2009.

FREITAS, Márcia R. de; RUSCHEL, Regina C. **Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura**. *ARQUITETURA REVISTA*, São Leopoldo, v. 6, n. 2, p. 127-135, jul./dez. 2010. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4553>. Acesso em: 25 jan. 2018.

GADOTTI, Moacir. **A questão da educação formal/não-formal**. *Seminário Direito à Educação: solução para todos os problemas ou problema sem solução?* Institut International Des Droits De L'enfant (IDE), Suíça, 2005.

HERPICH, F.; BOS, A.; KUHN, I.; GUARESE, R. L. M.; TAROUCO, L. M. R.; WIVES, L.; ZARO, M. A. **Atividade cerebral no uso de recursos educacionais em realidade aumentada: uma análise da atenção do aprendiz**. In: *BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – SBIE)*, 2018. *Anais...* p. 1858, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.1858>. Acesso em: 7 maio 2022.

KAFER, G. A.; MARCHI, M. I. **Utilização do software de simulações PhET como estratégia didática para o ensino dos conceitos de soluções**. Lajeado: Centro Universitário UNIVATES, 2015.

KERBER, A.; C. **Aplicação de métodos de realidade aumentada em instituições de ensino fundamental**. 2020. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6727>. Acesso em: 7 maio 2022.

KRASILCHIK, M. **Reforma e realidade: o caso do ensino das ciências**. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, jan./mar. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

LEE, H.; LONGHURST, M.; CAMPBELL, T. **Teacher learning in technology professional developmentand its impactonstudentachievement in science**. *InternationalJournalof Science Education*, v. 39, n. 10, p. 1282-1303, 2017.

LEITE, Werlayne S. S.; RIBEIRO, Carlos A. do N. **A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios**. *Magis: Revista Internacional de InvestigaciónenEducación*, v. 5, n. 10, p. 173-187, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/344265>. Acesso em: 30 jun. 2022.

MATTOS, J. **Facebook: perigos e seguranças na educação escolar**. 2012. Trabalho de Monografia (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MELO, J. R. F. **A formação inicial do professor de química e o uso das novas tecnologias para o ensino: um olhar através de suas necessidades formativas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

MONTEIRO, Jean Carlos da Silva. **TikTok como novo suporte midiático para a aprendizagem criativa**. *Revista Latino-Americana de Estudos Científicos*, v. 1, n. 2, p. 5-20, 2020.

MORAN, J. **Educação híbrida: um conceito chave para a educação, hoje**. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAN, José Manuel. **O vídeo na sala de aula**. *Comunicação e Educação*, v. 2, p. 27-35, 1995.

MOREIRA, J. A.; JANUÁRIO, S. **Redes sociais e educação: reflexões acerca do Facebook enquanto espaço de aprendizagem**. In: PORTO, C.; SANTOS, E. (org.). **Facebook e educação: publicar, curtir, compartilhar**. Campina Grande: EDUEPB, 2014. p. 67-84.

MORESCO, S. F. S.; BEHAR, P. A. **Blogs para a aprendizagem de Física e Química**. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 4, n. 1, p. 1-9, jul. 2006.
ORTIZ, Renato. **Mundialização e cultura**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

PEREIRA, L.; OLIVEIRA, D.; COUTO, I.; OLIVEIRA, A.; DA SILVA, R. L. D. S. **Uma ferramenta de apoio ao ensino de cálculo com realidade aumentada**. In: *BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION*, 8.; *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 30., 2017, Natal. *Anais...* Natal: CCBI/SBIE, 2017. p. 595.

PINHO, M. S. **Realidade virtual como ferramenta de informática na educação**. Porto Alegre: PUCRS, maio 1998. PINHO, M. S. **Realidade virtual como ferramenta de informática na educação**. Porto Alegre: PUC/PR, jul. 2002.

QUEIROZ, A. C.; TORI, R.; NASCIMENTO, A. **Realidade virtual na educação: panorama das pesquisas no Brasil**. In: *BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION*, 8.; *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 30., 2017, Natal. *Anais...* Natal: CCBI/SBIE, 2017. p. 203.

QUEIROZ, A. S.; DE OLIVEIRA, C. M.; REZENDE, F. S. **Realidade aumentada no ensino da Química: elaboração e avaliação de um novo recurso didático**. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, v. 1, n. 2, 2015.

RAISEL, T. M.; NUNES, J. **Realidades misturadas, realidade virtual, realidade aumentada e hiperrealidade virtual: usos e possibilidades na publicidade**. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO*, 40., 2017, Curitiba. *Anais...* Curitiba: CBCC, 2017. Disponível em: <https://portalintercom.org.br/anais/nacional2017/resumos/R12-2843-1.pdf>. Acesso em: 7 maio 2022.

RAUPP, D.; EICHLER, M. L. **A rede social Facebook e suas aplicações no ensino de Química**. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 10, n. 1, p. 1-10, jul. 2012.

ROSADO, Janaína; ALVES, Lynn. **Circulação e propagação de informações: professores conectados no Facebook**. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86030>. Acesso em: out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.86030>.

SAIDIN, N. F.; HALIM, N. D. A.; YAHAYA, N. **A review ofresearchonaugmented reality in education: advantagesandapplications**. *InternationalEducationStudies*, v. 8, n. 13, p. 1-8, 2015.

SANCHO, Juana Maria; HERNÁNDEZ, Fernando. **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVA, J. E.; ROGADO, J. **Aplicação da realidade virtual na educação química – o caso do ensino de estrutura atômica**. *6ª Mostra Acadêmica UNIMEP*, 2008. Acesso em: 22 jun. 2020.

SOARES, Aline Bairros; BOTEGA, Sandra Palma; SANTOS, Leila Maria; ELLENSOHN, Ricardo Machado; BARIN, Claudia Smaniotto. **Construindo saberes nas redes sociais**. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/85991>. Acesso em: out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.85991>.

TELES, Danilo Krebs. **O uso da realidade aumentada aplicado em ensino**. *Research, Society andDevelopment*, v. 8, n. 7, p. 01-20, 2019. Universidade Federal de Itajubá.

TIC EDUCAÇÃO 2011 [Arquivo de dados]. **Fornecido pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br)**.
TORCATO, A. I. **Novas tecnologias e temas atuais no ensino da química**. Curso de Pós-graduação na área de educação. Brasília, DF: Instituto AVM, 2011. Disponível em: <http://lms.ead1.com.br/webfolio/Mod3031/mod_novas_tecnologias_e_temas_atuais_no_ensino_de_quimica_v1.pdf>. Acesso em: 21 maio 2022.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006. Acesso em: 2 fev. 2023.

VICINGUERA, M. L. F. **O uso do computador auxiliando no ensino de química**. Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/quimica/uso_comput_ens_quim_dissert.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2022.

WANDERLEY, A. J.; MEDEIROS, A. F.; SILVA, K. S.; FILHO, M. F. S. **Aprendizagem interativa: uma análise do uso da realidade aumentada no**

desenvolvimento de jogos educacionais. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Patos – PB, Brasil, 2011.

WANG, M.; CALLAGHAN, V.; BERNHARDT, J.; WHITE, K.; PEÑA-RIOS, A. **Augmented reality in educationand training: pedagogical approaches and illustrative case studies**. *Journalof Ambient IntelligenceandHumanizedComputing*, v. 9, n. 5, p. 1391-1402, 2018.

WANG, Yunwen. **Influence of cameraviewon TikTok users' presence, immersion, andadoptionintent**. *Computers in HumanBehavior*, p. 106373, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106373>.

YUEN, S. C.; YAOYUNEYONG, G.; JOHNSON, E. **Augmented reality: an overview andfivedirections for AR in education**. *JournalofEducational Technology Developmentand Exchange*, v. 4, n. 1, p. 11, 2011.

CAPÍTULO V – ARTIGO 4 -USO DO SIMULADOR PHET COLORADO COMO FERRAMENTA TECNOLÓGICA INCLUSIVA NO ENSINO DE MATEMÁTICA: POTENCIALIDADES PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA) E NEUROTIPÍCOS

O quinto capítulo refere-se ao 4º. artigo, cuja finalidade é investigar o impacto do uso do simulador interativo PhET no ensino de frações — com ênfase nas operações de multiplicação e divisão — para alunos do Ensino Fundamental.

RESUMO

O uso do simulador PhET Colorado tem se consolidado como um importante recurso para superar dificuldades de aprendizagem no ensino de Matemática, especialmente para alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), que apresentam déficits sociocomunicativos. Este estudo teve como objetivo investigar o impacto do uso do simulador interativo PhET no ensino de frações, com ênfase nas operações de multiplicação e divisão, para alunos do Ensino Fundamental. Foi realizada pesquisa experimental com 157 estudantes de uma escola pública de Cananeia, São Paulo, divididos em dois grupos: grupo 1 (G1), composto por 99 alunos (95 neurotípicos e 4 com TEA), que tiveram aulas convencionais; e grupo 2 (G2), composto por 58 alunos (54 neurotípicos e 4 com TEA), que utilizaram o simulador PhET. Os resultados indicam que o uso do simulador oferece benefícios significativos para todos os alunos, sobretudo para aqueles com TEA, ao estimular a aprendizagem por meio de atividades visuais e interativas. Conclui-se que ferramentas tecnológicas como o PhET reduzem a sobrecarga cognitiva e ampliam a percepção de fenômenos matemáticos, tornando as aulas mais dinâmicas e favorecendo a autonomia e o pensamento crítico, especialmente no ensino de frações.

Palavras-chave: Simulador PhET. Matemática. Transtorno do Espectro Autista.

.

ABSTRACT

The use of the PhET Colorado simulator has been consolidated as an important resource for overcoming learning difficulties in mathematics teaching, especially for students with Autism Spectrum Disorder (ASD), who present socio-communicative deficits. This study aimed to investigate the impact of using the interactive PhET simulator in teaching fractions, with an emphasis on multiplication and division, to elementary school students. An experimental study was conducted with 157 students from a public school in Cananeia, São Paulo, divided into two groups: Group 1 (G1), composed of 99 students (95 neurotypical and 4 with ASD), who attended conventional classes; and Group 2 (G2), composed of 58 students (54 neurotypical and 4 with ASD), who used the PhET simulator. The results indicate that the

simulator offers significant benefits for all students, especially for those with ASD, by encouraging learning through visual and interactive activities. It is concluded that technological tools such as PhET reduce cognitive overload and enhance the perception of mathematical phenomena, making classes more dynamic and fostering autonomy and critical thinking, particularly in the teaching of fractions.

Keywords: PhET Simulator. Mathematics. Autism Spectrum Disorder.

1 INTRODUÇÃO

No contexto educacional, alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) podem apresentar déficits em habilidades sociocomunicativas, o que influencia a comunicação e a construção de relacionamentos interpessoais, comprometendo, consequentemente, a aquisição de conhecimento. Por apresentarem padrões que, muitas vezes, limitam seus interesses e a realização de determinadas atividades, esses indivíduos necessitam de constante estímulo para ampliar a percepção e o engajamento com o conteúdo trabalhado em sala de aula. Nesse cenário, o ensino de Matemática torna-se desafiador, pois muitos estudantes com TEA apresentam limitações na compreensão conceitual e lógica (Silva; Reis, 2024).

Estudos indicam que, além das limitações na comunicação verbal, alunos com TEA podem apresentar dificuldades de aprendizagem relacionadas à compreensão de conceitos básicos de adição e subtração (Mendes; Vasconcelos; Cavalcante, 2024), à abstração e interpretação de problemas (Lima *et al*., 2025) e até mesmo ao raciocínio lógico e à compreensão de fenômenos mais complexos (Araújo, 2023). Ressalta-se que essas limitações variam de acordo com a rigidez cognitiva de cada indivíduo e com os três níveis de suporte previstos para o transtorno, que podem demandar apoio muito substancial, apoio substancial ou apenas apoio (Santos, 2024).

O uso do simulador PhET Colorado tem sido reconhecido como um importante aliado para superar tais dificuldades, favorecendo a personalização do ensino e oferecendo atividades que desenvolvem novas habilidades e contemplam as preferências individuais dos estudantes. Trata-se de um recurso que contribui para a valorização de um espaço educativo inclusivo e adaptado (Silva *et al*., 2024). Pesquisas apontam a eficiência do PhET para que alunos com TEA explorem conceitos matemáticos de multiplicação, fatoração e divisão, auxiliando-os na

compreensão de fenômenos práticos. Além de aprimorar a precisão nos cálculos, a elevada interatividade das atividades mostrou-se essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia (Silva *et al*., 2024).

A literatura científica sobre o uso de simulações no ensino de Matemática para alunos com TEA ainda é escassa e carece de investigações mais aprofundadas. Contudo, estudos existentes indicam que simuladores como o PhET Colorado possibilitam aulas interativas e dinâmicas, apoiando a educação inclusiva, uma vez que contribuem para a superação de barreiras e dificuldades de aprendizagem, tornando o processo mais atrativo e acessível (Bottino; Amorim, 2024; Silva *et al*., 2024).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste estudo é investigar o impacto do uso do simulador interativo PhET no ensino de frações, com ênfase nas operações de multiplicação e divisão, para alunos do Ensino Fundamental. Os objetivos específicos são: analisar se houve progresso dos estudantes após o uso do simulador; verificar se o desempenho acadêmico foi impactado de forma distinta entre alunos com e sem TEA; e destacar a importância do simulador como recurso para o ensino de Matemática.

2 METODOLOGIA

Para a análise estatística dos resultados, empregaram-se métodos quantitativos com o objetivo de verificar a eficácia do uso do simulador PhET no ensino de frações. Inicialmente, aplicou-se o teste *t* para amostras pareadas, a fim de analisar as diferenças entre os desempenhos pré e pós-intervenção dentro de cada grupo (G1 e G2). Esse teste foi selecionado por ser adequado à comparação de uma mesma amostra em dois momentos distintos, garantindo maior precisão na detecção de variações decorrentes da intervenção.

Adicionalmente, utilizou-se o teste *t* para amostras independentes, com o propósito de comparar os desempenhos entre os grupos controle e experimental. Para uma análise mais abrangente, foi conduzida uma ANOVA fatorial 2x2, considerando os fatores “Grupo” (controle vs. experimental) e “Condição” (com e sem TEA), a fim de identificar possíveis interações significativas entre as variáveis. Todas as análises foram realizadas com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), e os tamanhos de efeito foram calculados por meio do coeficiente *d* de Cohen.

Os dados foram organizados em tabelas, e aplicou-se um questionário com escala Likert para análise descritiva da percepção dos alunos (Anexo E). A pesquisa, de caráter experimental, teve como finalidade compreender o uso do simulador PhET no ensino de frações para alunos do Ensino Fundamental, com atenção especial ao processo de aprendizagem de estudantes com TEA.

Antes da intervenção, os participantes foram submetidos a uma avaliação diagnóstica, com o intuito de identificar o nível de compreensão prévia sobre os conteúdos de Matemática abordados e mensurar a situação inicial de cada aluno (Anexo C).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), sob o parecer nº 7.536.745 (Anexo F).

2.1 AMOSTRA

Na primeira etapa, a amostra foi composta por 172 alunos; entretanto, nem todos participaram das etapas subsequentes. Assim, a amostra final foi constituída por 157 estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, do 6º ano à 2ª série, de uma escola pública localizada no município de Cananeia, São Paulo. Dentre esses alunos, 10 possuíam diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA), nível 1 de suporte, eram alfabetizados e já haviam estudado o conteúdo de frações.

Após a avaliação diagnóstica, realizou-se uma divisão probabilística dos participantes, classificando-os em dois grupos:

- **Grupo 1 (G1):** composto por 99 alunos (95 neurotípicos e 4 com TEA), que tiveram aulas convencionais.
- **Grupo 2 (G2):** composto por 58 alunos (54 neurotípicos e 4 com TEA), que utilizaram o simulador PhET.

Após a intervenção, o G1 também utilizou o simulador PhET, garantindo que todos os estudantes tivessem acesso à ferramenta pedagógica.

2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os critérios de inclusão envolveram: alunos matriculados regularmente, com ou sem diagnóstico de TEA, desde que apresentassem capacidade cognitiva e

motora adequada para realizar as atividades propostas; e estivessem aptos a utilizar dispositivos eletrônicos, com ou sem assistência pedagógica.

Os critérios de exclusão compreenderam: alunos que não pudessem participar regularmente das atividades, seja por problemas de saúde, ausência de consentimento dos responsáveis ou limitações que inviabilizassem o uso das ferramentas interativas; e alunos cujos responsáveis não autorizassem a participação no estudo.

2.3 PROCEDIMENTOS

A pesquisa foi desenvolvida em sete etapas:

Etapa 1 – Avaliação inicial do conhecimento matemático: permitiu identificar a necessidade de adaptações no conteúdo, assegurando que todos os participantes estivessem no mesmo nível de compreensão antes da intervenção. Os dados obtidos serviram como referência para comparação do progresso dos alunos ao longo do estudo.

Etapa 2 – Aula teórica sobre frações: ministrada para G1 e G2, com o objetivo de revisar conceitos fundamentais, como leitura, representação, equivalência, multiplicação e divisão de frações. A metodologia foi tradicional, utilizando quadro e recursos visuais (cartazes e slides). Ao final, aplicou-se uma avaliação diagnóstica (Anexo C).

Etapa 3 – Intervenção com o PhET (G2): os alunos utilizaram o simulador em atividades interativas de frações, manipulando formas e números para realizar operações de multiplicação, divisão, adição e subtração. A atividade foi realizada em computadores ou tablets, com acompanhamento de professor e assistente pedagógico.

Etapa 4 – Avaliação convencional: aplicada a todos os alunos (G1 e G2).

Etapa 5 – Intervenção com o PhET (G1): o grupo controle realizou as mesmas atividades que o G2 havia feito na Etapa 3.

Etapa 6 – Pós-teste e comparação de resultados (Anexo D): aplicado a todos os alunos, com e sem TEA, contendo questões de múltipla escolha e abertas sobre operações com frações. Os resultados foram comparados ao pré-teste para avaliar o impacto do uso do PhET no desempenho acadêmico.

Etapa 7 – Análise estatística:

- Verificação da eficácia do uso do PhET no ensino de frações (multiplicação, divisão, adição e subtração) em alunos com e sem TEA, comparando grupos de intervenção e controle.
- Comparação do desempenho acadêmico entre os grupos, analisando o progresso entre pré e pós-teste.
- Investigação da interação entre TEA, gênero e desempenho acadêmico.

Para essa análise, aplicou-se o teste *t* para amostras pareadas (comparação pré e pós-intervenção dentro de cada grupo) e o teste *t* para amostras independentes (comparação entre grupos). Utilizou-se também ANOVA fatorial 2x2, considerando os fatores “Grupo” (controle vs. experimental) e “Condição” (com e sem TEA), para identificar interações significativas. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$), e os tamanhos de efeito foram calculados pelo coeficiente *d* de Cohen.

Os dados foram organizados em tabelas e complementados por um questionário com escala Likert para análise descritiva da percepção dos alunos (Anexo E). Antes da intervenção, todos os participantes realizaram avaliação diagnóstica para identificar o nível de compreensão prévia sobre os conteúdos abordados (Anexo C).

3 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados referentes à primeira etapa da avaliação diagnóstica, cujo objetivo foi verificar o nível de conhecimento matemático dos grupos G1 e G2 antes da intervenção com o simulador PhET. Foram aplicadas cinco questões, cada uma com valor de 2 pontos, totalizando 10 pontos possíveis.

Tabela 1 – Avaliação diagnóstica inicial (ANEXO C)

Salas de aulas	Quantidade de alunos que obtiveram as notas (0 a 10) sendo peso 2 cada questão.						**Total de alunos**
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	
1A	1	4	11	3	2	0	21
1B	2	6	14	2	2	0	26
2A	0	5	10	1	0	0	16
6A	0	6	4	1	0	0	11
6ª DINO	5	8	12	1	0	0	26
6B DINO	1	14	8	3	1	0	27
9B	2	9	2	7	0	1	21

9A	2	7	8	6	1	0	24
Total de alunos							**172**

A Tabela 2 apresenta as notas obtidas por 58 alunos que participaram de aula teórica explicativa, complementada pelo uso do simulador PhET Colorado. Foram aplicadas cinco questões, cada uma com valor de 2 pontos, totalizando 10 pontos possíveis.

Tabela 2 – Avaliação das turmas que tiveram aula teórica explicativa e apoio do PhET Colorado

Salas de aulas	Quantidade de alunos que obtiveram as notas (0 a 10) sendo peso 2 cada questão.						**Total de alunos**
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	
6A	1	0	4	4	6	0	15
1B	0	0	8	3	0	6	17
2A	0	0	6	5	0	0	11
1A	0	0	3	9	3	0	15
Total de alunos							**58**

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos por 99 alunos que participaram de aula teórica explicativa, sem o apoio do simulador PhET Colorado. As atividades aplicadas foram compostas por cinco questões, cada uma com valor de 2 pontos, totalizando 10 pontos possíveis.

Tabela 3 – Avaliação das turmas que tiveram aula teórica explicativa sem apoio do PhET Colorado

Salas de aulas	Quantidade de alunos que obtiveram as notas (0 a 10) sendo peso 2 cada questão.						**Total de alunos**
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	
6 A	0	3	10	11	2	0	26
6B	2	4	7	10	1	1	25
9A	0	5	14	4	5	0	28
9B	0	0	4	10	4	2	20
Total							**99**

A Tabela 4 apresenta a quantidade de acertos obtidos pelos alunos em cada questão, antes e após a realização da aula teórica explicativa e da utilização do simulador PhET Colorado. Os resultados indicam aumento no número de acertos após o uso da ferramenta. Observa-se que a questão 1, relacionada à multiplicação, e a questão 5, que envolvia o uso de imagem, registraram maior número de

respostas corretas, sugerindo que o emprego de recursos visuais contribuiu para facilitar a compreensão do conteúdo e favorecer a aprendizagem.

Tabela 4 – Quantidade de acertos por questões

Questão	Acertos	Com aula teórica e simulador PhET
1	137	144
2	23	61
3	33	46
4	19	49
5	88	132

As análises indicam que todos os alunos que receberam apoio do simulador PhET apresentaram desempenho superior em comparação àqueles que participaram apenas de aulas teóricas explicativas.

Os dados a seguir referem-se especificamente aos resultados obtidos por alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) que participaram das atividades. Na pesquisa, quatro turmas, cada uma com um aluno com TEA, seguiram o seguinte procedimento: foram ministradas quatro aulas para cada turma, sendo a primeira destinada à aplicação de uma atividade diagnóstica inicial; a segunda, a uma aula teórica com explicação dos conceitos de fração; a terceira, à utilização do simulador PhET; e a quarta, à aplicação de uma nova atividade diagnóstica.

Nas outras quatro turmas, o processo consistiu em: aplicação da atividade diagnóstica na primeira aula; realização de aula teórica na segunda; e aplicação da avaliação diagnóstica final na terceira. Para a Turma A, que utilizou o simulador, foram ministradas 16 aulas no total; já para a Turma B, sem uso do simulador, foram ministradas 12 aulas.

A Tabela 5 apresenta a quantidade de acertos obtidos pelos alunos com TEA da Turma A, antes e após a intervenção com o simulador PhET. Observa-se um aumento expressivo no número de acertos após o uso da ferramenta, com destaque para um estudante que obteve 100% de acertos.

Tabela 5 – Turma A que recebeu apoio do simulador PhET

Turma A	Antes	Depois	Aumento em %
Aluno HS	2	6	(6-2) /2= 2x100=200
Aluno MR	2	6	(6-2) /2=2x100=200

Aluno DL	2	8	(8-2) /2=3x100=300
Aluno ME	2	10	(10-2) /2=4x100= 400

A Tabela 6 ilustra os resultados obtidos pelos alunos com TEA, da turma B, que receberam apenas aula teórica explicativa, sem apoio do simulador PhET. Foi possível observar que apenas um aluno obteve o aumento nos acertos após receber a aula teórica explicativa.

Tabela 6 – Turma B que recebeu apenas aula teórica explicativa, sem apoio do simulador PhET

Turma B	**Antes**	**Depois**	**Aumento em %**
Aluno LN	2	2	(2-2) /2= 0x100=0
Aluno DS	6	6	(6-6) /2=0x100=0
Aluno ME	2	6	(6-2) /2=2x100=200
Aluno HL	6	6	(6-6) /2=0x100=0

Para avaliar a eficácia da intervenção, foi aplicado um teste de desempenho antes (pré-teste) e após (pós-teste) a realização das atividades com ou sem o simulador, Tabela 5.

A Tabela 7 resume os resultados obtidos por meio do teste t de Student para o grupo G2 completo (alunos que utilizaram o simulador PhET).

Tabela 7 – Estatísticas do teste t (G2 neurotípicos e TEA).

Grupo	**n**	**t**	**p**	**d (Cohen)**	**Efeito**
G2 – TEA	4	5,77	< 0,01	2,89	Muito forte
G2 – Neurotípicos	115	4,12	< 0,001	0,61	Moderado
G1 – Todos	38	n.s.	—	—	Sem ganho

ns = não significante.

Os resultados (Tabela 7) demonstram que os alunos com TEA do grupo experimental (G2) apresentaram ganho de desempenho altamente significativo, com $t(3) = 5,77$, $p < 0,01$, e tamanho de efeito de Cohen's $d = 2,89$, indicando um efeito muito forte da intervenção. Entre os alunos neurotípicos do mesmo grupo, também foi observado ganho significativo: $t_{(114)} = 4,12$, $p < 0,001$, com $d = 0,61$, caracterizando um efeito moderado a forte. No grupo controle (G1), os resultados não evidenciaram diferença estatisticamente significativa entre os momentos de avaliação, sugerindo que a metodologia tradicional foi menos eficaz.

A Tabela 8 apresenta os fatores considerados na análise de variância (ANOVA), que são variáveis independentes categóricas testadas para verificar se influenciam a variável dependente (neste caso, o desempenho acadêmico). Os dois fatores avaliados foram:

Grupo: G1 (aula tradicional, sem PhET) e G2 (com apoio do simulador PhET);

Condição: presença ou ausência de TEA (Transtorno do Espectro Autista).

Esses fatores permitiram comparar as médias de desempenho entre diferentes combinações de grupo e condição.

Tabela 8 – ANOVA fatorial 2x2: Grupo x Condição (TEA ou não)

Fatores	***F***	***p***
Grupo (G1 vs G2)	17,48	< 0,001
Grupo x Condição TEA	3,82	0,052

A ANOVA fatorial 2x2 revelou um efeito principal significativo para o uso do simulador PhET ($F_{(1, 155)} = 17,48$, $p < 0,001$), demonstrando que, independentemente da condição TEA, o grupo que utilizou a ferramenta obteve desempenho superior. Além disso, foi observada uma interação marginalmente significativa entre os fatores Grupo e Condição ($F_{(1, 155)} = 3,82$, $p = 0,052$), sugerindo que o benefício do simulador foi mais pronunciado entre os alunos com TEA, embora esse valor de p esteja muito próximo do limiar de significância (0,05)

A avaliação do questionário sobre a aplicação do PhET Colorado foi feitopor 70 alunos para avaliar o engajamento dos alunos baseado na escala Likert (1 a 5), abordando aspectos como clareza conceitual, motivação, interesse e percepção de aprendizagem, Tabela 7. Sendo: 1 = **Muito insatisfeito** 2 = **Insatisfeito** 3 = **Neutro** 4 = **Satisfeito** 5 = **Muito satisfeito.**

Tabela 9 – Aplicação do questionário de engajamento*

Questão	Nota 5	Nota 4	Nota 3	Nota 2	Nota 1	Alunos
1	20	25	18	5	2	70
2	24	21	23	1	1	70
3	15	20	28	4	3	70
4	27	19	14	7	1	68
5	37	20	11	1	0	69
6	21	16	25	7	0	69
7	22	19	19	6	2	68
8	14	18	24	11	1	68
9	33	19	15	1	1	69
10	14	27	19	5	4	69
11	26	18	18	5	3	70
12	22	25	17	3	1	68
13	29	18	13	7	2	69
14	19	21	17	7	5	69
15	29	17	16	3	5	70

* três alunos entregaram em branco.

Os resultados descritivos mostraram uma média geral de satisfação de 4,2 (DP = 0,68), com destaque para os itens relacionados à compreensão dos conceitos e maior motivação em sala de aula. A maioria dos alunos classificou a experiência como muito satisfatória e relatou preferência pelo uso do PhET em relação ao ensino tradicional, inclusive recomendando seu uso para outras disciplinas.

A Tabela 9ilustra que, nos aspectos cognitivos, a maioria dos alunos permaneceu muito satisfeito e satisfeito com o uso do simulador PhET, que auxiliou os mesmos no entendimento dos conceitos matemáticos e na resolução dos problemas, visto que esta ferramenta contribuiu com a ampliação das possibilidades de desenvolvimento do pensamento crítico. Além disso, os alunos se demonstraram confiantes durante a realização das atividades, se mantendo muito satisfeitos e satisfeitos em participar da experiência.

Com relação aos aspectos comportamentais, as notas aferidas por grande parte dos alunos, demonstraram também que eles solicitaram ajuda quando tiveram dúvidas, seguiram as instruções que o professor transmitiu e se sentiram motivados em continuar aprendendo sobre frações.

Este questionário também buscou comparar os sentimentos dos alunos perante a experiência apoiada pelo simulador PhET com as aulas tradicionais. Identificou-se que a maioria dos alunos considera mais fácil obter o aprendizado com suporte da ferramenta e ser mais rápido a realização do exercício. Outros aspectos que mantiveram os aprendizes muito satisfeitos e satisfeitos estiveram associados com os fatos de que preferem aprender os conceitos matemáticos com atividades interativas como o PhET, pois faz com que se mantenham motivados durante as aulas, recomendando inclusive, o simulador para uso em outras matérias.

Diante das informações coletadas em todas as etapas, o presente estudo demonstrou que as aulas interativas com apoio do simulador propiciaram oportunidades de experimentação a todososalunos, e sobretudo, o desenvolvimento do pensamento reflexivo e autônomo nos processos matemáticos abordados. Observou-se ainda que os alunos, ao utilizarem a ferramenta, se mantiveram motivados e engajados durante as atividades.

Especificamente, para os alunos autistas, a simulação propiciou a construção de um ambiente estimulante para que os alunos explorassem os fenômenos matemáticos. Com isso, houve o aprimorando de suas habilidades cognitivas, o que favoreceu o entendimento das operações de multiplicação e divisão, no ensino de frações, para a obtenção da aprendizagem significativa.

O PhET é uma ferramenta de simulação interativa que facilita a compreensão de conceitos abstratos por meio de representações visuais e práticas. O uso dessa ferramenta permitiu que tanto os alunos neurotípicos quanto os com TEA visualizassem as frações de maneira dinâmica, manipulando-as para entender como as operações de multiplicação e divisão funcionam, aumentando o número de acertos das questões no pós-teste, quando comparados com o pré-teste.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta investigação reforçam que o uso do simulador PhET no ensino de Matemática oferece benefícios significativos para alunos neurotípicos e, principalmente, para aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA), estimulando-os a aprender por meio de atividades visuais e interativas. A adoção de ferramentas tecnológicas como o PhET contribui para reduzir a sobrecarga cognitiva e ampliar a percepção dos alunos com TEA em relação aos

fenômenos matemáticos, tornando as aulas mais dinâmicas e favorecendo o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico na resolução de problemas, com destaque para o ensino de frações, foco deste estudo.

Verificou-se, ainda, que a maioria dos estudantes demonstrou-se satisfeita ou muito satisfeita com o uso do simulador em sala de aula, apontando benefícios tanto nos aspectos cognitivos quanto nos comportamentais. Os alunos relataram que a ferramenta facilita a compreensão dos conceitos matemáticos, tornando a resolução de exercícios mais simples e ágil. Durante a aplicação do PhET, observaram-se maior confiança, motivação e engajamento em comparação às aulas tradicionais, o que levou os participantes a indicarem seu uso não apenas para Matemática, mas também para outras disciplinas.

Destaca-se a importância de políticas públicas que integrem tecnologias educacionais, como o simulador PhET, ao currículo escolar, visando à promoção de um ambiente de aprendizagem mais interativo e adaptado às necessidades dos estudantes com TEA. A ausência de diretrizes nacionais que orientem a aplicação de ferramentas como o PhET, a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual evidencia uma lacuna que deve ser suprida por meio de investimentos em formação continuada de professores e atualização das práticas pedagógicas. Nesse sentido, este estudo pode servir como subsídio para formulações e revisões de políticas públicas educacionais voltadas à inclusão e à inovação tecnológica no ensino de ciências exatas.

Conclui-se que o simulador PhET Colorado é um recurso valioso para o ensino de Matemática, contribuindo para a construção de um ambiente de aprendizagem interativo e adaptado, especialmente para alunos autistas que apresentam níveis reduzidos de interesse e percepção em relação ao conteúdo trabalhado em sala de aula. Espera-se que este estudo forneça subsídios para que futuras pesquisas aprofundem a análise da inserção dessa ferramenta no processo educativo, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, adaptado e significativo.

Considerando a escassez de estudos na área, é pertinente a realização de novas investigações científicas que abordem a aplicação do simulador PhET no contexto educacional, uma vez que a ferramenta apresenta elevado potencial para apoiar o ensino de disciplinas com conteúdos complexos e de compreensão desafiadora, como a Matemática.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. S. **Desafios do ensino da matemática para estudantes autistas no contexto da pandemia durante o ensino remoto.** 77f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2023. Disponível em: http://repositorio.ufpi.br:8080/bitstream/handle/123456789/3517/Dissertacao%20Amanda.pdf?sequence=1. Acesso em: 28 de jun. 2025

BOTTINO, A. G.; AMORIM, I. A. Estratégias pedagógicas inclusivas: ensinando divisão a um estudante com autismo. **Revista Femass**, n. 8, p. 33-45, 2024.

LIMA, A. R. G.; GOMES, S. P.; COLARES, F. R. B.; DIAS, G. N.; BARRETO, S. R. C.; ROCHA, H. O.; REIS, C. P.; ARAÚJO, J. C. O.; SILVA JÚNIOR, W. L.; SILVA FILHO, A. C.; PERRONE, A. C.; DIAS, H. S. R. O ensino da matemática para os alunos com transtorno do espectro autista. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 5, p. 1-23, 2025.

MENDES, M. J. P.; VASCONCELOS, K. C.; CAVALCANTE, L. A. O ensino de matemática para estudantes com autismo do 3º ano do ensino fundamental. **Revista Exitus,** v. 14, p. 1-22, 2024.

SANTOS, A. L. Os desafios da educação matemática para incluir os estudantes com transtorno do espectro autista. **Revista Foco**, v. 17, n. 7, p. 1-14, 2024.

SILVA, C. R. M.; REIS, D. C. A.; SILVA, A. O.; FERREIRA, W. S.; FERREIRA, W. S. O impacto do uso do simulador PhETSimulations como tecnologia assistiva no ensino de matemática para alunos autistas. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 6, p. 1-11, 2024

SILVA, C. R. M.; REIS, D. C. A.; SILVA, A. O.; FERREIRA, W. S. **O uso do simulador PhET no ensino da aritmética para alunos com transtorno do espectro autista (TEA).** 2024b. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV196_MD4_ID3294_TB886_19052024085228.pdf Acesso em: 28 de jun. 2025

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**, v. 6, n. 2, p. 1-15, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações apresentadas nesta dissertação evidenciam que a Educação Inclusiva busca atender às necessidades de todos os alunos, beneficiando, em especial, aqueles que apresentam limitações de aprendizagem, como os estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Essa abordagem possibilita o desenvolvimento de estratégias pedagógicas flexíveis e o uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática. No entanto, esse processo enfrenta inúmeros desafios, entre os quais se destacam as barreiras comunicativas, as atitudes estereotipadas e a falta de preparo de alguns profissionais para lidar com as dificuldades educacionais desses alunos. Tal cenário reforça a essencialidade de investir na capacitação continuada dos docentes, a fim de ampliar as oportunidades de aprendizagem da Matemática para estudantes com TEA.

O uso de simuladores tem se mostrado eficaz na aplicação de metodologias ativas, promovendo a aprendizagem por meio de simulações interativas e atividades dinâmicas, favorecendo uma postura mais ativa dos educandos. As ferramentas tecnológicas contribuem para o ensino da Matemática ao permitir a personalização das estratégias pedagógicas e a melhor contextualização dos conteúdos, ampliando as possibilidades de desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos alunos.

A presente pesquisa indica que o simulador PhET Colorado é uma ferramenta eficaz e viável para aplicação no ensino da Matemática, tanto para alunos neurotípicos quanto, principalmente, para aqueles com TEA, sendo inclusive recomendado pelos próprios estudantes para uso em outras disciplinas de maior complexidade. A investigação, que analisou o impacto do uso desse simulador no ensino de frações — com ênfase nas operações de multiplicação e divisão — para alunos do Ensino Fundamental e Médio, demonstrou que atividades interativas e dinâmicas, associadas a recursos visuais e possibilidades de experimentação, favorecem a construção do pensamento crítico.

Os resultados mostraram que o uso do simulador aumenta a percepção dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados, promove maior engajamento durante as aulas e contribui para o desenvolvimento da autonomia, fortalecendo ambientes de aprendizagem mais inclusivos e adaptados.

Por outro lado, diante da escassez de estudos na área, torna-se pertinente a realização de novas investigações científicas sobre a aplicação dessa ferramenta no

contexto educacional, orientadas por políticas públicas mais inclusivas. O simulador apresenta elevado potencial para apoiar o ensino de disciplinas com conteúdos complexos e de compreensão desafiadora, como a Matemática.

Pesquisas que considerem essa perspectiva podem contribuir significativamente para o aprimoramento das práticas pedagógicas e para o fortalecimento de um processo de ensino-aprendizagem inclusivo, fornecendo embasamento teórico e metodológico sobre o uso de tecnologias educacionais como política pública voltada a todos os alunos, com e sem TEA. Além disso, possibilitam aprofundar a análise dos efeitos das simulações na promoção do desenvolvimento cognitivo, da autonomia, da construção do pensamento crítico e do engajamento dos estudantes com TEA no contexto escolar.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.** Brasília, DF: MEC/SEESP, 2008. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação – PNE 2014-2024**: Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Disponível em: https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014. Acesso em: 10 de out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. *Tecnologias digitais na educação: contribuições para a formação de professores.* Brasília, DF: MEC, 2021.

FONTES, A. S.; CARGNIN, C.; SILVA, D. F.; COSTA, E. F.; SANTOS, O. R.; RAMOS, O. R.; BATISTA, M. C.; SCHWERZ, R. C. A importância da formação continuada de professores sobre o uso de recursos tecnológicos no ensino presencial e híbrido. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS – CIET: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA – ENPED**, 6., 2024, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2024. Disponível em: https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/13/11. Acesso em: 16 out. 2024.

IANNONE, F.; GIANSANTI, D. BreakingBarrier – The Intersectionof AI andAssistive Technology in AutismCare: A Narrative Review. **Journal of Personalized Medicine**, v. 14, n. 1, p. 41, 2024.

QUARTIERI, M. T.; DULLIUS, M. M.; NEIDE, I. G.; PADILHA, T. A. F.; HALMENSCHLAGER, R. B. Formação Continuada para Professores de Física e de Matemática: Possibilidade de Integração de Recursos Tecnológicos na Prática Pedagógica.**JIEEM**, v. 11, n. 2, p. 111-119, 2018.

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**, v. 6, n. 2, p. 1-15, 2024.

STUART, A.; VAN HANDEL, S**.** Using technology to enhance learning for students with autism spectrum disorders. In: BAKKEN, J. P.; OBIAKOR, F. E. (org.). ***Using technology to enhance special education*** *(Advances in Special Education, v. 37).* Leeds: Emerald Publishing Limited, 2023. p. 105–123.

UNESCO. **Global Education Monitoring Report 2023:** technology and education. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723Acesso em: 08 de set. 2024.

APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE O ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Autor(es)	Título do Artigo	Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
Alexandre e Victer	Autismo No Âmbito Da Formação De Professores De Matemática e o Relacionamento em Sala de Aula	2023	Mostrar qual a relevância da abordagem do tema dentro da formação de professores.	Pesquisa descritiva e qualitativa	A profissional entrevistada não obteve em seu curso de licenciatura, nenhum tipo de disciplina em sua grade curricular que pudesse lhe trazer, nem o mínimo de conhecimento, a respeito de alunos em condições especiais em sala de aula.	O professor que ensina matemática deve refletir sobre a necessidade de estar preparado quando se depara com alunos com TEA em sala de aula, buscando formação complementar.
Azevedo, Marçal e Vasconcelos	Integração da Cultura Maker nas aulas de Matemática para alunos com transtorno do espectro autista (TEA): uma revisão sistemática da literatura	2024	Apresentar uma visão geral da integração da Cultura Maker no ensino de matemática para alunos com TEA.	Revisão sistemática da literatura	Mostraram a importância da Cultura Maker nas aulas de matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista, visto que a sua aplicação se mostrou crucial no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.	Ressalta a urgência de mais estudos sobre a aplicação da Cultura Maker no ensino de matemática para TEA, visando novas abordagens.
Callegari et al.	Tecnologias Digitais nos processos de ensino e de aprendizagem para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA): Uma revisão sistemática da literatura.	2023	Fazer um levantamento o sobre o que se tem pesquisado sobre o uso das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem da matemática dos estudantes com TEA.	Revisão sistemática da literatura	Embora tenha - se percebido um tímido crescimento de interesse a partir de 2022, notou-se que há uma escassez no número de publicações relacionadas a temática.	Há um vasto campo de investigação em relação ao uso de tecnologias assistivas digitais na educação de estudantes autistas.
Canassa e Borges	Concepções do Transtorno do Espectro Autista - TEA: uma análise de	2021	Identificar e analisar as concepções acerca do TEA	Revisão sistemática da literatura	Estudantes autistas possuem potencial de desenvolvimento para a	As concepções encontradas nos textos se traduzem em parte da

Autor(es)	Título do Artigo	Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
	trabalhos acadêmicos na perspectiva do ensino e da aprendizagem de Matemática		presentes nas pesquisas sobre o ensino e a aprendizage m de Matemática para esses estudantes		aprendizagem de Matemática, quando consideradas suas especificidades, além de poder aprender por meio das relações sociais.	realidade, isto que há uma pluralidade de constituições de sujeitos autistas e das múltiplas realidades.
Coelho Neto e Alves	Do ensino de matemática à educação inclusiva: um olhar nas tecnologias digitais para alunos com transtorno do espectro autista	2023	Mapearas tecnologias digitais que estão sendo utilizadas para o ensino de Matemática para alunos autistas.	Revisão sistemática da literatura	Somente 5 trabalhos foram contemplados pela stringgerada dos 16.792 trabalhos disponíveis na biblioteca analisada.	Indica a necessidade de desenvolver materiais que tecem essa temática; principalmente para as escolas públicas brasileiras, que abarca a inclusão de forma a garantir o direito de todos.
Cruz e Moreira	Revisão sistemática sobre feedback da avaliação de Matemática para estudantes com Transtorno do Espectro Autista de 2012-2021	2022	Identificar teses e dissertações brasileiras que, entre 2012 e 2021, abordaram o. feedbackda avaliação no ensino e aprendizage m da matemática na perspectiva inclusiva dos estudantes com TEA.	Revisão sistemática da literatura	Reforça uma necessidade de realizar estudos que abordem o feedback em prol de uma avaliação mediadora no ensino e aprendizagem da matemática.	Estes estudos podem contribuir tanto para a inclusão de estudantes com TEA, como para os demais, que apresentam ou não alguma necessidade educacional específica.
D'ávila *et al.*	Percepções de professores de matemática do ensino regular quanto à formação na área de educação inclusiva	2023	Identificar as percepções de professores de matemática de Joinville/SC quanto a formação na área de educação inclusiva.	Pesquisa qualitativa e quantitativa	Os docentes têm carências formativas na área de educação inclusiva, no acesso a materiais didáticos e a informações relevantes para o ensino de estudantes que são o público-alvo da educação especial.	Fica expresso a importância de proporcionar aos docentes o acesso a formação continuada e a ferramentas para que atuem no ensino regular na perspectiva da educação inclusiva.

Autor(es)	Título do Artigo	Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
Ferreira, Cargnin e Frizzarini	O estudante com TEA e a aula de matemática: interações entre leitura científica e a prática docente	2020	Apresentar um levantamento bibliográfico sobre o ensino de Matemática a alunos com TEA.	Revisão sistemática da literatura	Há a escassez de publicações acerca do ensino de matemática voltado para alunos adolescentes autistas, bem como, a necessidade de ampliar as discussões sobre esse assunto, que indicaram ações profícuas.	É necessário o professor conquistar a confiança do estudante, trabalhar principalmente com representações gráficas ou figurais e ser objetivo e sintético nas atividades planejadas para as aulas de Matemática.
Müller e Menzes	Tecnologias Educacionais acessíveis para apoiar o Ensino de Matemática: Uma Revisão Sistemática de Literatura	2021	Apresentar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) sobre o uso de Arquiteturas Pedagógicas (A.P) e tecnologias para apoiar o ensino de matemática a educandos com TEA e Deficiência Intelectual.	Revisão sistemática da literatura	É incipiente o número de pesquisas sobre o uso de tecnologias para apoiar a construção de conhecimentos matemáticos para sujeitos com TEA e/ou Deficiência Intelectual.	Especificament e do ensino de álgebra mediados por tecnologias os resultados foram mais escassos, sendo localizado apenas um trabalho nesta área de ensino e os demais tratava-se das quatro operações matemáticas.
Obnesorg*et al.*	O uso de tecnologias assistivas para promover a inclusão de alunos com TEA na aprendizagem matemática: estratégias e desafios	2024	Investigar como as tecnologias assistivas podem ajudar alunos com TEA a superar as dificuldades na aprendizage m matemática.	Pesquisa bibliográfica qualitativa	Estas tecnologias promovem um ambiente de aprendizagem mais acessível e adaptado às necessidades específicas dos alunos com TEA.	As tecnologias assistivas são fundamentais para a educação inclusiva, oferecendo suporte individualizado e melhorando a interação e o desempenho acadêmico dos alunos com TEA
Pereira e Barwaldt	Gamificação como estratégia pedagógica para potencializar habilidadesmat emáticas para estudantes com	2022	Compreende r como o uso da gamificação pode abordar as habilidades matemáticas paraestudant	Revisão sistemática da literatura	Há diversas possibilidades de atividades gamificadas para opúblico autista, bem como o uso de jogos digitais,softwares, aplicativos,	O uso de tecnologias digitais por meio da gamificação éindicado aos estudantes com TEA, visto que estudantes com

Autor(es)	Título do Artigo	Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
	Autismo: uma revisão sistemática da literatura		es com TEA e seu engajamento no uso de ambientes digitais.		utilização deprogramas e criação de ambientes digitais.	esta especificidade tenha habilidades audiovisuais.
Santos	Os desafios da educação matemática para incluir os estudantes com transtorno do espectroautista	2024	Analisar os desafios da Educação Matemática para incluir os estudantes com TEA, nas aulas de matemática, nos diferentes níveis de escolaridade da educação básica.	Pesquisa bibliográfica	Existem poucas publicações científicas com a temática sobre o processo de ensino e aprendizagem de Matemática para alunos com TEA e os desafios gerados durante o andamento das aulas.	Há a necessidade de ampliar pesquisas acadêmicas na área da Educação Matemática Inclusiva para apontar os desafios e apresentar práticas que possam contribuir no processo efetivo de inclusão dos estudantes autistas nas aulas de matemática.
Santos	Um panorama das ações pedagógicas adotadas por professores que ensinam matemática para estudantes com TEA.	2024	Investigar as práticas pedagógicas que são adotadas por professores que ensinam matemática para estudantes com TEA, nos diferentes anos de escolaridade da Educação básica.	Pesquisa bibliográfica	Existem poucas pesquisascom a temática envolvendo açõespedagógicas que possam contribuir efetivamente no processo de ensino e aprendizagem de Matemática para alunos com TEA.	A falta de informação dos professores e gestores educacionais sobre o TEA e consequenteme nte das necessidades educacionais específicas dos estudantes autistas dificulta o processo de inclusão em sala de aula.
Santos Filho e Branco	Transtorno do espectro autista e educação inclusiva: Revisão integrativa de literatura	2023	Investigar o estado atual de discussões nacionais sobre a educação inclusiva de estudantes com TEA.	Revisão integrativa	O estudo expõe a dificuldade em relação ao ensino, da pouca proximidade dos educadores com a questão do diagnóstico e as barreiras atitudinais por parte deles.	Os estudos integrados estão direcionados para práticas mais humanizadas, acolhedoras, compreensivas e inclusivas em quaisquer ambientes que garantam

Autor(es)	Título do Artigo	Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
						educação para todos.
Santos e Teixeira	Acessibilidade na educação: utilizando o hiperfoco como ferramenta no aprendizado matemático por meio de atividades adaptadas	2024	Documentar o trabalho pedagógico/ docente das autoras para seus alunos da educação especial, mais especificamente no que se refere a alunos com TEA.	Pesquisa bibliográfica	Inseriresses alunos é papel de toda unidade escolar, incluindo o professor, que deve preparar atividades e provas adaptadas.	Trabalhar com o hiperfoco é uma saída proveitosae mostrou ser uma ferramenta útil para despertar o interesse do aluno no aprendizado da matemática.
Santos e Oliveira	O desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem da disciplina de matemática para alunos com transtorno do espectro autista: uma revisão integrativa	2024	Analisar como é desenvolvido o processo de ensino aprendizagem da disciplina de matemática para alunos com TEA, a partir da visão dos professores de dessa disciplina supondo que matemática éconsiderada como uma disciplina muito difícil de ser ensinada para crianças com TEA.	Pesquisa bibliográfica	Mostram uma insuficiência na formação inicial e continuada dos professores de matemática que dão aula para crianças com TEA.	São poucos os professores que utilizam de métodos diferenciados de ensino para crianças com TEA.
Santos *et al.*	O TEA e o uso dos jogos como ferramenta eficaz no ensino aprendizagem dematemática: reflexões teóricas	2023	Analisar a utilização dos jogos como uma ferramenta eficaz no ensino aprendizagem na disciplina de matemática aos alunos com TEA.	Revisão bibliográfica e qualitativa	Os jogos educativos são fortes aliados no desenvolvimento das capacidades intelectuais, pois proporcionam o ensino aprendizado e a interação com os alunos por meio da diversão, do entretenimento e no aspecto da	Isto requer uma prática pedagógica de atendimento as necessidades individuais e que se reconheça a relevância da convivência com a diferença e a valorização da diversidade.

Autor(es)	Título do Artigo	Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
					observação, que são fortes aliados para a vida cotidiana inclusiva do aluno TEA na disciplina de matemática.	
Silva *et al.*	Inclusão escolar e matemática: uso do simulador PhET como tecnologia assistiva para alunos com TEA.	2024	Explorar o potencial do simulador PhET de tecnologia assistiva no ensino de frações, visando aprimorar a inclusão de alunos com TEA no cenário matemático.	Pesquisa descritiva e qualitativa	Evidenciaram uma resposta positiva por parte dos alunos frente ao emprego dos Simuladores PhET na execução das atividades propostas.	Apontam para a possibilidade de suareplicação em outros contextos educacionais, contribuindo assim para o avanço de práticas inclusivas e tecnologicamente assistidas no ensino de matemática.

APÊNDICE B – CARACTERÍSTICAS DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE O USO DO WORDWALL E PhET COLORADO NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Autor(es)	Título do Artigo	Ano de Publicação	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
Almeida eEspíndo-la	A teoria antropológica do didático como proposta metodológica para analisar recursos digitais	2023	Analisar recursos digitais para o ensino e a aprendizagem de Matemática, apresentando a Teoria Antropológica do Didático (TAD) como proposta metodológica.	Pesquisa documental	A combinação dos aspectos ostensivos é indispensável para o trabalho com as praxeologias matemáticas envolvendo osrecursos digitais.	A adoção da TAD como possibilidade metodológica permite analisar não apenas a organização matemática, como pode também subsidiar reflexões acerca da praxeologia didática, das relações pessoais e institucionais em torno do objeto matemático.
Almeida, Oliveira e Espíndo-la	Explorador Básico de Igualdade da plataforma digital PhET	2021	Analisar as possibilidades de uso do recurso "Explorador de Igualdade: Básico", disponível na plataforma digital *Physics Education Technology – PhETInteractiveSimulations.* quanto ao ensino das propriedades de igualdade e princípios de equivalência.	Pesquisa documental e qualitativa	Foi possível interpretar e elaborar possíveis simulações interativas, à luz das habilidades dos documentos curriculares.	O recurso em tela pode incitar o desenvolvimento do pensamento algébrico dos alunos, a depender dos modos de exploração, em sala de aula ou em outros cenários didáticos.
Alves e Menezes	Olimpíada brasileira de matemática das escolas públicas (OBMEP): Proposta metodológica para professores de matemáti-	2023	Analisar ações didáticas que se vinculam ao ensino de área das figuras planas, com ênfase na utilização do Software Geogebra, em conjunto com o uso do site PhET Colorado.	Relato de experiência	O ensino de áreas das figuras planas agregado a recursos educacionais mais modernos, apresenta-se de forma eficiente para aprendizagem significativa	Estas ferramentas atuam principalmente na percepção na qual uma questão de matemática não necessariamente precisa ter apenas uma possibilidade de resposta.

Autor(es)	Título do Artigo ca	Ano de Publicação	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados dos discentes.	Conclusões
Araújo e Borges Neto	Trilha didática para o ensino de matemática: uma proposta realizada em contexto de ensino remoto no munícipio de canindé, CE.	2022	Ilustrar o uso do Moodle Multimeios fundamentado na proposta metodológica Sequência Fedathi nas aulas de Matemática em turmas de 9°ano do Ensino Fundamental.	Pesquisa-ação qualitativa	Houve a criação de trilhas didáticas em que o aluno vivencia as etapas da Sequência Fedathi em contato com recursos como H5P, PHET e Quiz no Moodle Multimeios.	A aplicação das trilhas didáticas busca propiciar ao aluno a experimentação e construção do conhecimento, ocasionando em autonomia dele e visa o professor como mediador do conhecimento.
Brito e Almeida	A Utilização da Gamificação na Aprendizagem de Análise Combinatória: possibilidades atreladas ao uso do H5P e do Wordwall	2022	Verificar o quanto as potencialidades da referida prática educacional podem contribuir para melhorias no aprendizado do objeto matemático de Análise Combinatória.	Pesquisa qualitativa	Duas teorias da área da Didática da Matemática, a saber: a Teoria Antropológica do Didático (TAD) e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), estiveram presentes nas discussões dos resultados alcançados.	A Gamificação pode oferecer caminhos alternativos no que concerne ao aprendizado do conteúdo de Análise Combinatória.
Camargos e Igreja	O uso do simulador PhET para o ensino da matemática	2022	Apresentar o simulador PhET e propor uma metodologia ativa para a utilização desse recurso.	Pesquisa qualitativa	Essa ação se encaixa como uma metodologia ativa e fará com que os alunos tenham a capacidade de explorar, pensar, experimentar, trabalhar em equipe e a partir disso farão conexões por conta própria com o uso do simulador.	Mostra ao docente a importância do planejamento das atividades e como o simulador pode facilita o processo de aprendizagem e instiga os tutores a potencializar suas aulas de forma lúdica com o uso do computador.

Autor(es)	Título do Artigo	Ano de Publicação	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
Moura e Lavor	Uso de objetos de aprendizagem no ensino da Lei dos Senos e da Lei dos Cossenos	2021	Investigar o ensino de Trigonometria, dando ênfase a Lei dos Senos e a Lei dos Cossenos, utilizando, para isso, objetos de aprendizagem.	Pesquisa quantitativa e qualitativa	Houve interação entre os estudantes durante a aula, bem como a apropriação de conceitos, ocorrendo assim os processos de ensino e de aprendizagem, de maneira a mostrar que existe relação entre a Trigonometria e Vetores.	A Plataforma PhET é uma alternativa didático-metodológica para se ensinar Trigonometria, a partir do estudo de Vetores.
Santos e Lavor	Investigando o ensino de números inteiros por meio da sequência de ensino investigativa (sei).	2023	Por meio da Sequência de Ensino Investigativo (SEI), dar significado ao que os alunos aprendem na escola, não visando somente a nota por excelência, e sim uma aprendizagem significativa quanto a importância dos números inteiros em determinadas situações cotidianas.	Pesquisa qualitativa	A proposta de ensino, foram explorados recursos visuais, situações problemas, questões objetivas e subjetivas, sendo possívelcontribuir para um ensino-aprendizagem mais dinâmico e proveitoso da matemática.	As tecnologias devem serusadas, pois temos que acompanhar o avanço da sociedade, não esquecendo, porém, dospapeisimportantesdo planejamento de aula edainteração entre professor e aluno.
Silva *et al.*	Inclusão escolar e matemática: uso do simulador PhET como tecnologia assistiva para alunos com TEA	2024	Explorar o potencial do simulador PhET de tecnologia assistiva no ensino de frações, visando aprimorar a inclusão de alunos com TEA no cenário	Pesquisa descritiva qualitativa	Evidenciaram uma resposta positiva por parte dos alunos frente ao emprego dos Simuladores PhET na execução das atividades propostas.	Apontam para a possibilidade de sua replicação em outros contextos educacionais, contribuindo assim para o avanço de práticas inclusivas e tecnologicamente assistidas no ensino de

Autor(es)	Título do Artigo	Ano de Publicação	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusões
			matemático.			matemática.
Silva *et al.*	Cálculo da área de figuras planas com a utilização da plataforma PhET	2023	Apresentar o conteúdo Áreas de Figuras Planas com a utilização da plataforma PhET.	Pesquisa quantitativa e qualitativa	Os diferentes métodos e práticas educativas possibilitam aos discentes compreender melhor os assuntos e tal metodologia, para o tema Áreas de Figuras Planas, foi bem aceita pelos educandos dessa escola.	Esta plataforma pode contribuir na compreensão dos estudantes.
Sousa, Azevedo e Alves	A gamificação com a plataforma wordwall como estratégia de aprendizagem para o ensino de matemáti-ca	2023	Construir um conjunto de jogos didáticos direcionados à gamificação de componentes curriculares da disciplina de Matemática utilizando a plataforma Wordwall.	Pesquisa-ação exploratória	Traz-se um conjunto de planejamentos com possibilidades de aplicação em sala de aula, bem como as impressões dos bolsistas sobre a experiência vivenciada.	Existem poucas pesquisas sobre o tema gamificação com uso da plataforma Wordwall, sendo um campo vasto a ser explorado por pesquisadores da área, dado o potencial que esta estratégia de aprendizagem ativa pode desenvolver nos alunos.
Vieira, Alves e Catarino	O ensino da função quadrática por meio do PhET Colorado e da Engenharia Didática	2021	Elaborar duas situações didáticas de ensino, amparadas na metodologia de ensino, Teoria das Situações Didáticas, prevendo os possíveis comportamentos dos alunos diante de uma aplicação através de um recurso computacional, disponível por meio de uma simulação no PhET Colorado.	Engenharia didática	A discussão até então realizada, não se encontra finalizada, podendo buscar alternativas de melhorias, para um futuro, aplica-las em turmas da educação básica de ensino, evidenciando assim os resultados	Tem-se a contribuição dessa pesquisa para a área de Educação Matemática, com conteúdo oriundo da educação básica.

Autor(es)	Título do Artigo	Ano de Publicação	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados obtidos nessa pesquisa.	Conclusões

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INICIAL (ALUNOS)

1. **Qual é o resultado de 3/4 × 2/5?**

a) 6/9 b) 6/20 c) 9/10 d) 10/9

Resposta correta: b) 6/20

2. **Qual é o resultado 5/12 –1 /4 + 2/6, qual é o resultado?**

a) 1/2 b) 21/56 c) 1 d) 6/7

Resposta correta: a) 1/2

3. **Qual é o quociente de 5/6 1/2?**

a) 5/12 b) 10/6 c) 10/12 d) 5/3

Resposta correta: d) 5/3

4. **Qual é o resultado de 2/5+3/4?**

a) 7/14 b) 12/45 c) 23/20 d) 1

Resposta correta:c)23/20

5. Observe a barra de chocolate a seguir e responda: quantos quadradinhos deve-se comer para consumir 5/6 da barra?



a) 15 b)12 c)14 d)16

Resposta correta: a)15

APÊNDICE D – AVALIAÇÃO (ALUNOS)

1- Qual é o resultado de 3/4x 2/3?

a) 1/5 b) 3/5 c)6/12 d)20/23

Resposta correta: c)6/12

2- Qual o resultado da soma de 9/8+2/2?

a) 54/48 b)15/8 c)56/48 d)17/8

Resposta correta: d)17/8

3- Qual o quociente de 4/6÷3/2?

a) 4/9 b) 6/6 c)9/5 d)20/40

Resposta correta: a) 4/9

4- Qual é o resultado de 10/4+12/5-3/6?

a) 264/60 b)24/60 c)384/60 d)584/60

Resposta correta :a)264/60

4)Imagine que você saiu com amigos para uma noite de pizzas e comeu 2 pedaços de uma pizza com 8 fatias; e seu amigo comeu apenas 1 fatia dessa mesma pizza.Quantasfração vocês comeram juntos?



a)5/8 b)12/9 c)3/6 d) 3/8

Resposta correta d)3/8

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE ENGAJAMENTO (ALUNOS)

Instruções: Leia cada frase e marque a resposta que melhor **descreve como você se sentiu durante** a aula de matemática. Seja sincero, pois suas respostas nos ajudarão a melhorar as aulas!

Escala de Respostas:

1 = **Muito insatisfeito**2 = **Insatisfeito**3 = **Neutro**4 = **Satisfeito**5 = **Muito satisfeito**

( )1. Eu entendi bem os conceitos de fração explicados na aula.

( ) 2. Eu me esforcei para resolver os exercícios de fração durante a aula.

( )3. As atividades de fração me fizeram pensar em novas formas de resolver problemas.

()4. Eu consegui acompanhar a explicação do professor sobre frações sem dificuldade

( ) 5. Eu gostei de participar das atividades com o simulador PhET.

( )6. Eu me senti confiante para fazer as atividades de frações.

( )7. Eu senti que o uso do PhET me ajudou a entender melhor as frações.

( ) 8. Eu fiz perguntas ou pedi ajuda quando tive dúvidas durante a aula.

( )9. Eu segui todas as instruções do professor durante o uso do PhET.

( ) 10. Eu me senti motivado(a) a continuar aprendendo sobre frações.

( ) 11. Eu achei mais fácil aprender frações com o PhET do que com a explicação do professor no quadro.

( )12. O uso do PhET me ajudou a resolver os exercícios mais rápido.

( ) 13. Eu prefiro aprender matemática com atividades interativas como o PhET do que com aulas tradicionais.

( ) 14. Eu me sinto mais motivado(a) a fazer exercícios de fração com o PhET do que sem ele.

( ) 15. Se pudesse, eu gostaria que o PhET fosse usado em outras matérias também.

APÊNDICE F COMPROVANTE DE APROVAÇÃO COMITE DE ÉTICA

BRASIL

principal sair

EVANDRO HENRIQUE DE CARVALHO - |V4.0.7_RC06

Sua sessão expira em: 37min 04

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

− DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EDUCAÇÃO INCLUSIVA, O USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS COMO PRÁTICAS PEDAGÓGICAS, NO ENSINO DE MATEMÁTICA À ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)
Pesquisador Responsável: EVANDRO HENRIQUE DE CARVALHO
Área Temática:
Versão: 4
CAAE: 85471824.3.0000.5497
Submetido em: 16/04/2025
Instituição Proponente: ORGANIZACAO MOGIANA DE EDUCACAO E CULTURA SOCIEDADE SIMPLES LIMITADA
Situação da Versão do Projeto: Parecer Consubstanciado Emitido (Aprovado)
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



+ DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

− LISTA DE APRECIAÇÕES DO PROJETO

Apreciação	Pesquisador Responsável	Versão	Recepção	Submissão	Modificação	Primeira Submissão	Situação	Exclusiva do Centro Coord.	Ação
PO	EVANDRO HENRIQUE DE CARVALHO	4	22/04/2025	16/04/2025	02/05/2025	26/11/2024	Parecer Consubstanciado Emitido(Aprovado)	Não	

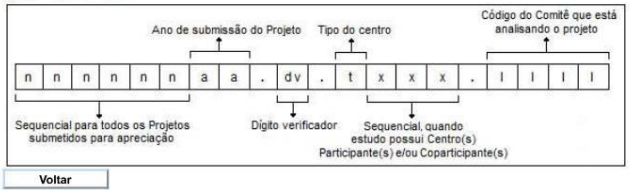
+ HISTÓRICO DE TRÂMITES

LEGENDA:

(*) Apreciação

PO = Projeto Original de Centro Coordenador	POp = Projeto Original de Centro Participante	POc = Projeto Original de Centro Coparticipante
E = Emenda de Centro Coordenador	Ep = Emenda de Centro Participante	Ec = Emenda de Centro Coparticipante
N = Notificação de Centro Coordenador	Np = Notificação de Centro Participante	Nc = Notificação de Centro Coparticipante

(*) Formação do CAAE



Voltar