

INCLUSÃO ESCOLAR E MATEMÁTICA: USO DO SIMULADOR PHET COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA ALUNOS COM TEA

INCLUSIVE EDUCATION AND MATHEMATICS: USING THE PHET SIMULATOR AS ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR STUDENTS WITH ASD

Recebido em: 18/02/2024

Aceito em: 19/05/2024

Publicado em: 07/06/2024

Cláudia Rosane Moreira da Silva¹ 
Universidade Estadual do Maranhão

Wallysabel Araujo Veras² 
Universidade Estadual do Maranhão

Leidmar Cunha Melo³ 
Universidade Estadual do Maranhão

Antônio Roberto Coelho Serra⁴ 
Universidade Estadual do Maranhão

Resumo: A busca por estratégias e recursos que possam efetivamente contribuir para o processo de ensino de alunos com necessidades educacionais especiais, notadamente aqueles diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista (TEA), revela-se fundamental para fomentar uma educação inclusiva e equitativa. O artigo propõe-se a explorar o potencial do simulador PhET de tecnologia assistiva no ensino de frações, visando aprimorar a inclusão de alunos com TEA no cenário matemático. A pesquisa foi conduzida em uma escola pública de tempo integral na cidade de Sobral – CE. Os participantes incluíram um professor de ciências, dois estudantes com TEA e mais 24 alunos do sexto ano do ensino fundamental maior. O método adotado foi uma pesquisa ação com abordagem qualitativa e descritiva de natureza aplicada. Para a coleta de dados, foram empregadas aplicações de atividades, utilização do simulador PhET e observação. Os resultados da pesquisa evidenciaram uma resposta positiva por parte dos alunos frente ao emprego dos Simuladores PhET na execução das atividades propostas. Com isso, os achados sugerem não apenas a eficácia do simulador PhET, mas também 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 matemática.

Palavras-chave: Inclusão Escolar; Simuladores; Tecnologia Assistiva; TEA.

Abstract: The search for strategies and resources that can effectively contribute to the teaching process of students with special educational needs, notably those diagnosed with Autism Spectrum Disorder (ASD), is fundamental to foster inclusive and equitable education. The article aims to explore the potential of the PhET assistive technology simulator in teaching fractions, aiming to enhance the inclusion of students with ASD in the mathematical scenario. The research was conducted at a full-time public school in the city of Sobral - CE. Participants included a science teacher, two students with ASD, and 24 sixth-grade students. The method adopted

¹ Aluna do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação Inclusiva da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: claudiarosanems@gmail.com

² Aluna do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação Inclusiva da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: wallysabelveras@gmail.com

³ Aluna do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação Inclusiva da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: ladymelo.bio@hotmail.com

⁴ Docente do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação Inclusiva da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: antonioroberto.serra@gmail.com

was action research with a qualitative and descriptive applied nature. Data collection involved application of activities, use of the PhET simulator, and observation. The research results showed a positive response from students to the use of PhET Simulators in performing the proposed activities. Therefore, the findings not only suggest the effectiveness of the PhET simulator but also point to the possibility of its replication in other educational contexts, thus contributing to the advancement of inclusive and technologically assisted practices in mathematics education.

Keyword: School Inclusion; Simulators; Assistive Technology; Autism Spectrum Disorder.

INTRODUÇÃO

A inclusão escolar representa uma temática de extrema relevância e impacto na contemporaneidade da educação. No contexto brasileiro, as diretrizes para a inclusão ganharam destaque com a promulgação da Constituição de 1988, que consagra a educação como um direito universal, incumbindo ao Estado, à família e à sociedade a responsabilidade conjunta por sua promoção (HEREDERO, 2010). Diante desse cenário normativo, a busca por estratégias e recursos que aprimorem o processo de ensino de alunos com necessidades educacionais especiais, notadamente aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA), se revela imperativa para promover uma educação inclusiva e equânime.

Os indivíduos com TEA apresentam características marcantes, tais como dificuldades nas habilidades sociocomunicativas, incluindo a comunicação e interação social, bem como comportamentos com padrões restritivos de interesses ou atividades (APA, 2013). Diante desse contexto, o ensino de conceitos matemáticos, especialmente aqueles relacionados a frações, emerge como uma área passível de desafios específicos, dadas as características cognitivas e as dificuldades de compreensão conceitual desses alunos.

Uma abordagem promissora para apoiar o ensino de frações a esses alunos é a utilização do simulador PhET (Physics Education Technology), reconhecido como um recurso de tecnologia assistiva. Pesquisas ressaltam a importância da adaptação dos recursos tecnológicos às necessidades específicas dos alunos com TEA. 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.

Neste contexto, justifica-se este estudo pela relevância do uso do simulador PhET como tecnologia assistiva no ensino de frações para alunos com Transtorno do Espectro Autista, propiciando a inclusão desses alunos no contexto do ensino de matemática. A problemática central do estudo reside na seguinte indagação: de que maneira o uso do simulador PhET como tecnologia assistiva no ensino de frações pode promover a inclusão de alunos com TEA no ensino de matemática?

Diante desse cenário, o objetivo desta pesquisa é explorar a aplicação do simulador PhET de tecnologia assistiva no ensino de frações, buscando contribuir para o processo de inclusão de alunos com TEA na esfera do ensino de matemática. Por meio de um estudo empírico, foi analisado como a utilização do simulador virtual pode impactar positivamente a inclusão e o desenvolvimento acadêmico desses alunos, proporcionando relevantes percepções para práticas educacionais mais efetivas e inclusivas.

INCLUSÃO ESCOLAR DE ALUNOS COM AUTISMO

A implementação da inclusão no Brasil é um marco recente, datado por volta de 1988. Inicialmente, emergiu por meio de leis, decretos e documentos, e atualmente está gradativamente se incorporando às discussões acadêmicas. Isso evidencia as diferenças em relação a outros modelos de exclusão e, por fim, está se integrando à estrutura da instituição escolar (HEDERO, 2010).

A política de educação inclusiva no Brasil, expressa em diversos documentos oficiais, assegura o acesso e a permanência de todos em uma educação democrática, de qualidade, e que respeite a diversidade humana. Contudo, sua efetivação avança a passos lentos, uma vez que requer investimentos em recursos materiais e humanos, além da reestruturação do sistema de ensino (MENDES; VILARONGA; 2023).

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva tem como meta garantir o acesso, a participação e a aprendizagem de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação nas escolas regulares, orientando os sistemas de ensino para atender às necessidades educacionais especiais (PNEEPEI, 2008). Ao reconhecer e valorizar a diversidade dentro das salas de aula, ela não apenas proporciona um ambiente mais inclusivo, mas também enriquece a experiência de aprendizagem para todos os alunos.

Para a construção de escolas inclusivas, além de garantir a acessibilidade, é necessário promover mudanças em princípios éticos, políticos e morais, bem como em concepções pedagógicas e metodológicas. Tais transformações visam organizar processos de ensino que assegurem a educação de todos (RIGO; OLIVEIRA; 2021). Isso significa que a inclusão requer uma mudança de mentalidade e cultura, onde cada aluno é valorizado e tem suas necessidades atendidas de maneira individualizada.

A inclusão escolar transcende a simples presença de todos os alunos em sala de aula. Envolve a criação de um ambiente acolhedor, respeitoso e que valorize a diversidade, garantindo igualdade de oportunidades para aprendizado e desenvolvimento de todos os estudantes. Enfrentar o desafio da inclusão sem perder de vista o avanço na aprendizagem e no desenvolvimento integral do indivíduo com necessidades educacionais especiais é uma tarefa complexa (CÂMARA, 2022). A diversidade e a personalização são elementos fundamentais que devem ser observados no sistema educacional para que ocorra a educação e a inclusão de alunos com autismo.

Considerando que a escola é um ambiente que abriga uma variedade de diferenças, destaca-se a importância da inclusão de alunos com autismo. Conforme Borges (2020, p. 09), o Transtorno do Espectro Autista é entendido como "uma deficiência persistente e clinicamente significativa que afeta especialmente a comunicação verbal e não verbal, a reciprocidade social, a criatividade e a dificuldade de estabelecer relações apropriadas", o que implica desafios no processo de aprendizagem desses alunos, demandando estratégias e recursos adequados para seu ensino.

De acordo com Gaiato e Teixeira (2018), uma característica comum em alunos com autismo são os prejuízos cognitivos, com aproximadamente 50% deles apresentando prejuízos na capacidade intelectual. Esta dificuldade representa um dos desafios enfrentados pelas crianças com autismo no contexto escolar. Para que a aprendizagem de alunos com autismo ocorra, é essencial oferecer oportunidades de vivências diversas em ambientes formais e não formais, bem como um ambiente familiar e educacional estruturado que forneça estratégias de mediação, adaptação e flexibilidade (SILVEIRA, 2023). Dessa forma, é possível proporcionar a esses alunos um processo de ensino de qualidade e inclusivo.

No contexto educacional, o sucesso ou fracasso da inclusão de crianças com TEA está intrinsecamente ligado às condições e adequações realizadas na escola, incluindo, quando necessário, o oferecimento de apoio humano e material (COSTA; ZANATA; CAPELLINI, 2018). A integração cuidadosa das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), aliada à valorização da diversidade e à personalização, são elementos essenciais para promover a educação e a inclusão de alunos com autismo.

ENSINO DE MATEMÁTICA COM USO DO PhET

Desde a criação do Grupo de Trabalho 13 (GT 13) denominado "Diferença, Inclusão e Educação Matemática" pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática, com foco em

"agregar pesquisadores preocupados com o desenvolvimento de uma Educação Matemática 'para todos', na qual as particularidades associadas às práticas matemáticas dos diferentes aprendizes são valorizadas e entendidas" (Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2020), observa-se um crescente interesse em tornar o ensino de Matemática acessível a todos os estudantes. Esse movimento impulsiona discussões em prol da Educação Matemática Inclusiva.

O ensino de Matemática para todos implica que as estratégias e conhecimentos matemáticos adquiridos possam ser aplicados na compreensão de informações em diversos contextos do nosso dia a dia (SILVA; NERY; NOGUEIRA, 2020). Dada a nossa imersão na sociedade da informação e comunicação, onde somos frequentemente inundados por um fluxo rápido de notícias, torna-se fundamental possuir habilidades, incluindo a compreensão de frações, para interpretá-las com discernimento e agilidade.

Conforme destacado por Scapin *et al.* (2019), a matemática é frequentemente percebida como a disciplina na qual os alunos enfrentam mais desafios. Quando se trata do tópico de frações, essa dificuldade se intensifica, devido à complexidade de seus conceitos e à dificuldade de compreensão, especialmente quando o professor não utiliza métodos diferenciados, como tecnologias, jogos e materiais didático-pedagógicos, para o ensino dessa matéria.

Ao lidar com quantidades semelhantes, a fração é a expressão que representa a relação entre as partes identificadas de um inteiro (a unidade) e o número total de partes em que esse inteiro foi dividido (SANTOS; CAMESCHI; HANNA, 2009). As frações encontradas na vida cotidiana, como em receitas mencionando "meia xícara de farinha de trigo" ou em pesquisas políticas indicando que "um quarto da população apoia o candidato A" (OLIVEIRA, 2007), são geralmente diretas.

No entanto, de acordo com Lopes (2008), o emprego direto de frações está se tornando cada vez mais incomum, com representações analógicas sendo substituídas por digitais. A transição do uso direto de frações para representações digitais reflete a evolução tecnológica e a mudança nos métodos de medição e comunicação. Apesar da prevalência e conveniência das representações digitais em muitos aspectos, a compreensão das frações e seu uso direto continuam sendo habilidades essenciais.

Nesse contexto, o simulador PhET (Physics Education Technology) tem se mostrado uma ferramenta eficaz e acessível para o ensino de frações, especialmente para alunos com TEA. Desenvolvido pela Universidade do Colorado, o PhET oferece simulações interativas em

diversas áreas da ciência, incluindo a matemática, permitindo que os alunos visualizem e experimentem conceitos abstratos de forma concreta e manipulativa (CAMARGO; DE SOUSA, 2022).

Conforme explicam Camargo e De Sousa (2022, p. 02), o simulador PhET apresenta um funcionamento simples, não requer login e senha para ter acesso, é oferecido gratuitamente e proporciona a oportunidade de ser utilizado por qualquer pessoa. Assim, a plataforma permite ao professor inovar suas aulas, oferecendo a possibilidade de realizar aulas expositivas, demonstrações, oficinas e até mesmo criar suas próprias atividades, adaptando-as de acordo com as necessidades de seus alunos. A tela inicial do simulador, como mostra na figura 1, pode ser vista acessando o seguinte endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

Imagem 1 – Tela inicial do Simulador PhET *Simulations*.



Fonte: PhET *Simulations*

Estudos anteriores têm investigado o uso do PhET como tecnologia assistiva no ensino de frações para alunos com TEA. Por exemplo, Makuch e Martins (2018) realizaram um estudo experimental no qual alunos com TEA utilizaram o simulador PhET para aprender sobre frações. Os resultados demonstraram que o uso do simulador promoveu uma melhoria significativa na compreensão e desempenho dos alunos em relação ao tema das frações e uma evolução na aprendizagem no que se refere às categorias estabelecidas: conceito, operações e representações. As tecnologias assistivas têm o potencial de oferecer recursos adaptados e personalizados, atendendo às necessidades individuais dos alunos com TEA, promovendo uma participação mais ativa e uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados.

Página 6 de 15

DOI: <https://doi.org/10.56579/rei.v6i2.644>

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e descritiva de natureza aplicada, centrada na análise da aplicação do simulador PhET como ferramenta de apoio ao ensino de Frações. A coleta de dados envolveu a realização de atividades, a utilização do simulador PhET e observações.

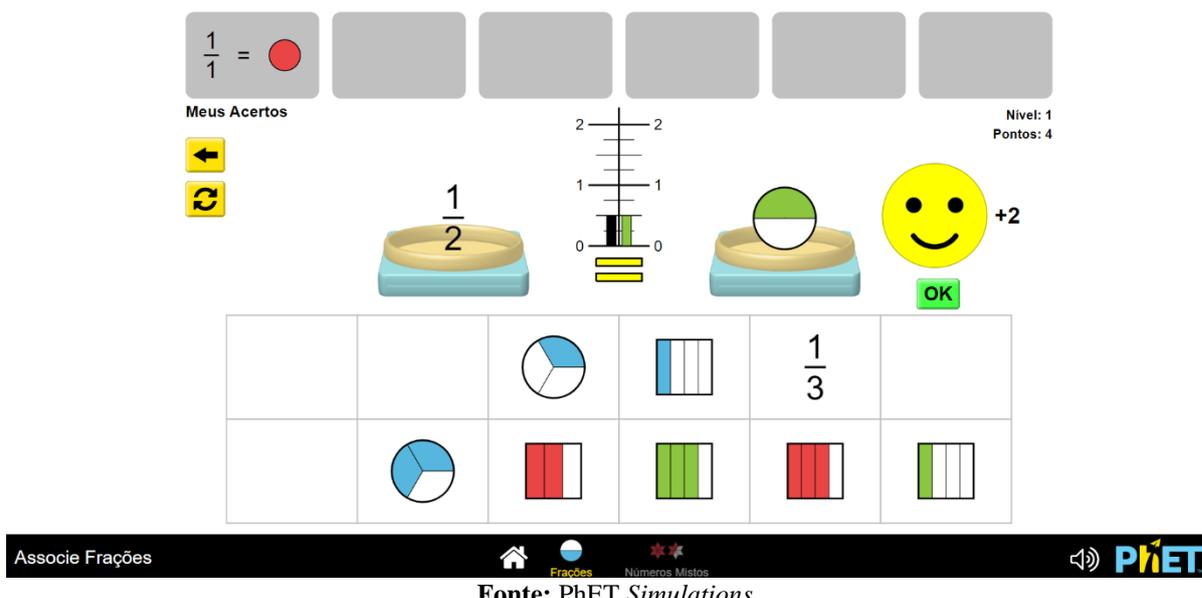
O cenário escolhido para a atividade foi o laboratório de informática da Escola de Tempo Integral Edgar Linhares, em Sobral, Ceará. A escolha se baseou na infraestrutura tecnológica relevante da instituição, essencial para a aplicação dos procedimentos metodológicos. A turma selecionada compreendeu vinte e seis alunos do sexto ano, abrangendo diversos níveis de aprendizado, incluindo alunos com Transtorno do Espectro Autista e dois alunos acompanhados pelo Atendimento Educacional Especializado (AEE).

A metodologia adotada compreendeu diversas etapas. Inicialmente, foi realizada uma avaliação diagnóstica para compreender o conhecimento prévio dos alunos sobre frações, essencial para a estruturação do estudo. Os alunos foram submetidos a duas atividades para avaliar seu conhecimento prévio e posterior sobre o conteúdo de frações, antes e depois da aula utilizando o simulador PhET. A avaliação da atividade pelos alunos proporcionou uma análise mais abrangente do impacto do uso dessa ferramenta no processo de aprendizagem.

Posteriormente, foram desenvolvidas atividades educacionais, utilizando o PhET, para aprimorar a compreensão dos conceitos matemáticos, incluindo a exploração visual da associação de frações, destacando como diferentes frações podem representar a mesma quantidade ou valor. As atividades propostas foram feitas utilizando as seguintes simulações: “Associe Frações”, “Frações: Igualdade” e “Frações: Números Mistos”.

Na simulação “Associe Frações”, foram abordados conceitos sobre frações, frações equivalentes e números mistos onde são tópicos essenciais no estudo da matemática. A tela dessa simulação pode ser vista a seguir na figura 2.

Imagem 2 - Tela da simulação “Associe Frações no Simulador PhET Simulations.



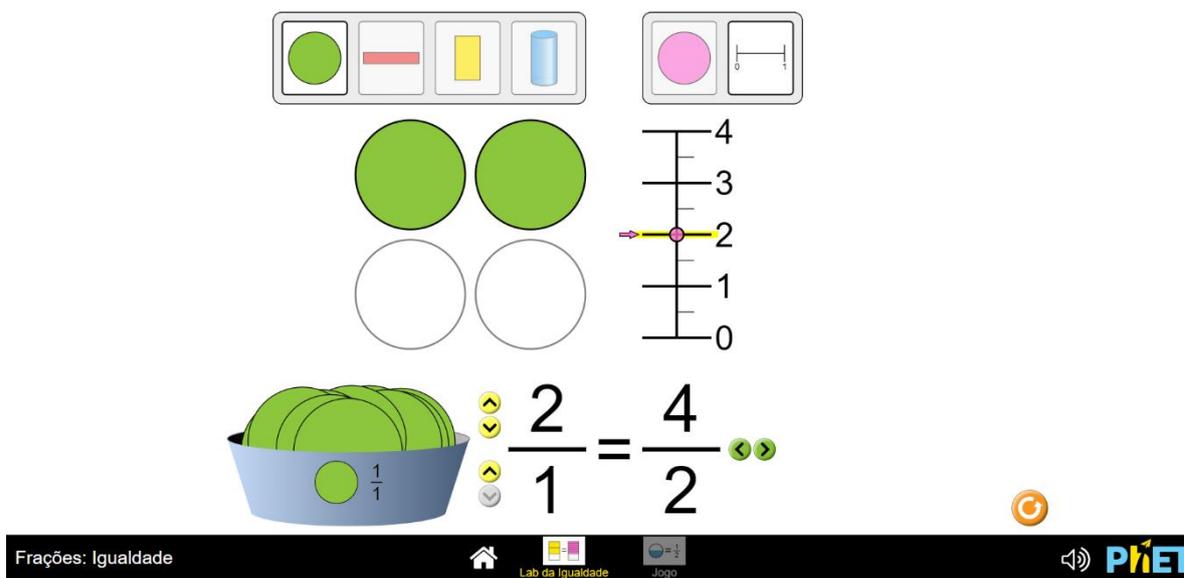
Fonte: PhET Simulations

Ao estabelecer objetivos de aprendizagem relacionados a esses tópicos, foi primordial considerar as necessidades específicas dos alunos autistas. Alguns exemplos de objetivos adaptados para inclusão desses alunos foram:

- Identificar e representar frações correspondentes usando tanto números quanto recursos visuais, como imagens ou modelos, adaptando os materiais para atender às preferências sensoriais dos alunos autistas.
- Demonstrar a capacidade de manipular e representar frações utilizando diferentes formatos de números, considerando as preferências de aprendizagem dos alunos autistas, como o uso de manipulativos táteis ou digitais.
- Reconhecer frações equivalentes em diferentes contextos, incluindo adaptações visuais que facilitem a compreensão dos alunos autistas, como o uso de cores ou padrões visuais distintos.

Na simulação denominada "Frações: Igualdade", representada na figura 3, foram discutidos conceitos pertinentes à reta numérica, frações impróprias, equações e desigualdades, apresentados de maneira didática e acessível. Diversas estratégias de ensino foram disponibilizadas com o intuito de promover a compreensão e a participação dos estudantes, contribuindo assim para a eficácia do processo de aprendizagem.

Imagem 3 - Tela da simulação “Frações: Igualdade” no simulador PhET *Simulations*.



Fonte: PhET *Simulations*

Na utilização desse laboratório foi considerado o seguinte objetivo de aula: Utilizar uma reta numérica para comparar frações, utilizando estratégias visuais e práticas de ensino que ajudem os alunos autistas a compreenderem a relação entre os números e as frações.

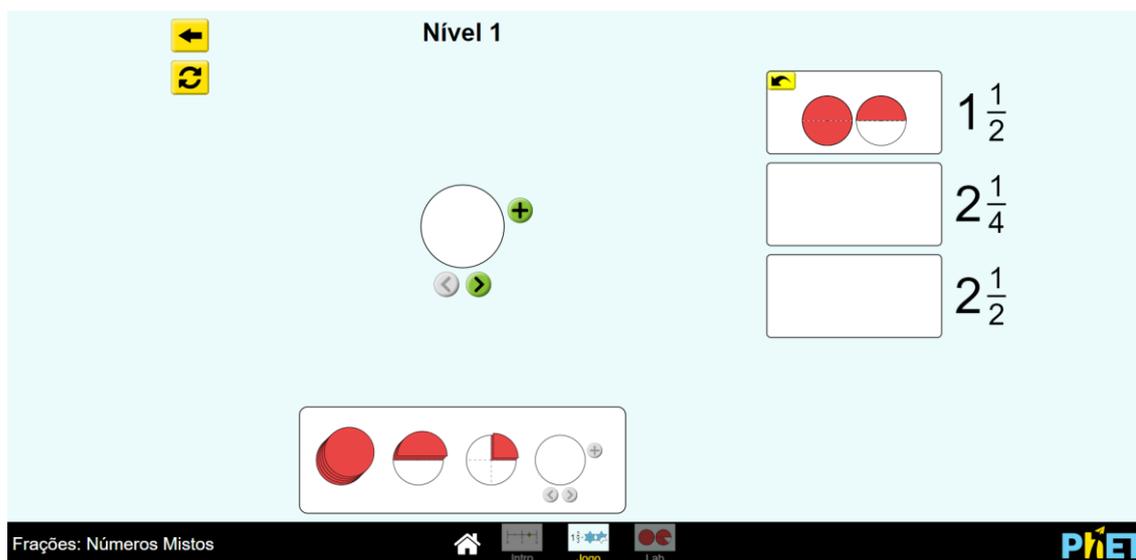
Uma das estratégias utilizadas para alcançar esse objetivo foi oferecer oportunidades frequentes para a prática da atividade, permitindo que os alunos autistas se familiarizem com o uso da reta numérica e desenvolvam suas habilidades de comparação de frações ao longo do tempo. Também foi feita a adaptação da atividade de acordo com as necessidades individuais de cada aluno, oferecendo suporte adicional ou ajustando o nível de dificuldade conforme necessário para garantir o sucesso de cada aluno.

Na terceira simulação “Frações: Números Mistos”, evidenciada na figura 4, foi proposto os seguintes objetivos para a aula:

- Compreender e explicar como a mudança do numerador em uma fração influencia seu valor, utilizando materiais visuais e práticos para demonstrar essa relação de forma concreta.
- Dominar a conversão entre diferentes representações de frações, incluindo imagens de frações, frações impróprias e números mistos, utilizando estratégias visuais e práticas de ensino que facilitem a compreensão.

- Montar frações correspondentes utilizando tanto números quanto figuras, através de atividades práticas que integram materiais visuais e numéricos, fornecendo apoio individualizado conforme necessário.

Imagem 4 - Tela da simulação “Frações: Números Mistos” no simulador PhET *Simulations*.



Fonte: PhET *Simulations*

Ao incorporar uma variedade de estratégias visuais, práticas e repetitivas, os alunos foram capacitados a compreender e manipular conceitos matemáticos relacionados a frações de maneira mais acessível, significativa e engajadora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O PhET Interactive *Simulations*, uma coleção de simulações interativas e gratuitas da Universidade do Colorado Boulder, destacou-se como recurso crucial na pesquisa. As atividades, especialmente aquela relacionada à associação de frações, permitiram que os alunos experimentassem visualmente conceitos complexos, promovendo uma compreensão mais profunda.

A atividade proporcionou uma representação visual dinâmica das frações, beneficiando especialmente alunos com inclinação para aprendizado por demonstrações visuais e interativas. Essa abordagem facilitou a compreensão de como diferentes frações podem expressar a mesma quantidade, reforçando a ideia de equivalência. Esses recursos visuais também ajudaram a

reforçar conceitos através da repetição e prática, permitindo que os alunos consolidassem seu aprendizado de forma gradual.

Além disso, a instrução individualizada e o apoio adaptado garantiram que cada aluno pudesse progredir em seu próprio ritmo e receber o suporte necessário para alcançar os objetivos da aula. O feedback claro e positivo também desempenhou um papel fundamental, incentivando o engajamento e o esforço dos alunos, enquanto celebrações de conquistas e progresso reforçaram sua motivação e autoestima.

Observou-se, ao longo da aula, um desenvolvimento significativo dos alunos com TEA. Eles não apenas demonstraram uma compreensão mais sólida dos conceitos de frações, mas também mostraram maior confiança em suas habilidades matemáticas e uma disposição mais positiva para se envolver ativamente na aprendizagem. Esses avanços não só promovem o sucesso acadêmico, mas também contribuem para o desenvolvimento global dos alunos, fortalecendo sua autoestima, independência e capacidade de enfrentar desafios futuros.

Os achados desta pesquisa reforçam a necessidade premente de estratégias diferenciadas e recursos adaptativos para garantir a eficácia da inclusão escolar, especialmente no que diz respeito a alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Como destacado por Mendes e Vilaronga (2023), as abordagens inclusivas buscam não apenas o acesso, mas também a permanência desses alunos em um ambiente educacional que respeite suas particularidades e promova a valorização da diversidade de aprendizagem.

No âmbito da educação matemática inclusiva, as estratégias direcionadas ao ensino de frações, conforme apontado por Silva e Nery (2020), demonstram-se cruciais para tornar a matemática acessível a todos, independentemente de suas características individuais. Os resultados obtidos nesta pesquisa, em consonância com os estudos de Scapin et al. (2019) e Santos, Cameschi e Hanna (2009), ressaltam a complexidade enfrentada pelos alunos ao lidarem com conceitos de frações.

A compreensão desses conceitos torna-se ainda mais desafiadora quando métodos de ensino tradicionais não são complementados por abordagens diferenciadas, como jogos, materiais pedagógicos e, conforme enfatizado por Oliveira (2007), aplicações práticas no cotidiano. Nesse contexto, a integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) destaca-se como fundamental para o ensino inclusivo de alunos com TEA, corroborando com as observações de Costa, Zanata e Capellini (2018).

Os resultados obtidos indicam que o uso do PhET *Simulations* revelou-se eficaz no engajamento e compreensão dos alunos, alinhando-se à perspectiva de Lopes (2008) sobre a transição do uso direto de frações para representações digitais como reflexo da evolução tecnológica. Os dados destacam que a abordagem visual e interativa do PhET *Simulations* não apenas capturou a atenção dos alunos, mas também impulsionou uma compreensão mais profunda dos conceitos de frações. A natureza prática e visual do PhET, em conformidade com as diretrizes de Rigo e Oliveira (2021), facilitou uma compreensão tangível das equivalências de frações.

A capacidade de manipular e visualizar frações por meio deste simulador, respaldada por Costa, Zanata e Capellini (2018), desempenhou um papel crucial no processo de aprendizagem. O PhET *Simulations*, atuando como uma tecnologia assistiva, demonstrou flexibilidade ao adaptar-se às necessidades individuais dos alunos com TEA. Essa capacidade de personalização, conforme sugerido por Heredero (2010), ressalta a importância da reestruturação do ambiente educacional para acomodar as necessidades educacionais específicas.

Dessa maneira, os resultados indicam que o simulador PhET emerge como uma ferramenta inclusiva, em consonância com os princípios da educação inclusiva, oferecendo uma abordagem adaptativa e diferenciada para o ensino de frações a alunos com TEA, conforme delineado pelas políticas educacionais nacionais ([PNEEPEI], 2008). Essa abordagem não apenas promoveu a compreensão dos conceitos, mas também fomentou a autonomia dos alunos, contribuindo de maneira significativa para uma educação matemática mais inclusiva e acessível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa revelou a eficácia do PhET *Simulations* como tecnologia assistiva no ensino de frações para alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Ao longo do estudo, tornou-se evidente que o simulador desempenha um papel crucial no processo de aprendizagem desses alunos, proporcionando uma abordagem adaptada e personalizada que se mostrou altamente benéfica.

Os resultados destacaram a importância de estratégias pedagógicas específicas para atender às necessidades individuais dos alunos. A representação dinâmica das frações, possibilitando uma manipulação prática e visual, não apenas cativou a atenção dos alunos, mas também facilitou a compreensão de conceitos matemáticos complexos. A interatividade das

simulações contribuiu significativamente para tornar as atividades atrativas, incentivando os alunos e proporcionando liberdade para controlar seu próprio ritmo de aprendizado.

A flexibilidade da abordagem adotada na atividade revelou-se essencial, permitindo ajustes de acordo com as necessidades específicas dos alunos com TEA. Estes resultados ressaltam a importância de métodos educacionais que considerem a diversidade de estilos de aprendizagem, particularmente para esse público-alvo.

As atividades propostas no PhET *Simulations* não apenas se mostraram cruciais para o ensino de frações, mas também representam um exemplo promissor de como as tecnologias assistivas podem ser adaptadas para promover uma educação mais inclusiva e acessível a todos os alunos. Este estudo fornece subsídios significativos para práticas educacionais mais produtivas, destacando a necessidade contínua de explorar e desenvolver métodos pedagógicos inovadores e flexíveis para atender às diversas e individuais necessidades educacionais dos alunos com TEA. Essa abordagem inovadora não apenas enriquece o ensino de frações, mas também destaca a importância de uma educação inclusiva e adaptativa em todos os níveis de aprendizado.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION [APA]. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-V)**. Arlington, VA: American Psychiatric Association, 2013.

BORGES, Tatiane Daby de Fatima Faria **et al.** **Ensino da matemática e aprendizagem da pessoa autista: contribuições da Teoria Instrucional de Robert Gagné**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30933/1/EnsinoMatem%C3%A1ticaAprendizagem.pdf>. Acesso em: 22 out. 2023.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008)**. Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Portaria Ministerial nº 555, de 5 de junho de 2007, prorrogada pela Portaria nº 948, de 09 de outubro de 2007, entregue ao Ministro da Educação em 07 de janeiro de 2008. Brasília: MEC, 2008.

CÂMARA, Yara Priscila Soares da. **ATUAÇÃO DO PROFESSOR DIANTE DO PROCESSO DE INCLUSÃO ESCOLAR COM VISTAS NO AEE**. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220308253.pdf>. Acesso em: 22 out. 2023.

CAMARGOS, Heverton Silva de; DE SOUSA IGREJA, Crisllem Lorrany Viturina. O uso do simulador PhET para o ensino da matemática. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 9, n. Especial, p. 4-11. 2022.

COSTA, Fernanda Aparecida de Souza Corrêa; ZANATA, Eliana Marques; CAPELLINI, Vera Lúcia Messias Fialho. A educação infantil com foco na inclusão de alunos com TEA. **Revista**

Eletrônica Pesquiseduca, v. 10, n. 21, p. 294-313, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/592>. Acesso em: 08 dez. 2023.

GAIATO, Mayra; TEIXEIRA, Gustavo. **O Reizinho Autista: Guia para lidar com comportamentos difíceis**. Nversos, 2018.

HEREDERO, Eladio Sebastian. A escola inclusiva e estratégias para fazer frente a ela: as adaptações curriculares. **Acta Scientiarum. Education**, Maringá, v. 32, n. 02, p. 193-208, dez. 2010.

LOPES, Antonio José. O que nossos alunos podem estar deixando de aprender sobre frações, quando tentamos lhes ensinar frações. **Boletim de Educação Matemática**, v. 21, n. 31, p. 1-22. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291221883002> Acesso em: 08 dez. 2023

MAKUCH, Franciele do Belém; MARTINS, Marcio André. O uso do PhET *Simulations* no ensino de frações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2. 2018. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/3753>. Acesso em: 08 dez. 2023.

MENDES, Enicéia Gonçalves; VILARONGA, Carla Ariela Rios. **Ensino colaborativo como apoio à inclusão escolar: unindo esforços entre educação comum e especial**. EdUFSCar, 2023.

OLIVEIRA, Ana Carolina Nogueira; HACK, José Lino; BRETTAS, Luiz Alberto. Reconstruindo frações – o significado através do lúdico. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2007, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2007.

RIGO, Neusete Machado; OLIVEIRA, Morgana Maciel de. **Inclusão escolar: efeitos do plano nacional de educação nos planos municipais**. Cadernos de Pesquisa, v. 51, p. 1-17. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/g7gPkWP6pjtgXVqfdx9xhnm/>. Acesso em: 08 dez. 2023

SANTOS, Antonio Carlos Godinho dos; CAMESCHI, Carlos Eduardo; HANNA, Elenice S.. Ensino de frações baseado no paradigma de equivalência de estímulos. **Revista Brasileira de Análise do Comportamento**, [S.l.], v. 5, n. 1, fev. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/rebac/article/view/706>. Acesso em: 01 dez. 2023

SCAPIN, Larissa Leal *et al.* Tecnologias assistivas, ensino de frações e surdez: olhares de acadêmicos de um curso de licenciatura em matemática. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 391-410, 2019. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/510>. Acesso em: 08 dez. 2023

SILVA, Américo Junior Nunes da; NERY, Érica Santana Silveira; NOGUEIRA, Cleia Alves. Formação, tecnologia e inclusão: o professor que ensina matemática no “novo normal”. **Plurais-Revista Multidisciplinar**, v. 5, n. 2, p. 97-118. 2020. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/view/9375>. Acesso em: 01 dez. 2023

SILVEIRA, Núbia Maria Gomes; SANTOS, Laissa Karen Faustino; STASCXAK, Francinalda Machado. Os desafios das crianças com autismo à Educação Inclusiva. **Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 4, p. 1-12, 2021. Disponível em: 01 dez. 2023 <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/6620>. Acesso em: 13 dez. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **GT13: Diferença, Inclusão e Educação Matemática**. 2020. Disponível em: <http://www.sbemrasil.org.br/sbemrasil/index.php/grupo-de-trabalho/gt/gt-13>. Acesso em: 01 de dez. 2023.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. **PhET**: Interactive Simulations for Science and Math. 2021. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 01 de dez. 2023.