



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

GERSON GERALDO DA SILVA JÚNIOR

**PHET SIMULATIONS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA COM FRAÇÕES**

CAMPINA GRANDE - PB

2023

GERSON GERALDO DA SILVA JÚNIOR

**PHET SIMULATIONS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA COM FRAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciatura em Matemática.

Área de concentração: Educação Matemática

Orientador (a) : Prof^o. Jair Dias de Abreu

CAMPINA GRANDE - PB
2023

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586p Silva Junior, Gerson Geraldo da.
Phet simulations como recurso didático no ensino e aprendizagem de matemática [manuscrito] : uma experiência com frações / Gerson Geraldo da Silva Junior. - 2023.
58 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.

"Orientação : Prof. Me. Jair Dias de Abreu, Departamento de Matemática - CCT. "

1. Phet Simulations . 2. Ensino de Frações . 3. Tecnologia Educacional . 4. Ingressantes no Ensino Superior. 5. Aprendizado. I. Título

21. ed. CDD 510

GERSON GERALDO DA SILVA JÚNIOR

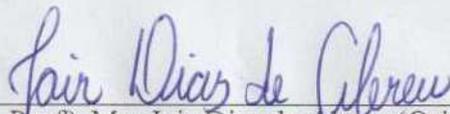
**PHET SIMULATIONS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA COM FRAÇÕES**

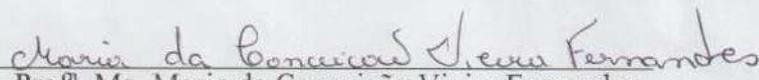
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciatura em Matemática.

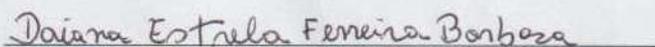
Área de concentração: Educação Matemática

Aprovado em: 30/11/2023.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Jair Dias de Abreu (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof.ª. Ma. Maria da Conceição Vieira Fernandes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof.ª. Ma. Daiana Estrela Ferreira Barbosa
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

A minha avó pelo incentivo, apoio, dedicação,
amor e confiança, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado forças para enfrentar todos os obstáculos até aqui.

Agradecer a mim mesmo por nunca desistir apesar de todas as dificuldades durante o curso, foi muito difícil chegar até aqui, foram muitos pensamentos de desistência, de revolta, de necessidades psicológicas, e mesmo assim eu conseguir me manter firme, não porque eu precisasse mostrar algo, ou quisesse que meu esforço fosse reconhecido, esse pensamento foi finalizado em muito tempo em minha vida, mas por mim, para provar a mim mesmo que eu iria conseguir, que eu sou capaz, e que apesar de todas as pedras no caminho eu também poderia ser forte e lançar todas elas para longe, e foi o que aconteceu comigo. Hoje posso dizer que me sinto realizado por essa conquista e que não se encerra por aqui, novas metas foram estabelecidas e serão alcançadas com toda garra e determinação que sempre mantive.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos os que contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha jornada acadêmica. Suas orientações, apoio e encorajamento foram fundamentais para alcançar este marco.

Quero agradecer ao meu orientador, Jair Dias de Abreu, por sua orientação paciente, conselhos valiosos e apoio contínuo ao longo deste projeto. Sua expertise e dedicação foram essenciais para aprimorar este trabalho, agradeço não só por ser meu orientador, mas, por ter se tornado um grande amigo.

A minha avó Maria da Guia Diniz da Silva pelo apoio emocional constante e por acreditar em mim durante todo este processo. Seus incentivos foram um grande impulso para enfrentar os desafios e superar as dificuldades.

Aos grandes amigos que a Matemática me presenteou, Joyce Ferreira, Maria Joane, Fidel Cobé. Humberto Gonçalves, José Emanuel, Vitória Danielle, Ingrid de Sousa, Janilson Calixto e Maria Eduarda, sem dúvidas tornaram essa caminhada mais leve, levarei vocês em minha memória.

A minha grande amiga Larissa Ferreira Rocha, por todos os momentos que foram da universidade a nossas vidas pessoais, você sabe da minha consideração por você, grato por cada momento.

A meu grande amigo Arthyson Matheus Santos de Andrade Martins, por ser sempre minha dupla em todos os trabalhos acadêmicos, por todos os momentos de estudos, e por nunca me deixar desistir, sua amizade contribuiu muito para minha formação acadêmica, sou grato por cada momento.

À Uepb, pela disponibilização de recursos, instalações e ambiente de aprendizado que possibilitaram a realização desta pesquisa.

Por fim, dedico um agradecimento especial aos desenvolvedores do Phet Simulations cujo trabalho inovador tem contribuído significativamente para o aprimoramento da educação em todo o mundo.

Este trabalho não teria sido possível sem a colaboração e o apoio e todos vocês minha gratidão é imensa.

Obrigado a todos!

O Senhor cuida de todos os que o amam, mas a todos os ímpios destruirá. Neste salmo também fica claro que Deus cuida de você, sempre. Se você for uma pessoa de fé, que crê em Deus, chama por ele e teme a ele, ele estará sempre cuidando de você.

- Salmos 145:18-20

RESUMO

Este estudo investiga os impactos do Phet Simulations no Ensino de Frações, com foco em alunos do Ensino Superior na disciplina de Fundamentos de Matemática Básica. A pergunta de pesquisa é: "Quais os impactos do Phet Simulations como recurso didático no Ensino e aprendizagem de frações?". A revisão da literatura aborda as dificuldades comuns no aprendizado de frações, a influência das Tecnologias Educacionais na Educação Matemática e a relevância das simulações virtuais, especialmente no contexto do Phet Simulations. O objetivo geral é investigar como o Phet Simulations contribui como recurso didático na aprendizagem matemática no Ensino de Frações. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, utilizando o método de estudo de caso. Com base nesse embasamento teórico, foram conduzidas duas aulas práticas com o uso do simulador, seguidas pela aplicação de um questionário para avaliação do aprendizado dos alunos, proporcionando uma visão inicial do desafio educacional. Durante as aulas, o Phet Simulations foi integrado de maneira a explorar ativamente conceitos de frações, oferecendo uma abordagem interativa. Os resultados revelaram dados valiosos sobre o impacto do uso do simulador no aprendizado dos alunos, proporcionando uma compreensão mais profunda e contextualizada. Essa abordagem inovadora não apenas auxiliou na superação de desafios conceituais, mas também proporcionou uma perspectiva mais dinâmica e envolvente para o Ensino de Frações. Os resultados destacam a potencialidade do Phet Simulations como ferramenta eficaz no Ensino de Frações, ressaltando sua capacidade de proporcionar uma compreensão mais significativa e duradoura dos conceitos matemáticos. Este estudo contribui não apenas para o campo específico do Ensino de Frações, mas também para a discussão mais ampla sobre a integração de Tecnologias Educacionais no Ensino.

Palavras-Chaves: phet simulations; ensino de frações; tecnologia educacional; ingressantes no ensino superior; aprendizado.

ABSTRACT

This study investigates the impacts of Phet Simulations on teaching fractions, focusing on higher education students in the subject of Fundamentals of Basic Mathematics. The research question is: "What are the impacts of Phet Simulations as a teaching resource on teaching and learning fractions?". The literature review addresses common difficulties in learning fractions, the influence of Educational Technologies in Mathematics Education and the relevance of virtual Simulations, especially in the context of the Phet simulation. The general objective is to investigate how the Phet Simulations simulator contributes as a teaching resource in mathematical learning in the Teaching of Fractions. The research adopts a qualitative approach, using the case study method. Based on this theoretical basis, two practical classes were conducted using the simulator, followed by the application of a questionnaire to evaluate class learning, providing an initial view of the educational challenge. During classes, Phet Simulations was integrated to explore fraction concepts, offering an interactive approach. The results revealed detailed data on the impact of using the simulator on student learning, providing a deeper and more contextualized understanding. This innovative approach not only helped in overcoming conceptual challenges, but also provided a more dynamic and engaging perspective for Teaching Fractions. The results highlight the potential of Phet Simulations as an effective tool in teaching fractions, highlighting its ability to provide a more meaningful and narrower understanding of mathematical concepts. This study contributes not only to the specific field of Teaching Fractions, but also to the broader discussion about the integration of Educational Technologies in teaching.

Keywords: phet simulations; teaching fractions; educational technology; entrants to higher education; apprenticeship.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Interface do Phet Simulations..... | 33 |
| Figura 2: Phet Simulations - Áreas de simulações..... | 34 |
| Figura 3: Phet Simulations - Áreas de simulações Matemáticas..... | 34 |
| Figura 4: Phet Simulations simulações com frações..... | 35 |
| Figura 5: Phet Simulations orientações sobre “frações Intro”..... | 35 |
| Figura 6: Phet Simulations “frações Intro” - Interface..... | 36 |
| Figura 7: Phet Simulations “frações Intro” Intro | 36 |
| Figura 8: Phet Simulations “frações Intro” - Jogo..... | 37 |
| Figura 9: Phet Simulations “frações Intro” - Jogo..... | 38 |
| Figura 10: Phet Simulations “frações Intro” - Lab..... | 38 |
| Figura 11: Phet Simulations “Construir uma Fração” - Número Misto..... | 39 |
| Figura 12: Elaboração de questão do Grupo 1 a ser apresentada à turma utilizando o simulador..... | 41 |
| Figura 13: Elaboração de questão do Grupo 2 a ser apresentada à turma utilizando o simulador..... | 42 |
| Figura 14: Elaboração de questão do Grupo 3 a ser apresentada à turma utilizando o simulador..... | 43 |
| Figura 15: Momento da resolução da atividade “jogo” dentro do simulador..... | 44 |
| Figura 16: Momento da resolução da atividade “jogo” dentro do simulador..... | 44 |

LISTAS DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Benefícios e desafios da utilização de Tecnologias Digitais..... | 25 |
|--|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| BNC | Base Nacional Curricular |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases Curriculares |
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| PHET | Physics Education Technology |
| SIMS | Simulações |
| TCC | Trabalho de Conclusão de Curso |
| TIC's | Tecnologias da Informação e Comunicação |
| UEPB | Universidade Estadual da Paraíba |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | O QUE ESTAMOS PESQUISANDO..... | 14 |
| 2 | DISCUSSÕES SOBRE O ENSINO DE FRAÇÕES..... | 17 |
| 3 | TECNOLOGIAS DIGITAIS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM OLHAR PARA O PHET SIMULATIONS..... | 22 |
| 4 | ASPECTOS METODOLÓGICOS..... | 31 |
| 4.1 | APRESENTANDO O PHET SIMULATIONS..... | 33 |
| 4.2 | ANÁLISE DE DADOS..... | 40 |
| 4.2.1 | Primeiro Encontro..... | 41 |
| 4.2.2 | Segundo Encontro..... | 42 |
| 5 | O PHET SIMULATIONS NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA..... | 46 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 53 |
| | REFERÊNCIAS..... | 54 |
| | APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO | 57 |

1 O QUE ESTAMOS PESQUISANDO

Comecei a trabalhar com frações na disciplina de metodologia da pesquisa em Matemática, onde desenvolvi meu projeto de pesquisa no componente curricular com base no tema abordado, e assim continuei a pesquisar e aprimorar esse projeto até este momento.

A escolha do tema visa, no cenário educacional atual, tornar o aprendizado da Matemática mais acessível e significativo em busca por abordagens inovadoras e eficazes. Entre os conteúdos que frequentemente geram dificuldades para os estudantes, as frações se destacam como um dos conceitos mais complexos e fundamentais. A compreensão das frações é crucial não apenas para a Matemática, mas também para inúmeras aplicações na vida cotidiana, desde finanças pessoais até ciências naturais.

No entanto, muitos alunos enfrentam dificuldades ao tentar internalizar os conceitos abstratos relacionados às frações. O Ensino tradicional, muitas vezes centrado em teóricos e exemplos abstratos, nem sempre é eficaz para estimular o entendimento completo e a aplicação prática desses conceitos. A compreensão sobre os números, formas de representação, operações aritméticas e aplicações, é relevante, sobretudo no que se refere aos números racionais na forma fracionária. Este entendimento, nos diferentes níveis de Ensino, é um tema discutido por diversos pesquisadores. Bertoni (2003), Rodrigues (2005), Bezerra (2001) tratam das dificuldades enfrentadas pelos estudantes na compreensão do conceito de fração, representação, comparação, equivalência, operações, interpretação de situações do cotidiano, e abordam as dificuldades encontradas pelos professores ao explicar tais conteúdos.

A realização deste estudo justifica-se pela busca de recursos tecnológicos como abordagens inovadoras para um desafio persistente no Ensino de Matemática, pela necessidade de preencher lacunas de pesquisa existentes e pelo potencial impacto na prática educacional e no aprendizado dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere como complemento do Ensino da Educação Básica, na área de Matemática, o uso de equipamentos tecnológicos para a construção de algoritmos para que sejam resolvidos diferentes problemas e o uso de softwares prontos. Dentre as competências específicas da Matemática para o Ensino Fundamental, a número cinco diz: “[...] Utilizar processos e ferramentas Matemáticas, inclusive Tecnologias Digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.” (BNCC, 2018, p. 267).

A intersecção entre a tecnologia educacional e a Educação Matemática é uma área de interesse crescente, impulsionada pela procura de métodos inovadores que motivem e enriqueçam as experiências de aprendizagem dos alunos.

Ingressar no vasto campo do Ensino de Matemática é, invariavelmente, adentrar em um território de desafios e oportunidades. À luz das constantes transformações educacionais, a integração da tecnologia torna-se uma força motriz, proporcionando novos caminhos para a compreensão dos conceitos matemáticos, especialmente no universo das frações. Como salienta Freudenthal (1983), "o Ensino de Matemática deve ser uma exploração conjunta, com o aluno participando ativamente na construção de significado". Essa perspectiva, que coloca o aluno no centro do processo de aprendizado, é fundamental para a construção de uma compreensão significativa.

Kilpatrick (2001) destaca que "o conhecimento matemático é construído em atividade", destacando a importância da participação ativa dos alunos na construção do conhecimento matemático.

É nesse contexto que a tecnologia educacional surge como um recurso promissor para enriquecer o Ensino da Matemática. Diante das dificuldades e das novas possibilidades educativas, Moran (2000) acredita ser necessária a mudança na maneira de ensinar, sugere que algumas metodologias devem ser remodeladas e indica que a tecnologia deve fazer parte do processo, não sendo mais possível manter as tradicionais estratégias de Ensino e as mesmas posturas, ao apontar que

Muitas formas de ensinar hoje não se justificam mais. Perdemos tempo demais, aprendemos muito pouco, desmotivado-nos continuamente. Tanto professores como alunos, temos a clara sensação de que muitas aulas convencionais estão ultrapassadas. Mas para onde mudar? Como ensinar e aprender em uma sociedade mais interconectada? (Moran, 2000, p. 11).

Com isso, podemos considerar os simuladores virtuais, as simulações interativas como recursos que desempenham um papel fundamental no Ensino, especialmente quando se trata de conceitos complexos ou abstratos. Elas são ferramentas educacionais que permitem aos alunos explorar virtualmente cenários e situações do mundo real, proporcionando uma compreensão prática e aplicada dos conceitos.

Simuladores virtuais podem motivar os alunos e contribuir para o desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas: (1) os alunos podem modificar características de modelos científicos; (2) podem criar modelos computacionais; (3) podem fazer experimentos sobre fenômenos não observáveis diretamente (Moreira, Studart, Vianna, 2010, p.2).

Um dos recursos tecnológicos que ganharam destaque é o Phet Simulations. Desenvolvido pela Universidade do Colorado Boulder, o Phet Simulations oferece uma série de simulações interativas que visam tornar os conceitos matemáticos e científicos mais tangíveis e visuais para os alunos. Seu ambiente virtual permite que os alunos experimentem e manipulem a variável, criando um espaço de aprendizado dinâmico que vai além das limitações das aulas expositivas tradicionais. Com isso este trabalho traz como questão norteadora, “Quais os impactos do Phet Simulations como recurso didático no Ensino e aprendizagem de frações?”.

O objetivo geral deste trabalho é investigar como o Phet Simulations contribui como recurso didático no Ensino e aprendizagem Matemática de frações. Com os objetivos específicos investigar como o Phet Simulations auxilia na compreensão dos conceitos, identificar como as simulações Phet melhoram o desempenho dos alunos sobre conceitos de frações, incluindo a visualização, manipulação e resolução de problemas, e analisar o efeito do uso das simulações Phet nas habilidades de resolução de problemas relacionados a frações, comparando os resultados com abordagens convencionais.

Para alcançar esses objetivos, este trabalho está estruturado em 6 capítulos da seguinte forma: os dois capítulos a seguir apresentará uma revisão da literatura, abrangendo discussões sobre o Ensino de Frações, destacando as complexidades conceituais e as necessidades de abordagens pedagógicas inovadoras; e Tecnologias Digitais e Educação Matemática, com ênfase no Phet Simulations como uma ferramenta promissora. Posteriormente, no capítulo 4 detalharemos os aspectos metodológicos empregados para avaliar a eficácia do Phet Simulations no Ensino de Frações, seguido do capítulo 5 que traz os resultados do Phet Simulations na sala de aula, incluindo o design dos experimentos e a coleta de dados. No último capítulo, realizamos uma análise conclusiva acerca dos resultados da pesquisa e dos objetivos alcançados ao longo deste estudo. Para finalizar, apontamos as referências que foram utilizadas e que enriqueceram o desenvolvimento dessa investigação.

Acreditamos que a investigação sobre o impacto das Simulações Phet no Ensino de Frações não apenas contribuirá para uma compreensão mais profunda desse recurso inovador, mas também fornecerá conhecimentos valiosos para educadores e pesquisadores que buscam aprimorar o Ensino da Matemática de maneira envolvente e eficaz. Ao final deste estudo, esperamos que seja evidente como a integração da tecnologia no processo de Ensino pode transformar a jornada de aprendizado das frações, proporcionando aos alunos uma base sólida e duradoura nesse campo crucial da Matemática.

2 DISCUSSÕES SOBRE O ENSINO DE FRAÇÕES

Na fundamentação teórica desta pesquisa exploramos tópicos essenciais que contextualizam e embasam a temática do Ensino de Frações, com destaque para as dificuldades e desafios desse conteúdo. Além disso, discutimos as contribuições das Tecnologias Digitais na Educação Matemática, evidenciando a importância do Phet Simulations como uma ferramenta inovadora para a contribuição de conceitos matemáticos, especialmente no conceito de frações. A utilização de simulações virtuais é abordada como uma estratégia pedagógica, destacando a relevância de recursos visuais e interativos para a melhoria do aprendizado. Neste contexto, exploraremos como a combinação desses elementos pode contribuir para o Ensino de Frações, superando desafios tradicionais e proporcionando uma abordagem mais dinâmica e eficaz para os alunos.

O Ensino de Frações é frequentemente marcado nos processos de Ensino aprendizagem por desafios e dificuldades na Educação Matemática, as quais, segundo Costa (2010), ocorrem pela falta de compreensão tanto por parte dos alunos quanto dos professores. Estes demonstram não conhecer os diferentes significados que as frações apresentam nas diversas situações de aprendizagens. Sendo assim, Valera (2003) comenta que docentes que possuem limitações conceituais em relação aos números racionais se deparam com obstáculos ao trabalharem com os diversos registros desse conteúdo, especialmente os diferentes significados de frações. Assim, “sem competências fundamentais para lidar com essa representação também não são promovidas situações que estimulem nos alunos o desenvolvimento de um sentido para os números racionais, gerando barreiras para sua compreensão” (Valera, 2003, p. 3).

Diversos estudos destacam que a compreensão de conceitos fracionários é complexa e pode ser influenciada por uma série de fatores. Behr et al (1983, p.91) já afirmavam que “os conceitos relacionados aos números racionais estão entre as ideias mais complexas e importantes que as crianças encontram ao longo dos primeiros anos de escolarização”. Já segundo Campos (2009), por sua vez, comenta que alguns pesquisadores têm problematizado que a construção dos números racionais desperta dificuldades em todos os níveis de escolarização dos alunos. Nesse mesmo sentido, Canova (2006) e A. Silva (2007) destacam que alguns discentes ingressos da Educação Básica têm pouco ou nenhum domínio de noções básicas relativas às frações.

Nessa mesma perspectiva, Valera (2003, p.12) relata que o Ensino dos números racionais se tornou objeto de críticas porque sua abordagem desperta pouco interesse no

aluno, “em parte devido ao insuficiente aproveitamento prático dos conteúdos e também pela forma como o programa vem sendo realizado, cuja aplicabilidade do aprendizado não encontra caminho na realidade do aluno”. Aliado a essa ideia, Lopes (2008) alude que muitos professores e autores de materiais didáticos desconhecem a história do conceito de frações, bem como suas componentes epistemológica e cognitiva. O autor ressalta que o Ensino de Frações está ultrapassado, logo há a necessidade da utilização de metodologias diferenciadas.

Em efeito,

O Ensino de Frações tem sido praticado como se nossos alunos vivessem no final do século XIX, um Ensino marcado pelo mecanicismo, pelo exagero na prescrição de regras e macetes, aplicações inúteis, conceitos obsoletos, “carroções”, cálculo pelo cálculo. Esta fixação pelo adestramento empobrece as aulas de Matemática, toma o lugar de atividades instigantes e com potencial para introduzir e aprofundar ideias fortes da Matemática. (Lopes, 2008, p. 20-21).

Conforme com as ideias de Lopes, M. Silva (1997, p. 47) explicita que essa forma de Ensino acaba “levando a um desenvolvimento precário da linguagem e do reconhecimento de frações, a partir de modelos estáticos que não permitem a aquisição plena desse conhecimento.” Quando o aprendiz não detém esses conceitos, as dificuldades são grandes para aprender frações, assim, corroboramos com Bezerra (2001) apud Santos (2007, p. 102), quando afirma que as crianças das séries iniciais não são as únicas a terem dificuldades de aprendizagem de fração, mas também os jovens e os adultos das séries posteriores. É comum o aluno não compreender o conceito de fração e não saber localizá-lo na reta numérica. Silva (1997) apud Santos (2007, p.102) aponta como obstáculo epistemológico que o aluno ao desenvolver uma operação de soma e subtração de frações utiliza um raciocínio análogo aos números naturais.

Ressaltamos que os exemplos mais corriqueiros em sala de aula são os que levam o aluno a relacionar parte-parte ou todo-parte em função do modelo parte-todo e ainda, ter um todo contínuo, e posteriormente, dividir em partes iguais e representá-la com os números naturais, quando dividir o todo em n partes, desconsiderar a conservação de área. (Bezerra, 2001).

Reconhecendo as dificuldades relativas ao aprendizado desse conjunto numérico, Moreira e David afirmam que

O professor da escola básica tem que trabalhar com os significados concretos das frações e outros sub constructos para que o aluno alcance, eventualmente, a ideia abstrata de número racional, mas esse processo de construção da abstração não como resultado apenas da demonstração da possibilidade de se exibir formalmente um

conjunto com as características essenciais (e já concebidas) dos racionais. Ao contrário, este novo conjunto numérico ampliado, assim como as relações entre seus elementos (os novos números), as novas formas de representação, a nova ordem, as novas operações e suas novas propriedades, são conhecimentos novos a serem processados e, eventualmente, assimilados. (Moreira; David, 2007, p. 61)

Entre as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes, destaca-se a natureza abstrata das frações, que exigem uma transição do pensamento concreto para o simbólico. A literatura educacional ressalta que a representação visual das frações é crucial para superar essa barreira inicial. Autores como Piaget enfatizam que as crianças, ao se depararem com frações, muitas vezes as percebem apenas como números desconexos, sem compreenderem plenamente seu significado. A falta de uma base sólida nesse entendimento inicial pode gerar deficiências persistentes no aprendizado futuro de Matemática.

Ibidem (p.202) ainda afirmam que:

A Matemática como uma disciplina teórica, muitas vezes explora um mundo abstrato, sem se preocupar se essas abstrações têm ou não correspondência no mundo real. Para que possa haver a relação entre o abstrato e o mundo real o professor deve fazer essa ligação para que o aluno possa compreender melhor o que o professor está explicando, pois não têm sentido ensinar Matemática sem mostrar a finalidade dos conceitos, em uma dimensão em que o aluno possa observar a Matemática no seu dia a dia (SOUSA JÚNIOR; BARBOSA, 2013. p.2022.

Essa dificuldade relacionada à abstração surge, por que não é possível relacionar o conteúdo a situações do seu cotidiano. A Matemática está presente em nossas vidas, desde uma simples contagem até os mais modernos meios de comunicação, ela também nos ajuda a entender o mundo à nossa volta, pois está presente em toda parte. Mas, mesmo estando presente em nossas vidas em tantos momentos, pode parecer que a mesma não tem aplicação imediata. Portanto, muitos alunos passam a tratá-la como uma disciplina difícil, uma “ciência para poucos” onde, isso não é verdade e a função do professor é justamente fazer com que os alunos percebam a importância da mesma em nossas vidas, e suas aplicações em nosso dia a dia.

Ainda de acordo com Souza Júnior e Barbosa (2013, p.202) “ O professor deve visualizar as diferentes maneiras de pensar dos alunos para poder orientá-los de modo a obter uma maior aprendizagem”.

Entretanto, para que o professor proporcione esse Ensino, há necessidade de ele conhecer e compreender os conceitos relacionados às frações. Lamon (2007, p.633) argumenta que, por vezes, “os professores lutam com as mesmas dificuldades e apresentam os mesmos mal-entendidos dos alunos”. Esse é um ponto crucial, dado que o conhecimento do

professor acaba comprometendo a aprendizagem dos seus alunos. Portanto, sua formação deveria ser, efetivamente, fundamentada na compreensão do conhecimento matemático e didático, tendo por base o saber das formas de aprendizagem dos discentes. Para Nunes e Bryant (1997), o Ensino e a aprendizagem das frações são um processo complexo para os alunos, e as dificuldades podem surgir quando eles transferem as propriedades do conjunto dos números naturais para as frações, não compreendendo as características particulares de cada conjunto numérico.

Em efeito,

Com as frações, as aparências enganam. Às vezes, as crianças parecem ter uma compreensão completa delas e ainda não a têm. Elas usam os termos corretos, falam sobre frações coerentemente, resolvem alguns problemas, mas diversos aspectos cruciais das frações ainda lhes escapam. De fato, as aparências podem ser tão enganosas que é possível que alguns alunos passem pela escola sem superar dificuldades relativas às frações sem que ninguém perceba. (Nunes; Bryant, 1997, p. 191).

Para Moreira e David (2005), a formação precisa fazer relação do conhecimento acadêmico (saberes científicos) com o conhecimento escolar (saberes cotidianos), ou seja, a teorização dos conteúdos na academia precisa ser transformada em prática na sala de aula, e, para tanto, é necessário que, na formação desse futuro-professor, essa relação seja elucidada.

Quando relacionamos essa prática de Ensino na sala de aula tradicional (PCN's de Matemática, 1998, p.37) que consiste na exposição dos conteúdos de maneira objetiva e teórica, com exemplos, definições, que para os alunos parece sem utilidade, em seguida, o professor propõe uma infinidade de exercícios visando a fixação do conteúdo parte do aluno o mesmo está tão concentrado em repassar a matéria que não se desprende do quadro, impedindo assim que o aluno se expresse tornando-se impossível estabelecer uma boa relação entre o professor - aluno. Já que com o uso desse "método tradicional" os mesmos se tornam passíveis indiferença à aula, cabendo a ele somente confiar, decorar, repassar para os exercícios de avaliação adotados, principalmente a temida prova.

Segundo os parâmetros curriculares nacionais - PCN's (1998):

Tradicionalmente, a prática mais frequente no Ensino de Matemática tem sido aquela em que o professor apresenta o conteúdo oralmente, partindo das definições exemplos, demonstração de propriedades, seguidos de exercícios de aprendizagem, fixação e aplicação, e pressupõe que o aluno aprenda pela reprodução. Assim considera-se que uma reprodução correta é evidência de que ocorreu a aprendizagem (BRASIL, 1998, P.37)

Utilizando esse método de Ensino tradicional, o professor acredita que por meio da reprodução e da repetição o aluno pode aprender, mas essa prática aceita é muito antiquada, e constatamos que não ocorre um aprendizado satisfatório, porque o aluno copia, memoriza e esquece em pouco tempo, quando aprende de verdade, nunca esquece. Portanto, estudos mostram a ineficácia do Ensino tradicional e propõem novas metodologias de Ensino diferenciadas para que o professor consiga romper com o Ensino. O principal objetivo dessas novas tecnologias é estimular o aluno a construir seu próprio conhecimento e dar-lhe a oportunidade de participar do aprendizado e comunica-se com seus colegas. O professor escolhe a metodologia a ser utilizada em cada aula, os alunos se sentem motivados e gostam das aulas, e é conduzido de forma dinâmica e divertida.

Em suma, compreender e superar as dificuldades associadas ao Ensino de Frações requer uma abordagem pedagógica sensível, explorando métodos inovadores e adaptativos que possam atender às diversas necessidades dos alunos. Essa exploração crítica desses desafios é fundamental para aprimorar estratégias educacionais e promover um ambiente de aprendizado mais eficaz e inclusivo.

3 TECNOLOGIAS DIGITAIS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM OLHAR PARA O PHET SIMULATIONS

O uso de Tecnologias Digitais é um tema que tem chamado a atenção de vários pesquisadores educacionais. A intersecção entre as Tecnologias Digitais e a Educação Matemática tem provocado profundas mudanças no cenário educacional nos últimos anos. A introdução de ferramentas digitais no Ensino da Matemática visa não só acompanhar a evolução tecnológica, mas sobretudo melhorar a qualidade do processo de aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, acessível e envolvente para os alunos. Este fenômeno contribui para avanços tecnológicos e a necessidade de preparar os alunos para enfrentar os desafios de uma sociedade cada vez mais digitalizada. Nesse contexto, a utilização de ferramentas digitais na Educação Matemática emerge como uma abordagem inovadora, capaz de ampliar as possibilidades de Ensino e aprendizagem, proporcionando experiências mais dinâmicas e interativas. Este tópico explora essa intersecção entre Tecnologias Digitais e Educação Matemática, destacando tanto os benefícios quanto os desafios inerentes a essa transformação no ambiente educacional contemporâneo.

A utilização das TIC no Ensino da Matemática começou na década de 1990, começando usando o computador, que parece ser uma ferramenta de Ensino notável e aprendizagem de conteúdo, aprimorada pelo uso de software matemático educacional, o uso de jogos, mesas e imagens e, posteriormente, a Internet, que mostra realidade virtual, realidade aumentada, blogs, simuladores, vídeos educacionais. Toda a tecnologia continua no smartphone que veio para facilitar usando calculadora, gravador de áudio e vídeo e conexão à internet. Essas ferramentas podem melhorar o Ensino e a aprendizagem da Matemática para estudantes na educação. Conforme Dorigoni e Silva (2015, p. 1), “a educação para as mídias como perspectivas de um novo campo de saber e de intervenção vem se desenvolvendo desde os anos de 1970 no mundo inteiro com o objetivo de formar usuários ativos, criativos, críticos de todas as TIC”.

Amâncio (2020) reflete brevemente sobre o uso da tecnologia Informação e comunicação (TIC) durante as aulas de Matemática na escola, para o efeito torná-los mais interessantes e dinâmicos e acima de tudo aproximar-se da realidade dos estudantes acostumados com a tecnologia em seu dia a dia. Vale lembrar que hoje em dia, as TIC são ferramentas tecnológicas que mudaram significativamente a forma como as pessoas se relacionam entre si e como as informações são processadas e transmitidas, que revela aos professores um novo perfil de alunos e, portanto, também novas abordagens práticas

pedagógicas são armazenadas na sala de aula para que o conteúdo da Matemática seja processado e assimilado pelos alunos. Portanto, é necessário que o professor tenha tecnologias prontas para usar conforme afirmam Pocinho e Gaspar (2012). É necessário que o professor examine e atualize constantemente as metodologias de Ensino em consonância com esta nova realidade que se apresenta atualmente, além de potencializá-la com o uso eficaz das TIC na sua formação inicial e posterior (Martins et al., 2020).

Para alguns especialistas como Penteado Silva (1997), Borba; Penteado (2001) e Penteado (1999, 2000), o uso de TIC é indicado no Ensino de Matemática, porque aumenta o número de atividades nas quais os discentes podem utilizar diferentes representações (como tabelas e gráficos, por exemplo) de forma rápida e articulada. Devido à capacidade técnica das máquinas, o professor pode planejar atividades que não são possíveis com o uso de lousa e giz. Para ensinar Matemática, por exemplo, o docente dispõe de diversos softwares com os quais os discentes podem explorar conceitos matemáticos de modo mais dinâmico e detalhado (MARIN, 2012).

Acerca das Competências Gerais da Educação Básica descritas na BNCC sobre o uso de Tecnologias Digitais para o Ensino, temos:

[...] 5. Compreender, utilizar e criar Tecnologias Digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. [...] (BNCC, 2018, p. 9).

Dentre as competências específicas da Matemática para o Ensino Fundamental, a número cinco diz “[...]Utilizar processos e ferramentas Matemáticas, inclusive Tecnologias Digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.” (BNCC, 2017, p. 267).

A inserção das TIC no contexto escolar pode contribuir para uma realidade diferenciada, na qual poderá haver uma aproximação maior entre aluno e professor e vice-versa, abrindo caminhos para a construção do conhecimento matemático, principalmente para as atividades de leitura e de escrita.

É importante ressaltar que não é só o recurso tecnológico que é necessário para o aluno aprender determinados conceitos matemáticos, afinal uma atividade pedagógica deve ser organizada pelo professor a fim de desenvolver o raciocínio lógico em suas aulas e fazer conexões com ideias abstratas e transformar conhecimento teórico em conhecimento prático com a ajuda de um computador. Como o pesquisador consciente de sua própria prática

pedagógica, o professor precisa buscar novos significados do conteúdo a ser desenvolvido em sala de aula com o objetivo de desenvolvimento tecnológico e aplicação de conteúdos pedagógicos ao contexto da realidade atual.

Segundo Moran (2015):

Métodos tradicionais que priorizam a transferência de informações professores, fazia sentido quando havia acesso à informação difícil". Com o advento da Internet podemos aprender em qualquer lugar, a qualquer hora e com muitas pessoas diferentes. O autor afirma que o Ensino e a aprendizagem ocorrem numa ligação simbiótica, profunda e contínua entre o que chamamos de mundo físico e o mundo digital. (Moran, 2015, pág. 16).

Desta forma, “a educação formal é cada vez mais mista, combinada, híbrida, porque isso não acontece apenas no espaço físico da aula, mas em vários espaços da vida cotidiana, que inclui também os digitais”. Portanto, o professor precisa se comunicar não apenas “cara a cara” com os alunos, mas também digitalmente, com tecnologias móveis, equilibrando interações com cada um” (Moran, 2015, pág. 16)

O papel do professor ao utilizar esse recurso é estimular, provocar o aluno no desenvolvimento de novas experiências, e não se manter acomodado, acreditando que simplesmente levando os alunos a um laboratório com acesso à Internet, ele está tornando as aulas diferentes e cumprindo com seu papel, essa tarefa de inserir as novas tecnologias é mais complexa do que se imagina, é necessário organização, planejamento, uma metodologia adequada com aulas expositivas, explicativas e dialogadas e uma avaliação das atividades desenvolvidas nesse espaço de aprendizagem. É importante que o professor esteja capacitado para ministrar essas aulas em laboratórios equipados com os computadores e acesso à Internet, pois, irão surgir inúmeros questionamentos, dúvidas, e o professor precisa prever tudo isso para que consiga promover atividades que auxiliem no processo de Ensino-aprendizagem.

Diante disso,

As tecnologias são pontes que abrem a sala de aula para o mundo, que representam, medeiam o nosso conhecimento do mundo. São diferentes formas de representação da realidade, de forma mais abstrata ou concreta, mais estática ou dinâmica, mais linear ou paralela, mas todas elas, combinadas, integradas, possibilitam uma melhor apreensão da realidade e o desenvolvimento de todas as potencialidades do educando, dos diferentes tipos de inteligência, habilidades e atitudes (Moran, 2006, p. 2).

Contudo, é fundamental considerar que apesar dos benefícios inegáveis, a utilização destas tecnologias também enfrenta desafios. A resistência de alguns educadores e alunos à adoção plena das ferramentas digitais, a falta de infraestrutura adequada em algumas instituições e a necessidade de formação continuada de professores são aspectos que requerem atenção. A seguir apresentamos um quadro que apresenta alguns dos benefícios e desafios ao se utilizar Tecnologias Digitais em sala de aula.

Quadro 1: Benefícios e desafios da utilização de Tecnologias Digitais

| BENEFÍCIOS | DESAFIOS |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Facilita a compreensão ao proporcionar uma visualização concreta de conceitos matemáticos abstratos. - Torna o aprendizado mais envolvente ao incorporar elementos lúdicos, incentivando a participação ativa dos alunos. - Proporciona experiências imersivas criando um ambiente real, onde os alunos podem explorar, interagir e sentir-se parte daquela realidade. - Adapta-se às necessidades individuais dos alunos, promovendo uma abordagem mais flexível e eficaz. - Proporciona conhecimentos profundos sobre o desempenho dos alunos, possibilitando ajustes precisos nas estratégias pedagógicas. - Prepara os estudantes para um futuro digital, desenvolvendo habilidades relevantes para suas futuras carreiras. | <ul style="list-style-type: none"> - Enfrenta resistência à adoção, especialmente por parte de educadores e alunos mais acostumados aos métodos tradicionais de ensino. - Necessita de uma cuidadosa integração para garantir que a diversão não supere os objetivos pedagógicos, exigindo planejamento e avaliação contínua. - Depende de uma infraestrutura robusta, podendo encontrar obstáculos em instituições com recursos limitados. Além disso, a curva de aprendizado para implementação e uso efetivo pode ser íngreme. - Requer uma infraestrutura tecnológica consistente e acesso equitativo a recursos, levando em consideração a disparidade de acesso digital entre os estudantes. - Enfrentar desafios éticos relacionados à privacidade dos dados dos estudantes, exigindo políticas claras e seguras para proteger informações pessoais sensíveis. - Exige formação contínua para professores, superando resistências à adoção e |

| BENEFÍCIOS | DESAFIOS |
|------------|--|
| | garantindo a aplicação efetiva dessas tecnologias no contexto educacional. |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A adaptação da aprendizagem é outra frente onde as Tecnologias Digitais têm um impacto significativo. As plataformas adaptáveis disponibilizam aos alunos recursos específicos de acordo com as suas necessidades, possibilitando uma aprendizagem mais personalizada e eficaz. Da mesma forma, a recolha e análise dos dados gerados por estas plataformas permite aos educadores uma compreensão mais profunda do desempenho dos alunos, facilita a identificação de áreas de dificuldade e o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes.

A Tecnologia Digital na Educação Matemática não consiste, portanto, apenas em incorporar dispositivos e aplicações na vida escolar cotidiana, mas em redefinir a própria natureza do Ensino e da aprendizagem. É um movimento que busca alinhar a Educação Matemática às demandas de um mundo digitalizado, capacitando os alunos não apenas para compreender conceitos matemáticos, mas também para aplicá-los de forma crítica e inovadora em seu cotidiano e em suas futuras carreiras. Neste contexto, encontrar um equilíbrio entre tradição e inovação é essencial para garantir que as Tecnologias Digitais se tornem aliadas poderosas na melhoria da Educação Matemática.

Um dos recursos tecnológicos que ganharam destaque é o Phet Simulations, desenvolvido pelo Grupo de Física Educacional da Universidade do Colorado, foi criado com o intuito de fornecer simulações interativas para o Ensino de Ciências e Matemática. As simulações Phet são projetadas para auxiliar na compreensão de conceitos abstratos, muitas vezes desafiadores, por meio da exploração prática e da visualização. Desde a sua criação, o simulador tem se destacado como uma ferramenta inovadora que permite aos estudantes explorar fenômenos científicos e matemáticos em um ambiente virtual controlado.

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto Phet Simulações Interativas, sigla para "Physics Education Technology", na tradução para o português "tecnologia de educação física" da Universidade do Colorado em Boulder, cria simulações interativas gratuitas de Matemática e ciências. As Sims Phet baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde eles aprendem através da exploração e da descoberta.

O Phet Interactive Simulations, é uma plataforma educacional renomada que oferece uma vasta coleção de simulações interativas e visualmente envolventes para o Ensino de diversos conceitos científicos e matemáticos. O propósito central das simulações Phet é fornecer aos alunos uma maneira prática e interativa de explorar conceitos complexos que muitas vezes podem ser abstratos e difíceis de entender apenas por meio de transferências teóricas. As simulações Phet são projetadas para serem acessíveis e intuitivas, mesmo para estudantes que podem estar enfrentando dificuldades em compreender os subjacentes. Elas apresentam um ambiente virtual no qual os usuários podem experimentar e manipular variáveis, observar resultados em tempo real e descobrir padrões e relações que podem não ser tão evidentes em abordagens de Ensino tradicionais.

O Phet Simulations funciona de forma simples, não requer login e senha acesso, além de ser fornecido gratuitamente, então qualquer um pode usá-lo. O seu principal objetivo é oferecer um ambiente aberto para os alunos explorarem. O professor pode usar uma plataforma para organização de cursos explicativos, demonstrações, workshops e você pode até começar suas próprias atividades. As atividades são separadas por graus de Ensino e componentes curriculares, fica a critério do professor escolher aqueles que são mais importantes para sua aula. Além disso, proporciona uma metodologia ativa na qual o professor pode usá-lo facilmente em sua sala de aula, independentemente da simulação selecionada.

Atualmente a plataforma de simulação virtual Phet Interactive Simulations possui cerca de 167 simuladores voltados para o Ensino, além de possuir simulações nas áreas da física, química, biologia e também na Matemática. Possui 121 traduções de idiomas, e contam com 3421 aulas enviadas por docentes, interfaces dinâmicas e chamativas e de fácil manuseio, sendo que a plataforma online oferece propostas de atividades simulacionais para orientar e facilitar o trabalho do docente. (PHET, 2023). De acordo com Wieman, Adams e Perkins (2008), o projeto Phet Colorado (<http://Phet.colorado.edu/>) executa simulações através de navegadores da Web padrão e podem ser integradas em uma palestra, usadas com laboratórios ou como tarefas de casa, ou usadas como recursos informais. As simulações virtuais do Phet Colorado são executadas através dos navegadores Web padrão dos computadores, e para a utilização de algumas das simulações se faz necessário a instalação do Software Java. Também é possível a execução de algumas simulações através dos navegadores Web. Falchi, Fortunato (2018) diz que os tutores podem usar o Phet como ferramenta de ensino no laboratório de informática da escola, sem precisar utilizar a internet. Mas para isso terá que baixar os programas previamente e o computador a ser utilizado deve possuir algum destes

simuladores: Java, Flash ou HTML5, na qual permite armazenar aplicações da internet para uso off-line.

Além da facilidade de acesso aos simuladores Phet, a interface dos mesmos é dinâmica e projetada para apoiar a investigação com orientações explícitas – vídeo. (Moore, Herzog, Perkins, 2013, p. 259).”

É a partir desse contexto que podemos considerar os simuladores virtuais, as simulações interativas como recursos que desempenham um papel fundamental no Ensino, especialmente quando se trata de conceitos complexos ou abstratos. Elas são ferramentas educacionais que permitem aos alunos explorar virtualmente cenários e situações do mundo real, proporcionando uma compreensão prática e aplicada dos conceitos. As simulações podem ser usadas em diversas disciplinas, incluindo Matemática, ciências, engenharia, medicina, economia e muito mais.

Segundo Perkins,

As simulações virtuais são ambientes animados, interativos e parecidos com jogos em que os alunos aprendem através da exploração. Nessas simulações, enfatizamos os fenômenos da vida real e a ciência subjacente e procuramos tornar os modelos visuais e conceituais de físicos especialistas acessíveis aos estudantes. Utilizamos uma abordagem baseada em pesquisa em nossas descobertas que incorporam design de pesquisas anteriores e em nossos próprios testes para criar simuladores que apóiam o envolvimento dos alunos e a compreensão dos conceitos de física (Perkins, et al., 2006, p. 1467).

Simuladores virtuais também são ferramentas com potencial para simular fenômenos que só poderia ser visto em laboratórios tradicionais, para isso os professores podem utilizá-los de forma que o aluno possa visualizar, interagir, modelar e criar seus próprios modelos com base em fenômenos, focado na capacidade de compará-los teoria à prática.

Simuladores virtuais podem motivar os alunos e contribuir para o desenvolvimento habilidades de ciência e tecnologia: (1) os alunos podem modificar características dos modelos científicos; (2) pode criar modelos computacionais; (3) pode realizar experimentos em fenômenos que não são diretamente observáveis (Moreira; Studart, Vianna, 2010, p.2).

Assim, os simuladores virtuais podem servir não apenas para realizar simulações de modelos prontos, mas permite que o aluno crie seus próprios modelos com base nas instruções do professor ou em uma demonstração de como realizar simulações usando essas ferramentas educacionais para que possam ser utilizadas em laboratórios de informática, utilizando

smartphones dos alunos ou de forma ilustrativa; eles podem, conseqüentemente incluir no Ensino como uma oportunidade para melhorar a qualidade do Ensino

Com o uso dos simuladores os professores podem mostrar de maneira mais simples e eficiente como ocorrem alguns fenômenos, fazendo com que o aluno tenha uma interação de maneira mais fácil com as atividades e experimentos. Permitindo assim que o aluno seja mais ativo, participando efetivamente na construção do seu conhecimento.

Segundo a LDB Seção IV – Do Ensino Médio do Art. 35, “O Ensino Médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades: [...]IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no Ensino de cada disciplina.

Assim, o professor poderá envolver os alunos em experiências virtuais e conceitos científicos que os simuladores virtuais podem proporcionar a compreensão e também podem ajudar o docente a inserir conteúdos mais complexos.

Além dessas possibilidades, os professores também podem utilizar simuladores virtuais como ferramenta introdutória aos laboratórios de Ensino, que são uma parte complementar do Ensino de disciplinas de ciências nas escolas de educação básica, com o objetivo de envolver os alunos em experiências reais baseadas em conceitos científicos.

Devido à quantidade de simulações virtuais disponíveis em versões gratuitas e comerciais, o professor tem à sua disposição um amplo rol de opções de ferramentas virtuais capazes de realizar simulações e modelagens. Alguns desses simuladores virtuais possuem interfaces mais envolventes e fáceis de usar, e outros exigem conhecimento prévio de programação de computadores, tornando a ferramenta mais complexa. “A utilização de programas de simulação possibilita ainda uma melhor compreensão de certos fenômenos físicos na medida em que torna possível a inclusão de elementos gráficos e de animação em um mesmo ambiente” (Yamamoto; Barbeta, 2001, p. 2015)”.

Apesar da complexidade de alguns e a facilidade de outros, todos são capazes de criar um ambiente em que o usuário pode interagir com experimentos virtuais para tentar atender às necessidades laboratoriais de aprendizagem, desta forma simulações virtuais são apenas recursos de ensino.

A demanda por uma solução moderna e eficaz leva-nos ao conceito de simulação virtual. O desenvolvimento de um sistema que crie um ambiente no qual o usuário seja capaz de modelar, visualizar e interagir com a simulação virtual proposta, baseada em experimentos (reais) poderia ser considerada como uma solução para suprir a demanda de laboratórios no Ensino. Tal sistema seria uma ferramenta complementar para o estudo, desde que através dele seja possível a realização de

experimentos "virtuais" com a finalidade de esclarecer e reforçar o conhecimento teórico da área aplicada. (Santos; Santos; Fraga, 2002, p. 186-187).

Além disso, a perspectiva de estender o uso de simulações a outras áreas da Matemática é estimulante. Examinar como as simulações podem ser aplicadas a cursos avançados, como cálculo, álgebra avançada, geometria e estatística avançada, pode fornecer informações valiosas sobre como tornar conceitos complexos mais acessíveis e envolventes.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho adotou uma abordagem qualitativa, por meio do método de estudo de caso. A escolha por uma abordagem qualitativa se justifica pela necessidade de compreender em profundidade as experiências dos ingressantes no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, ao utilizar o Phet Simulations como recurso didático no Ensino de Frações.

A abordagem qualitativa apresenta as seguintes características: o pesquisador é o instrumento-chave, o ambiente é a fonte direta dos dados, não requer o uso de técnicas e métodos estatísticos, têm caráter descritivo, o resultado não é o foco da abordagem, mas sim o processo e seu significado, ou seja, o principal objetivo é a interpretação do fenômeno objeto de estudo (Godoy, 1995, Silva; Menezes, 2005). A abordagem qualitativa centra-se na identificação das características de situações, eventos e organizações (Llewellyn; Northcott, 2007). Segundo Liebscher (1998), a abordagem qualitativa é viável quando o fenômeno em estudo é complexo, de natureza social e de difícil quantificação, para usar adequadamente a abordagem qualitativa, o pesquisador precisa aprender a observar, analisar e registrar as interações entre as pessoas e entre as pessoas e o sistema.

Borba destaca o seguinte:

[...] quando falo de pesquisa qualitativa, estou falando de uma forma de conhecer o mundo que se materializa fundamentalmente através dos procedimentos conhecidos como qualitativos, que entende que o conhecimento não é isento de valores, de intenção e da história de vida do pesquisador, e muito menos das condições sócio-políticas do momento. Como já dizia Paulo Freire: a escolha da pergunta de pesquisa já é em si um ato embebido de subjetividade (Borba, 2004, p.3).

Assim, buscamos não apenas avaliar o impacto das simulações Phet no entendimento de frações, mas também contextualizar essa experiência inovadora no contexto acadêmico. Como afirma Van de Walle (2017), "a Matemática não é algo que é feito para os alunos, mas algo que eles fazem". A abordagem centrada no aluno, na qual eles são ativos na construção do conhecimento, reflete uma visão contemporânea essencial no Ensino de Matemática.

O método do estudo de caso tem o propósito de reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno (Patton, 2002). É um procedimento metodológico que enfatiza entendimentos contextuais, sem esquecer-se da representatividade (Llewellyn; Northcott, 2007), centrando-se na compreensão da dinâmica do contexto real (Eisenhardt,

1989) e envolvendo-se num estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (Gil, 2007).

Um estudo de caso é uma história de um fenômeno passado ou atual, elaborada a partir de múltiplas fontes de provas, que pode incluir dados da observação direta e entrevistas sistemáticas, bem como pesquisas em arquivos públicos e privados (Voss; Tsikriktsis; Frohlich, 2002). É sustentado por um referencial teórico, que orienta as questões e proposições do estudo, reúne uma gama de informações obtidas por meio de diversas técnicas de levantamento de dados e evidências (Martins, 2008).

Com esse embasamento teórico metodológico a pesquisa foi conduzida em uma turma de 15 alunos, sendo 7 do sexo masculino e 8 do sexo feminino. Quando nos referimos aos alunos no decorrer desta pesquisa, identificamos pela forma enumeradas A1, A2, A3,..., A15. A pesquisa foi aplicada na disciplina de Fundamentos em Matemática Básica com a turma de ingressantes no curso de Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, as aulas ocorreram respectivamente nos dias 13/09/2023 das 9:00 às 11:00 primeiro encontro e 15/09/2023 das 7:00 às 9:00 segundo encontro, sendo eles na sala b210 do Centro de Ciências e Tecnologias, Campus I. O conteúdo abordado foi expressões fracionárias. A seleção desses participantes se baseia na relevância do estudo para compreender como uma ferramenta digital pode impactar o aprendizado de conceitos matemáticos, especialmente em um estágio inicial da formação acadêmica.

A abordagem envolveu duas aulas intensivas (dois encontros), totalizando cerca de 240 minutos, focadas no tema das frações, o primeiro encontro tivemos como objetivo, apresentar o Phet Simulations a turma, introduzir os conceitos de frações utilizando o simulador, explorar em grupos o Phet Simulations e elaborar questões ou realizar descobertas, apresentar a turma as descobertas ou o problema elaborado. Já o segundo encontro foi continuada pelas apresentações destas descobertas, e seguidas pela aplicação do momento jogo, onde dentro do aplicativo em seus respectivos grupos os alunos concluíram os 10 níveis de aprendizagem com frações, finalizamos com um questionário, foi realizado ao final do segundo encontro a aplicação de um questionário com objetivo de avaliar diversos aspectos, para aprimoramento e experiência educacional voltado para esta pesquisa. O questionário abordou objetivos específicos como a experiência com o Phet Simulations, aprendizado, engajamento e interatividade, comparação com métodos tradicionais, autoavaliação e sugestões/ comentários sobre o simulador.

Quando falamos em aprendizagem Matemática em sala de aula, ouvimos como a Matemática “é difícil”, “é entediante” “é abstrata”, isso decorre da maioria das fórmulas

Matemáticas serem mostradas diretamente aos alunos sem maiores construções ou mesmo explicações. Com base nisso, esta pesquisa pretende demonstrar a eficácia das simulações Phet e como estas podem contribuir para o aprendizado e conceituação sobre frações.

Em decorrência disso, a seguir apresentamos dois subtópicos detalhando como se deu a apresentação do Phet Simulations, e como realizamos a obtenção dos nossos dados em nossos dois encontros.

4.1 APRESENTANDO O PHET SIMULATIONS

O Phet Simulations, desenvolvido pelo Grupo de Física Educacional da Universidade do Colorado, foi criado com o intuito de fornecer simulações interativas para o Ensino de Ciências e Matemática. As simulações Phet são projetadas para auxiliar na compreensão de conceitos abstratos, muitas vezes desafiadores, por meio da exploração prática e da visualização. Desde a sua criação, o simulador tem se destacado como uma ferramenta inovadora que permite aos estudantes explorar fenômenos científicos e matemáticos em um ambiente virtual controlado.

Para utilização do simulador em sala de aula os alunos terão que ter acesso a um aparelho eletrônico, celular, tablet ou computador e ter baixado o simulador anteriormente nesse aparelho ou ainda ter acesso a internet, para que possam buscar a plataforma no navegador, a navegação no simulador é totalmente gratuita, e não sendo necessário realizar cadastro, só é necessário realizar login (cadastro) nos casos que o simulador for utilizado como recurso de Ensino e o professor deseje ter acesso a estes recursos, e às atividades que o simulador disponibiliza.

Segundo (Souza, 2022) que cita Fortunato (2018) diz que os tutores podem usar o Phet como ferramenta de ensino no laboratório de informática da escola, sem precisar utilizar a internet. Mas para isso terá que baixar os programas previamente e o computador a ser utilizado deve possuir algum destes simuladores: Java, Flash ou HTML5, na qual permite armazenar aplicações da internet para uso off-line.

O PHET SIMULATIONS funciona de maneira simples, não sendo necessário login e senha para seu acesso, assim qualquer pessoa pode ter acesso rápido e fácil a seu conteúdo. Outro ponto importante que facilita a sua utilização é que todas as simulações são disponibilizadas gratuitamente, sendo elas desenvolvidas para oferecer um ambiente aberto à exploração dos alunos. Desta forma o professor poderá utilizar o simulador para fazer aulas expositivas, demonstrações e até mesmo para montar suas próprias atividades. As simulações

são separadas por nível de Ensino e componente curricular, ficando a critério do professor escolher aquelas que são mais importantes para a sua respectiva aula.

Introduzimos uma abordagem diferenciada ao tema por meio de simulações interativas e visuais proporcionadas pelo Phet Simulations. Destacamos a importância de sair do abstrato e utilizar recursos que permitam a aplicação prática de conceitos matemáticos em situações do mundo real. A apresentação do Phet Simulations incluiu a demonstração de sua versatilidade em diversas áreas, embora o foco estivesse na aplicação específica das simulações na área da Matemática, abordando o conteúdo de frações.

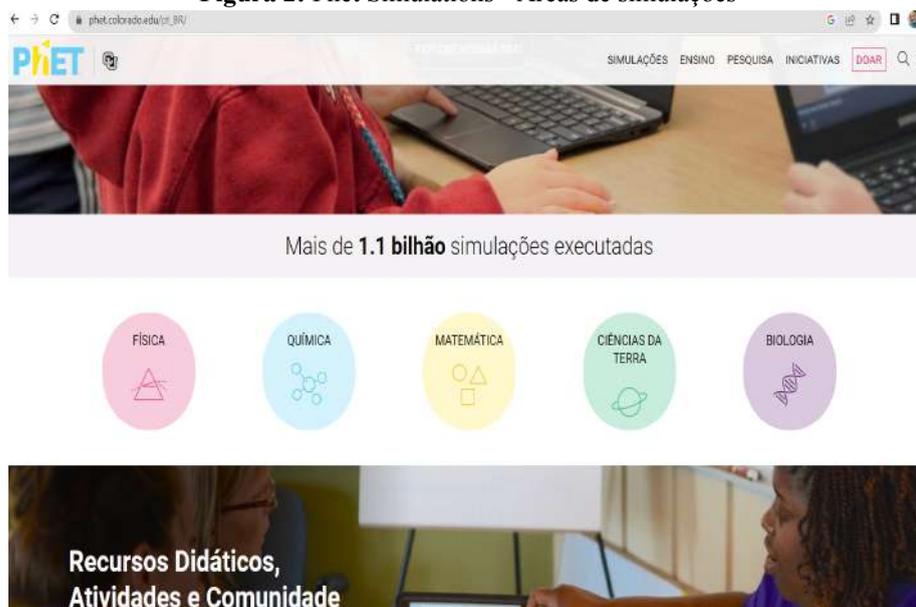
Na figura 1 mostramos o quanto o Phet Simulations oferece uma plataforma educacional repleta de simulações interativas que abrangem uma variedade de tópicos científicos e matemáticos. As simulações virtuais no simulador podem ser trabalhadas em áreas como a física, química, matemática, ciências da terra e biologia, conforme já mostra a figura 2.

Figura 1: Interface do Phet Simulations



Fonte: captura da tela do computador do autor.

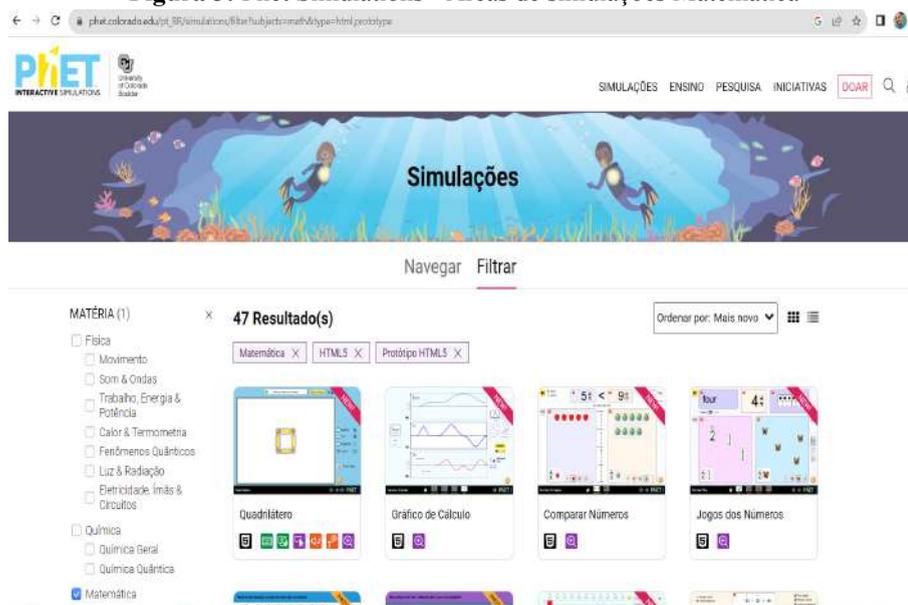
Figura 2: Phet Simulations - Áreas de simulações



Fonte: captura da tela do computador do autor.

Após mostramos na figura 3 que ao escolhermos a área ou matéria em que desejamos trabalhar o simulador apresenta diversos assuntos, ele filtra todos estes para facilitar a busca de quem está acessando, tornando seu manuseio mais prático. Ainda dentro da filtragem que o simulador realiza ele apresenta todos os conteúdos dentro dessa área que consegue trabalhar dentro das simulações, a partir disso pode se identificar os que serão trabalhados e basta dar um clique em cada um deles para explorar.

Figura 3: Phet Simulations - Áreas de simulações Matemática



Fonte: captura da tela do computador do autor.

No caso da figura 4, o filtro já está aplicado e foi identificado algumas das simulações que trabalhamos com o conteúdo de frações, sendo elas: frações: Intro; Construir uma Fração e frações: Igualdade.

Figura 4: Phet Simulations simulações com frações



Fonte: captura da tela do computador do autor.

Conforme a figura 5, mostramos que ao clicar em um dos conteúdos desejados, o simulador apresenta um breve resumo sobre o que pode ser trabalhado dentro desta simulação como alguns tópicos, exemplos de objetivos de aprendizagem ao qual pode ser inserido em seu plano de aula, alguns comandos e onde o sistema consegue ser executado.

Figura 5: Phet Simulations orientações sobre “frações Intro”

Tópicos

- Frações
- Frações Equivalentes
- Fração Imprópria
- Reta Numérica

Exemplos de Objetivos de Aprendizagem

- Prever e explicar como mudar o numerador afeta o valor da fração
- Prever e explicar como mudar o denominador afeta o valor da fração
- Converter entre a imagem de uma fração, uma fração numérica, e um ponto em uma linha de número.
- Encontrar frações correspondentes usando números e imagens
- Comparar frações usando números e padrões

Alinhamento de Padrões
Common Core - Math

3.NF.A.2b 3.NF.A.2a 3.NF.A.2 3.NF.A.1 3.O.A.2 2.O.A.3 1.O.A.3

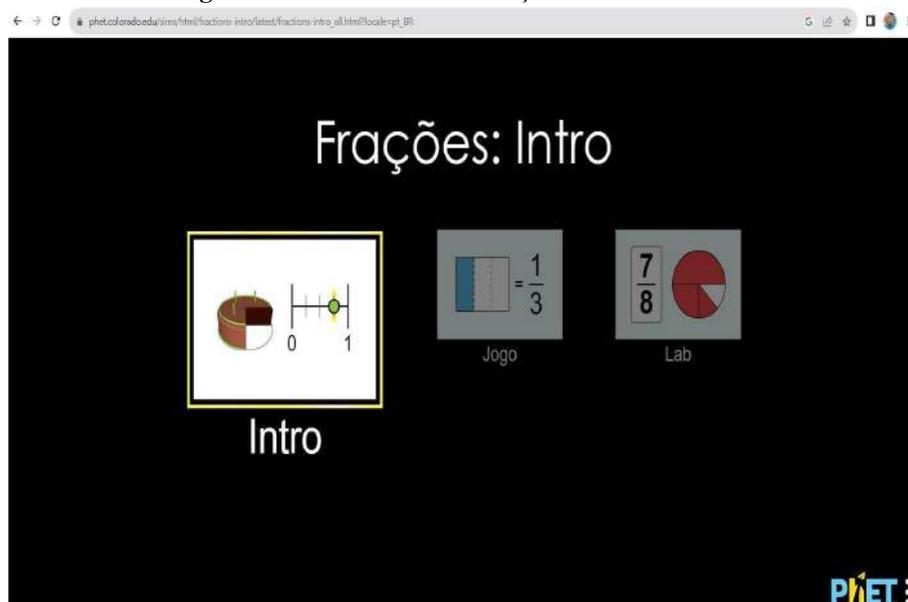
System Requirements

As simulações HTML5 podem ser executadas em sistemas iPads, Chromebooks, PC, Mac e Linux.
Veja os requisitos de sistema HTML5 completos

Fonte: captura da tela do computador do autor.

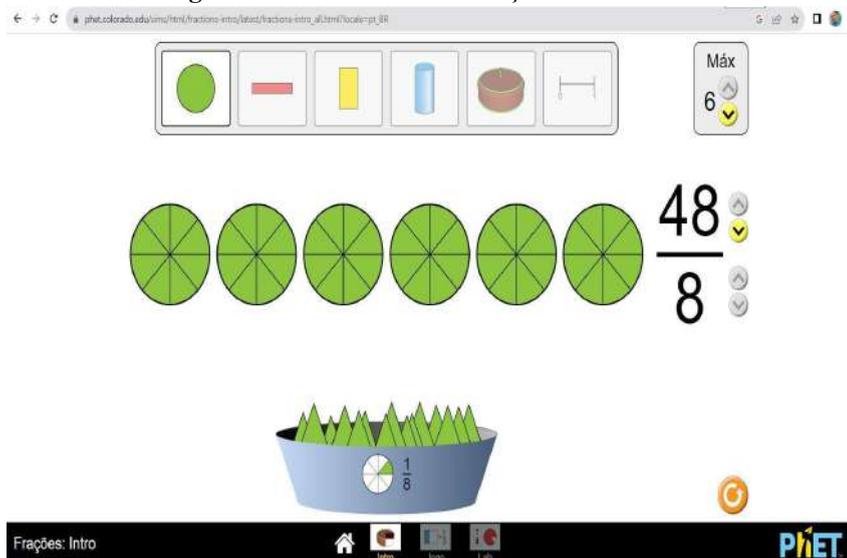
Na figura 6 apresentamos a interface da simulação frações: intro, onde podemos escolher entre três momentos para se trabalhar as simulações, o primeiro deles intro, seguindo com o jogo e por último o Lab. Na figura 7 apresentamos internamente o primeiro momento onde iremos trabalhar os conceitos de frações, definindo e exemplificando. Nesta aba Intro é aconselhado pelo próprio simulador trabalhasse com os conceitos, definir o que seria uma fração na forma aritmética e geométrica, apresentar como as frações se comportam diante de diversas formas, é perceptível que podemos trabalhar frações em várias formas geométricas diferentes.

Figura 6: Phet Simulations “frações Intro” - Interface



Fonte: captura da tela do computador do autor.

Figura 7: Phet Simulations “frações Intro” - Intro



Fonte: captura da tela do computador do autor.

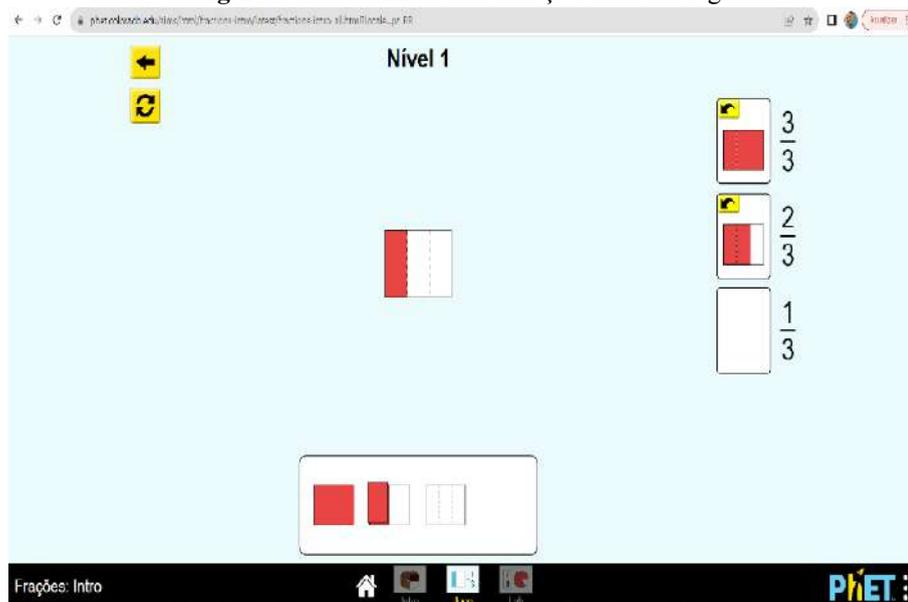
Na sequência, conforme mostra as figura 8 e 9 apresentamos a segunda aba que é denominada jogo, apesar do seu nome, e ser relacionado muitas vezes a “brincadeiras e entretenimento” é importantíssima, pois, os alunos conseguiram demonstrar todo conhecimento adquirido e realmente não deixando de se divertir ao mesmo tempo, pois, sendo bastante interativa e ilustrativa a aba jogo, tem como objetivo, criar frações de formas aleatórias em diferentes níveis de dificuldade, são compostas por dez níveis, sendo os da primeira linha apresentados frações na forma aritmética e os alunos terão que criar suas formas geométricas, e já na segunda linha segue o raciocínio reverso, ao qual os alunos terão as formas geométricas e criarão as formas aritméticas. A aba jogo, traz um momento importante de interatividade e engajamento, além de colaboração e visualização de representações gráficas.

Figura 8 : Phet Simulations “frações Intro” - Jogo



Fonte: captura da tela do computador do autor.

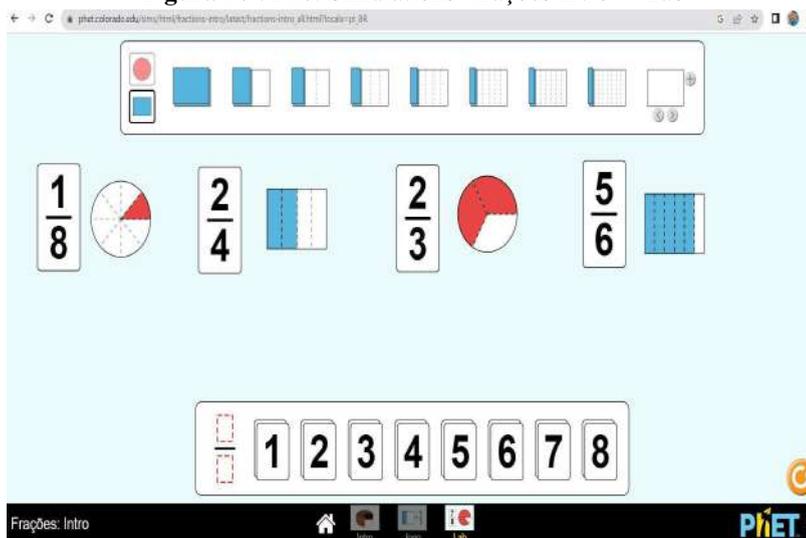
Figura 9 : Phet Simulations “frações Intro” - Jogo



Fonte: captura da tela do computador do autor.

Por fim, na última aba que apresentamos na figura 10 denominada lab, como o próprio nome diz é um laboratório, onde os alunos podem ficar livres para criar suas próprias frações, despertar o imaginário e ver diversas situações diferentes com vários tipos de frações. Ou ainda o professor pode realizar diversas atividades dentro dessa aba, que não se enquadram na aba jogo e trabalhar em sala de aula.

Figura 10 : Phet Simulations “frações Intro” - Lab

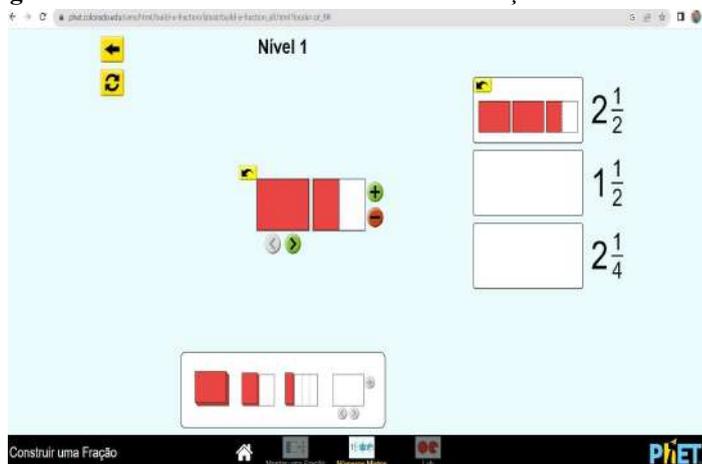


Fonte: captura da tela do computador do autor.

As demais simulações dentro do Phet Simulations com o conteúdo de frações seguem o mesmo raciocínio de apresentação conforme foi visto. A figura 11 mostra um outro tópico, sendo ele “Construir uma fração”, e nele conseguimos identificar essa mesma organização e

forma de manuseio, a diferença entre eles reside apenas na adaptação do conteúdo trabalhado ao qual podemos ver que nesse tópico, já conseguimos trabalhar números mistos, entre outros.

Figura 11: Phet Simulations “Construir uma Fração” - Número Misto



Fonte: captura da tela do computador do autor.

O próximo tópico deste estudo abordará a análise de dados, proporcionando uma investigação mais aprofundada sobre os resultados obtidos durante os dois encontros conduzidos. Nesse contexto, serão detalhados os mapeamentos das dificuldades iniciais dos alunos em relação às frações no primeiro encontro, assim como a integração ativa do Phet Simulations no segundo encontro. A análise dos dados desses encontros visa fornecer conhecimentos cruciais sobre o impacto do simulador no aprendizado dos alunos, contribuindo para uma compreensão mais abrangente de sua eficácia como recurso didático no ensino de frações.

4.2 ANÁLISE DE DADOS

Ao citar diretamente as palavras de Kilpatrick e Van de Walle, nossa intenção é não apenas contextualizar a pesquisa, mas também ilustrar como suas perspectivas influenciam nossos métodos e abordagem. Essa síntese entre teoria e prática é fundamental para fundamentar a pesquisa e contribuir para o entendimento mais amplo do impacto das simulações Phet no Ensino de Frações.

Como afirmado por Ponte (2009, pág. 12), "o Ensino deve ser ajustado para considerar as características, necessidades e expectativas dos alunos". Esta pesquisa, ao integrar a tecnologia em um ambiente acadêmico específico, não apenas contribui para a literatura sobre o uso de simulações no Ensino de Matemática, mas também fornece conhecimentos práticos para educadores, pesquisadores e formuladores de políticas educacionais. Afinal, como

expressa Freire (1987), "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção". Este trabalho procura criar essas possibilidades, explorando as promissoras contribuições do Phet Simulations no processo de Ensino e aprendizado de frações.

4.2.1 Primeiro Encontro

Durante o primeiro encontro, realizamos a apresentação do Phet Simulations como vimos no tópico anterior, e começamos a introdução do conteúdo a ser abordado em sala de aula, explicando o propósito da pesquisa acadêmica em andamento. Em seguida, lançamos a pergunta: "O que vocês entendem/sabem sobre frações?" Essa abordagem visava avaliar o nível de conhecimento da turma sobre o tema. As respostas obtidas incluíram conceitos como "uma divisão", "um número" e "relação com partes iguais". Definimos fração como a representação de partes de um todo, enfatizando sua aplicação nos números racionais, com operações claramente definidas.

Introduzimos uma abordagem diferenciada ao tema por meio de simulações interativas e visuais proporcionadas pelo Phet Simulations. Destacamos a importância de sair do abstrato e utilizar recursos que permitam a aplicação prática de conceitos matemáticos em situações do mundo real. A apresentação do Phet Simulations incluiu a demonstração de sua versatilidade em diversas áreas, como física, química, matemática, ciências da terra e biologia, embora o foco estivesse na aplicação específica das simulações na área da Matemática, abordando o conteúdo de frações.

Durante a apresentação da interface do simulador, concentramo-nos na seção "frações - Intro", explorando geometricamente e aritmeticamente a representação visual das frações. Introduzimos os conceitos de frações próprias, impróprias e aparentes, assim como a transformação entre números mistos e frações impróprias, destacando as interações visuais fornecidas pelo simulador. Exploramos temas como equivalência de frações, simplificação, comparações e análises geométricas e aritméticas.

Para promover a participação ativa dos alunos, solicitamos que se dividissem em grupos, foram feitas divisões de 3 grupos de 5 alunos, onde nomeamos estes de grupo 1, grupo 2 e grupo 3, e disponibilizado um tempo de 20 minutos para que os alunos com isso explorassem o simulador utilizando o laboratório virtual (Lab), montando problemas e descobrindo soluções para serem apresentadas à turma posteriormente, finalizando assim nosso primeiro encontro.

4.2.2 Segundo Encontro

O segundo encontro iniciou-se com as apresentações das explorações realizadas em sala de aula no primeiro encontro, os grupos destacaram suas descobertas, abordando transformações de números mistos, comparação com situações práticas, como um hotel, e explorando problemas relacionados ao cotidiano.

Figura 12: Elaboração de questão do Grupo 1 a ser apresentada à turma utilizando o simulador.

Em uma sala tem 20 alunos, $\frac{2}{4}$ ficaram acima da média e $\frac{1}{4}$ ficaram abaixo da média. Quantos alunos ficaram exatamente na média?

~~$\frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ $\rightarrow \frac{3}{4} \cdot 20 = \frac{60}{4} = 15$~~

~~$\frac{3}{4} \cdot 20 = \frac{60}{4} = 15$~~

~~$20 - 15 = 5$~~

$\frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ $\rightarrow \frac{3}{4} \cdot 20 = \frac{60}{4} = 15$ \rightarrow fração Aparente

fração Própria $20 - 15 = 5$

OU

$1 = \frac{4}{4} \rightarrow \frac{4}{4} - \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$

$\frac{1}{4} \cdot 20 = 5$

Fonte: Acervo Pessoal

O grupo 1 elaborou um problema de uma situação prática, ao qual é apresentado na figura 12, que diz o seguinte: “Em uma sala tem 20 alunos, $\frac{2}{4}$ ficaram acima da média e $\frac{1}{4}$ ficaram abaixo da média. Quantos alunos ficaram exatamente na média?”. O intuito do grupo 1 foi resolver a questão de forma tradicional utilizando apenas o quadro, e mostrar a turma a resolução da questão, e após isso mostrar graficamente o que acontece nesse cálculo construindo essas frações geometricamente, para que a turma pudesse visualizar o que acontece com esses números, a parte do todo que cada representação dessa toma.

Por último, o terceiro grupo trouxe um problema que é apresentado na figura 14 que diz o seguinte: “Dado a fração mista $1\frac{2}{5}$ transforme-a em uma fração imprópria e após isso transforme-a em fração mista novamente.” O grupo 3 utilizou do conteúdo apresentado em sala anteriormente em nosso primeiro encontro, onde foram apresentados os tipos de frações, e o conceito de número misto, para resolver o problema, com isso eles utilizaram do quadro para realizar os cálculos e utilizaram da exploração do simulador para mostrar que as frações impróprias e os números mistos que eles transformaram e relacionaram correspondem a mesma parte do todo.

Em seguida, dando início a um novo momento, os alunos foram desafiados a participar de uma atividade prática no simulador, chamada de "Jogo", conforme mostra as figuras 15 e 16, incentivando a aplicação prática do aprendizado e a exploração mais aprofundada da interface do Phet Simulations. Onde em seus respectivos grupos eles teriam que completar os 10 níveis disponibilizados no módulo “frações-intro”, como as linhas desse módulo representam atividades diferentes, como transformar a fração aritmética em forma geométrica, e a linha seguinte o inverso, frações na forma geométricas em frações aritméticas, foi realizado um sorteio para que os grupos tivessem a oportunidade de realizar no menor tempo possível. Com isso, foi dado início à atividade, no qual o grupo 1 saiu vitorioso, completando os 10 níveis no menor tempo.

Figura 15: Momento da resolução da atividade “jogo” dentro do simulador



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 16: Momento da resolução da atividade “jogo” dentro do simulador



Fonte: Acervo Pessoal

A partir dessas análises, será possível explorar de maneira mais aprofundada como o Phet Simulations influencia a compreensão dos conceitos de frações pelos alunos. Os resultados e discussões subsequentes fornecerão uma visão crítica e reflexiva sobre a eficácia do Phet Simulations em sala de aula, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre o uso de Tecnologias Educacionais no Ensino de Matemática.

5 O PHET SIMULATIONS NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA

Após a utilização do Phet Simulations como recurso de aprendizagem para o Ensino de Frações para novos alunos de um curso de Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, observamos uma série de dinâmicas e descobertas promissoras. Os resultados aqui apresentados provêm de atividades em sala de aula onde os participantes foram gradualmente apresentados ao simulador e incentivados a explorar de forma independente as suas funções.

Durante o primeiro encontro, a apresentação das Simulações Phet proporcionou aos alunos uma visão abrangente da sua aplicabilidade no contexto do Ensino da Matemática. Uma explicação passo a passo do aplicativo permitiu que os participantes se familiarizassem com sua interface e forneceu uma base sólida para a introdução do tema frações. Uma atividade de acompanhamento em que os alunos foram incentivados a explorar o aplicativo de forma independente resultou em descobertas significativas e na criação de atividades que refletem uma compreensão mais profunda do conteúdo.

No segundo encontro, apresentações dinâmicas dos conhecimentos dos participantes destacaram não só o domínio adquirido das simulações Phet, mas também a capacidade de aplicar conceitos de frações de forma criativa. Uma atividade prática com um jogo simulador proporcionou um ambiente lúdico para aplicar conhecimentos recém-adquiridos, desafiando os alunos a consolidar sua compreensão ao completar vários níveis projetados.

Ao final dos encontros, destaquei a significativa eficácia do Phet Simulations para o processo de aprendizado, enfatizando como essa ferramenta interativa estava transformando a abordagem ao Ensino de Frações. Nesse contexto, solicitei aos alunos que compartilhassem suas percepções e reflexões por meio de um questionário estruturado. Esse feedback foi considerado essencial para avaliar de maneira positiva o impacto do simulador em sua compreensão do conteúdo matemático, bem como para identificar áreas específicas em que a experiência poderia ser ainda mais enriquecedora. O momento de coletar essas respostas representou não apenas uma oportunidade para ajustes imediatos, mas também um ponto de partida para aprimoramentos contínuos, destacando a importância da participação ativa dos alunos no aprimoramento do processo de aprendizado.

O feedback positivo e a motivação dos alunos ajudaram na realização do questionário, cujos dados foram fundamentais para a pesquisa, permitindo avaliar a eficácia do simulador no processo de aprendizado.

Essa abordagem proporcionou uma experiência dinâmica e participativa, demonstrando a aplicabilidade do Phet Simulations no Ensino de Frações e destacando seu potencial como recurso pedagógico inovador.

O questionário abordou objetivos específicos como a experiência com o Phet Simulations, aprendizado, engajamento e interatividade, comparação com métodos tradicionais, autoavaliação e sugestões/ comentários sobre o simulador.

O questionário é composto por nove perguntas, entre elas perguntas abertas e fechadas com o intuito de obter-se informações necessárias para conseguir determinar se realmente o Phet Simulations contribui como recurso pedagógico no Ensino de Frações, necessariamente voltado à visão de futuros professores, educadores e recém incluídos no Ensino superior.

Pergunta 1: Você já utilizou o Phet Simulations? a) sim b) não. Se respondeu "Sim" à pergunta anterior, quantas vezes você usou o simulador até agora? a) Uma vez b) Algumas vezes c) Muitas vezes

A primeira pergunta que é feita no questionário é se os alunos já utilizaram o simulador, sendo essa utilização de qualquer forma, representação visual em aulas, por meio próprio, etc.. onde destes 15 alunos participantes 8 responderam que não, seria o primeiro contato deles com o simulador, e 7 responderam que sim, já haviam tido contato com esse simulador. A frequência de uso foi notavelmente distribuída entre "algumas vezes", onde dos 7 que responderam "sim" 6 deles já utilizaram "algumas vezes" e apenas um utilizou "uma vez".

Como você descreveria a sua experiência ao usar o Phet Simulations para aprender sobre frações? a) Excelente b) Boa c) Regular d) Ruim e) Péssimo

Na pergunta 2, a predominância de respostas positivas em relação à experiência com o simulador revela uma aceitação significativa entre os alunos, sendo que 12 deles a descreveram como "excelente" e apenas 3 como "boa". Isso sugere que a proposta de aprendizado inovadora do Phet, com suas simulações interativas, cativou a maioria dos participantes, oferecendo uma experiência positiva e envolvente. A experiência anterior com os alunos, que não está explicitamente mencionada, foi marcada por engajamento e criatividade durante a exploração do simulador. A ausência de respostas negativas no questionário sugere que a abordagem metodológica utilizada, combinada com a interatividade do Phet Simulations, contribuiu para uma experiência positiva. Essa consistência entre as

respostas e a prática em sala de aula destaca a eficácia do simulador como um recurso didático impactante no Ensino de Frações.

Pergunta 3: Você acha que as simulações Phet ajudaram a melhorar a sua compreensão sobre conceitos de frações? Explique sua resposta. (Resposta aberta)

A1: Sim. Tem muitas explicações além do “joguinho” que nos incentiva a fazer os exercícios de fixação em forma de um jogo mesmo.

A2: Sim. Pois incentiva a querer aprender mais.

A3: Sim. A experiência com o simulador ajuda bastante em entender o que está sendo proposto. Além de ser uma experiência divertida.

A4: Sim. Pois nos ajuda a visualizar as frações, ajudando-o a compreender melhor.

A5: Sim. Muitas das vezes nós tínhamos dúvidas sobre frações, mas o Phet Simulations ajudou muito sobre frações.

A6: Sim. Me ajudou a compreender o assunto de maneira fácil.

A7: Sim. A forma de explicar fez com que ficasse mais fácil a compreensão.

A8: Sim, ajuda a representar de forma visual as operações matemáticas com frações.

A9: Sim. Pois usa a teoria em algo concreto.

A10: Sim, pois vendo como a fração se desenvolve pode-se sanar dúvidas sobre o desenvolvimento dos mesmos.

A11: Sim, pois com o mesmo é possível ver as propriedades e conceitos de forma visual.

A12: Sim.

A13: Sim. Pois conseguimos visualizar os conceitos de frações.

A14: Sim, por trazer a atenção.

A15: Não, pois já tinha um vasto conhecimento neste segmento.

Na pergunta 3, observa-se que a maioria dos participantes reconheceu de forma positiva o impacto das simulações Phet na melhoria de sua compreensão sobre conceitos de frações. As respostas refletem uma variedade de percepções e experiências, destacando diferentes aspectos do simulador que contribuíram para o aprendizado dos alunos. A resposta A1 destaca a presença de "muitas explicações além do"joguinho"., indicando que o simulador oferece recursos educacionais diversificados além dos elementos de jogo. Isso sugere que a variedade de explicações contribuiu para uma compreensão mais abrangente dos conceitos de frações. A resposta A2 destaca que o simulador "incentiva a querer aprender mais". Isso sugere que a abordagem interativa e envolvente do Phet motiva os alunos a se aprofundarem no aprendizado de frações, indicando um impacto positivo na motivação. As respostas A4, A8 e A13 mencionam que o simulador ajuda na visualização das frações. Esse destaque para a visualização indica que a representação gráfica das frações no Phet contribuiu significativamente para a compreensão conceitual. Algumas respostas, como A5 e A10, mencionam que o simulador ajudou a sanar dúvidas sobre frações e a entender o desenvolvimento desses conceitos. Isso indica que as simulações do Phet podem ser eficazes na abordagem de pontos específicos de confusão e na explicação do desenvolvimento gradual dos conceitos.

Pergunta 4: Você acha que a interatividade das simulações Phet tornou o aprendizado de frações mais interessante? Porque?

- A1: Sim. Por causa do jogo, laboratório etc... Nos motiva a procurar aprender mais.
 A2: Saiu um pouco do cotidiano, nossa participação na frente da sala.
 A3: Sim, pois agora pode literalmente ver o que é proposto em questões e explicações de conceitos.
 A4: Sim, pois além de podermos visualizar a fração, tem também jogos que facilitam o aprendizado.
 A5: Sim, porque me incentivou a aprender mais sobre frações.
 A6: Sim, porque é uma forma de aprender brincando.
 A7: Sim, por ser uma forma bem interativa de ensinar.
 A8: Sim, pois vemos de forma visual e cotidiana as frações.
 A9: Sim, pois, é possível avaliar os diversos tipos de frações e os jogos são uma excelente forma de exercício.
 A10: Sim, a forma visual torna mais interessante as contas com as frações.
 A11: Sim, pois nos envolvemos de forma mais ativa na sala.
 A12: Sim, pois a visualização ajuda a compreender melhor o conteúdo abordado.
 A13: Sim, por conta das interações no Phet.
 A14: Sim, por ser competitivo.
 A15: Sim, pois as figuras ajudam na compreensão das frações.

A avaliação da interatividade das simulações Phet no aprendizado de frações revela uma percepção positiva por parte dos alunos. Diversos participantes destacaram elementos específicos que tornaram o processo educacional mais envolvente. A resposta A1 menciona a presença de jogos e laboratórios, indicando que esses recursos motivam os alunos a buscar mais conhecimento. A resposta A2 ressalta que a interatividade do Phet "saiu um pouco do cotidiano", sugerindo que a abordagem inovadora do simulador quebra a monotonia das aulas tradicionais. A perspectiva de poder "literalmente ver o que é proposto em questões e explicações de conceitos", conforme mencionado na resposta A3, destaca a importância da visualização direta no processo de aprendizado. A resposta A6 destaca a abordagem lúdica do Phet, mencionando que é "uma forma de aprender brincando". A resposta A8 enfatiza a visualização cotidiana das frações, sugerindo que a aplicação prática dos conceitos contribui para o interesse dos alunos. Por fim, a resposta A15 menciona que as figuras ajudam na compreensão das frações, destacando a importância da representação visual na assimilação do conteúdo.

Pergunta 5: Você se sentiu mais motivado a explorar os conceitos de frações por meio das simulações Phet? a) Sim b) Não

A pergunta 5 revela uma unanimidade nas respostas, todas indicando "Sim". Essa consistência sugere que as simulações Phet foram eficazes em motivar os participantes. Essa

conclusão alinha-se à experiência em sala de aula, onde a abordagem prática e interativa das simulações estimulou uma motivação generalizada para a compreensão dos conceitos de frações. Esses resultados reforçam a importância de recursos interativos no Ensino de Matemática, não apenas para facilitar a compreensão, mas também para despertar o interesse e a motivação dos alunos.

Pergunta 6: Como a utilização do Phet Simulations se compara com os métodos tradicionais de Ensino de Frações (como livros didáticos ou aulas expositivas)?

A1: O simulador em si é mais interessante por diversos motivos, dá para explorar no celular ou computadores, já livros didáticos muitas pessoas não gostam tanto de ler, aula expositivas dá para entender.

A2: Bem melhor.

A3: Se torna uma experiência diversificada.

A4: Nos mostra ser algo bem mais motivador.

A5: Não é comparável, porque o Phet é muito mais eficiente de se aprender pelo simulador do que por livros didáticos.

A6: Eles utilizam as mesmas figuras e assuntos.

A7: Em forma interativa e formações de questões.

A8: O Phet é muito melhor.

A9: No Phet Simulations é possível compreender a teoria de forma lúdica, facilitando a aprendizagem, que no método tradicional geralmente pode gerar muitas dúvidas.

A10: Bem, pois é uma forma de aprendizado fugindo de apenas números.

A11: Ótimo, pois, com o mesmo podemos trabalhar os conceitos de várias formas e utilizando diferentes situações problemas.

A12: Torna a aula mais interessante.

A13: A forma de ensinar se torna algo intuitivo.

A14: Peças de montar

A15: A utilização do simulador torna o aprendizado mais intuitivo.

A comparação entre o Phet Simulations e métodos tradicionais, como livros didáticos e aulas expositivas, revelou uma preferência marcante pelo simulador. Os alunos apontaram que o PhET oferece uma abordagem mais interessante, motivadora e eficiente para o aprendizado de frações. A flexibilidade proporcionada pelo simulador, que pode ser utilizado em dispositivos móveis e computadores, foi considerada um diferencial, tornando o aprendizado mais acessível e atraente.

Pergunta 7: Em uma escala de 1 a 10, onde 1 é "não aprendi nada" e 10 é "aprendi muito", como você avaliaria o seu aprendizado sobre frações ao utilizar as simulações Phet?

A1: 10

A2: 7

A3: 9,5

A4: 9

A5: 10

A6: 8

A7: 8
 A8: 10
 A9: 10
 A10: 9
 A11: 10
 A12: 10
 A13: 8
 A14: 10
 A15: 10

A avaliação do aprendizado, em uma escala de 1 a 10, resultou em uma média elevada, onde a turma atingiu uma média geral de autoavaliação 9,2 indicando que os alunos perceberam um ganho significativo em seu entendimento sobre frações com o uso do Phet. Isso corrobora as respostas detalhadas fornecidas, onde os alunos mencionaram a visualização, a participação em atividades práticas e a compreensão aprimorada dos conceitos.

Pergunta 8: Você tem alguma sugestão ou comentário adicional sobre o uso do Phet Simulations no Ensino de Frações?
 (Resposta aberta)

A1: Não, muito bom.
 A2: Poderia nomear as frações.
 A3: Não.
 A4: Não.
 A5: Não.
 A6: Não, da forma que está, tá ótimo.
 A7: Que era pra abranger mais as contas de frações.
 A8: Usar em aulas demonstrativas.
 A9: Não.
 A10: Não.
 A11: Possibilidade de realizar dinâmicas com os alunos, e realização de apresentação de situações problemas.
 A12: Que todos os professores utilizassem no Ensino básico.
 A13: Não, pois já é bastante intuitivo.
 A14: Simplesmente perfeito.
 A15: Não.

Na pergunta 8, as sugestões adicionais dos alunos para nomear as frações, abranger mais tipos de contas de frações e incorporar atividades demonstrativas oferecem orientações valiosas para a melhoria contínua do simulador. No entanto, é notável que a maioria dos alunos já se sente satisfeita com a experiência atual, destacando a eficácia do Phet Simulations como recurso pedagógico no Ensino de Frações para futuros professores e educadores.

Pergunta 9: Se você pudesse destacar uma coisa positiva sobre o uso das simulações Phet para aprender sobre frações, qual seria?

A1: A forma que saímos do abstrato e conseguimos visualizar e relacionar com situações cotidianas.

- A2: O aprendizado fica bem melhor com toda certeza.
- A3: Desenvoltura dos alunos.
- A4: Os jogos, pois, é uma maneira mais divertida de aprender.
- A5: As figuras.
- A6: A elaboração livre de frações no laboratório.
- A7: As diversas formas que podemos utilizar de explicação.
- A8: O lado positivo é que o aluno vê de forma visual e entende melhor.
- A9: A construção das frações.
- A10: A forma de representação das frações é muito positiva.
- A11: A possibilidade de trabalhar questões abertas e situações com os alunos de forma prática (com uma visualização rápida).
- A12: A visualização do conteúdo, por não ficar somente no ambiente abstrato.
- A13: Conseguimos visualizar os problemas matemáticos.
- A14: Visualizar as imagens.
- A15: As figuras, já que elas facilitam e estimulam o aprendizado.

As respostas dos alunos à pergunta 9 sobre destacar algo positivo no uso das simulações Phet para aprender frações revelam uma apreciação abrangente e diversificada dos benefícios proporcionados pela ferramenta. Os estudantes enfatizaram aspectos como a transição do abstrato para o concreto, permitindo uma visualização mais clara e relacional com situações cotidianas. Destacaram também a melhoria geral no processo de aprendizado, evidenciando que a utilização das simulações Phet contribuiu para um entendimento mais aprofundado do conteúdo.

Ao considerar todas as perguntas do questionário, observa-se uma tendência geral de aprovação e reconhecimento da contribuição do Phet Simulations como um recurso pedagógico eficaz no Ensino de Frações. Os alunos não apenas indicaram uma experiência positiva no aprendizado conceitual das frações, mas também expressaram entusiasmo em relação à interatividade, variedade de recursos e a capacidade da ferramenta em tornar o Ensino mais envolvente e prático.

Por fim, as respostas coletadas sugerem que o Phet Simulations desempenhou um papel significativo no aprimoramento do entendimento dos alunos sobre frações, destacando-se por sua abordagem inovadora, interativa e adaptável às necessidades dos estudantes. O feedback positivo e as sugestões para melhorias específicas enfatizam o potencial contínuo dessa ferramenta no contexto educacional, sinalizando possíveis direções para seu desenvolvimento e implementação futura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, investigamos a eficácia do Phet Simulations como recurso didático para o Ensino de Frações, explorando sua capacidade em melhorar a compreensão dos alunos, promover o engajamento ativo e superar as dificuldades tradicionalmente associadas a esse conteúdo desafiador. Os resultados e induzidos criaram para uma compreensão mais profunda sobre como a Tecnologia Educacional pode transformar a maneira como os conceitos de frações são ensinados e aprendidos.

Durante a aplicação da metodologia, e a análise dos dados, pudemos observar de perto o impacto positivo que as Simulações Phet tiveram no processo de Ensino de Frações. Os participantes que interagiram com as simulações explicaram uma compreensão mais sólida dos conceitos pensados, bem como um nível significativamente maior de engajamento e motivação para explorar e resolver problemas relacionados a frações. As observações qualitativas que tivemos como resultados, indicam melhorias significativas no desempenho dos alunos que utilizaram as simulações.

Os resultados deste estudo apontam para o encorajamento das simulações Phet como uma ferramenta pedagógica valiosa no contexto do Ensino de Frações. As simulações são eficazes em abordar algumas das dificuldades inerentes ao conceito de frações, oferecendo aos alunos uma experiência visual e interativa que torna os conceitos mais tangíveis e compreensíveis. Além disso, as simulações permitiram aos alunos experimentar, cometer erros e aprender com eles, criando um ambiente de aprendizado mais exploratório e autodirigido.

Finalmente, ao utilizar simulações interativas, é essencial considerar questões de acessibilidade, equidade e acomodação de diferentes estilos de aprendizagem. Pesquisas futuras poderiam explorar como as simulações podem ser adaptadas para atender diferentes grupos de estudantes e garantir que a tecnologia melhore a educação sem aumentar as disparidades.

Portanto, o desenvolvimento profissional contínuo, a exploração abrangente de opções e a investigação rigorosa são essenciais para explorar o potencial das simulações interativas na Educação Matemática. Isso nos permite criar experiências de aprendizagem mais envolventes, promover uma compreensão mais profunda e preparar os alunos para enfrentar desafios matemáticos e do mundo real com confiança.

Assim, este estudo tem um enorme significado para educadores e formuladores de políticas educacionais. A integração das simulações Phet no Ensino de Matemática, especificamente em relação às frações, pode abrir portas para abordagens mais envolventes e eficazes. No entanto, é essencial que essa integração seja intencionalmente planejada, considerando as necessidades específicas dos alunos, o currículo existente e os objetivos educacionais.

Para pesquisas futuras, recomenda-se explorar ainda mais a longevidade dos efeitos das simulações Phet no aprendizado de frações, bem como sua aplicabilidade em diferentes contextos educacionais e com diferentes faixas etárias. Além disso, a expansão do estudo para outros matemáticos pode fornecer conhecimentos adicionais sobre como as simulações podem influenciar a compreensão geral da Matemática.

O presente estudo revelou que as simulações Phet oferecem uma abordagem inovadora e eficaz para o Ensino de Frações. Através da interatividade, visualização e exploração ativa, os alunos podem superar barreiras tradicionais e desenvolver uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos de frações. A utilização dessas simulações não apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também aponta para um futuro promissor em que a tecnologia educacional desbloqueia novas possibilidades para o Ensino de Matemática.

REFERÊNCIAS

AMANCIO, Daniel de Traglia; SANZOVO, Daniel Trevisan. Ensino de Matemática por meio das Tecnologias Digitais. **Revista Educação Pública**, v. 20, n.º 47, 8 de dezembro de 2020.

ARAUJO, Adriano Jones Santos; SANTOS, Reinaldo Silva dos. **O uso de tecnologias digitais no ensino da matemática**. 2014. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Matemática, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

BEHR, Merlyn; LESH, Richard; POST, Thomas; SILVER, Edward. Rational number concepts. In: LESH, Richard; LANDAU, M. (ed.). **Acquisition of mathematics concepts and processes**. New York: Academic Press, 1983

BEZERRA, Francisco José Brabo. **Introdução ao conceito de número fracionário de representações: uma abordagem criativa para a sala de aula**. São Paulo.,s.n. 2001. Dissertação (mestrado) PUCSP.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 23. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

DANTE, L.R. **Didática de Resolução de Problemas de Matemática**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 1991.

FALCHI, Lilian de Fatima Oliveira; FORTUNATO, Ivan. Simulador PHET e o ensino da tabuada na educação básica: relato de experiência. **Revista online de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 439-452, jan./abr., 2018. E-ISSN:1519- 9029. DOI: 10.22633/rpf.v 22.n.1.2018.10672.

FONSECA, João Saraiva. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Ceará, UECE, 2002.

FREITAS, Wesley R. S.; JABBOUR, Charbel J. C.. **Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: Boas práticas e sugestões**. Estudo & Debate, Lajeado, v. 18, n. 2, p. 7-22. 2011.

IGREJA, Crisllen Lorrany Viturina de Sousa; CAMARGOS, Heverton Silva de. **O uso do simulador phet para o ensino da matemática**. 2022. 8 f. Monografia (Especialização) - Curso de Matemática, Universidade Federal do Tocantins-Uft, Palmas-To, Brasil, 2022.

JÚNIOR, S.L. M, BARBOZA, P.L. **Percursos na prática pedagógica de matemática**. Revemat e ISSN 1981-1322, V.08, nº1, p.199-215, Florianópolis (SC), 2013.

KILPATRICK, Jeremy. **Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como um campo profissional e científico**. Tradução Rosana G. S. Miskulin; Cármen Lúcia B. Passos; Regina C. Grandó e Elisabeth A. Araújo. Disponível em: Acesso em: 03 dez. 2015.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB**. MEC, 2017

LDB– **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. MEC, 2017.

MAKUCH, F. B.; MARTINS, M. A. O uso do PhET Simulations no ensino de frações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 2018.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. **Revista de Ensino e Ciências e Matemática Acta Scientiae**, v.10, n.1, jan./jun. 2008. Disponível em: < www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/download/78/70 >. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

MORAN, José. **Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. Novas Tecnologias Digitais: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento**, Curitiba: CRV, 2017, p.23-35.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Coleção Mídias Contemporâneas. 2015. Disponível em: . Acesso em: 15 jun. 2020.

MORAN, J. **A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas: Papirus, 2016.

NEVES, Rita de Araújo *et al.* **Vygotsky e as teorias da aprendizagem**. 2006. 10 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mestrado em Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa. Novas Reflexões sobre o ensino aprendizagem de matemática através da resolução de Problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani e BORBA, Marcelo de Carvalho (orgs.) **Educação Matemática – pesquisa em movimento**, São Paulo, Editora Cortez, 2004.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.

PEREIRA, Stelamara Souza; CHAGAS, Flomar Ambrosina Oliveira. **Tecnologias na Educação Matemática: desafios da prática docente**. 2014. 12 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Matemática, Instituto Federal de Goiás, Jataí, 2016.

PERKINS, K.; ADAMS, W.; DUBSON, M.; FINKELSTEIN, N.; REID, N.; WIEMAN, Carl. **Phet: interactive simulations for teaching and learning physics**. High School Teachers Conference at the Kavli Institute for Theoretical Physics, UC Santa Barbara, 2018.

PhET Simulações Interactivas. (2023). **PhET Simulações Interactivas**. <https://phet.colorado.edu/>

QUARTIERI, Marli Teresinha; GIONGO, Ieda Maria; REHFELDT, Márcia Jussara Hepp. Problematizando o ensino de frações com um grupo de professores do ensino fundamental. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 21, n. 45, p. 381–403, 2020. DOI: 10.5965/1984723821452020381. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/12382>. Acesso em: 4 nov. 2023.

Sá, FC, & Cury, HN (2017). Uma análise do uso das simulações PhET na aprendizagem dos conceitos de Física. **Revista de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 10(2), 74-88.

SANTOS, Aparecido dos. **O conceito de frações em seus diferentes significados: um estudo diagnóstico juntos a professores que atuam no ensino fundamental**. 2005. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Puc, São Paulo, 2005.

SANTOS, José Ronaldo dos. **Concepções sobre o uso de simulação no ensino de física: uma análise das dissertações apresentadas no programa mnpef**. 2019. 56 f. Monografia (Especialização) - Curso de Física, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna - Pb, 2019.

SANTOS, Maria José Batista de Souza; FREITAS, Sheyla Silva Thé. **O ensino e a aprendizagem de frações utilizando materiais concretos**. 2014. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - Pb, 2014.

SANTOS, Maria José Costa dos; LIMA, Ivoneide Pinheiro de; RIBEIRO, Júlio Wilson. **Analisando as dificuldades docentes e discentes com frações**. 2004. 14 f. Tese (Doutorado) - Curso de Matemática, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2004. Cap. 3.

SILVA, Angélica da Fontoura Garcia. Conhecimento profissional docente de professores dos anos iniciais em um processo de formação continuada, tendo como objeto de discussão o processo de ensino e a aprendizagem das frações. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA –SIPEM, 4. ,Taguatinga. **Anais[...]**.Taguatinga, DF: SIPEM,2009.

SOUZA, Ângela Tereza Silva de. **Abordagem do Conceito de Fração: uma análise de livros didáticos**. 2013. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Matemática, Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto - Pb, 2013.

SOUZA, Isabel Maria Amorim de; SOUZA, Luciana Virgílica Amorim de. O uso da tecnologia como facilitadora da aprendizagem do aluno na escola. **Revista Fórum Identidades**. V.8, UFS. 2010. Disponível em: < <http://seer.ufs.br/index.php/forumidentidades/article/view/1784> >. Acesso em: 15 de outubro de 2023.

TAJRA, S. F. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2012.

TAJRA, S. F. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2001

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002

VALERA, Alcir Rojas. **Uso social e escolar dos números racionais: representação fracionária e decimal**. 164p.2003.Dissertação (Mestrado em Educação)–Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2003.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Questionário: Contribuição do Phet Simulations como recurso pedagógico no Ensino de Frações

Instruções: Por favor, responda às seguintes perguntas com base na sua experiência com o Phet Simulations no aprendizado de frações. Suas respostas serão utilizadas para fins de pesquisa e aprimoramento da experiência educacional.

Qual é o seu nome (Opcional)?

Qual é a sua série/ano escolar?

Pergunta 1: Você já utilizou o Phet Simulations?

- a) Sim b) Não

Se respondeu "Sim" à pergunta anterior, quantas vezes você usou o simulador até agora?

- a) Uma vez b) Algumas vezes c) Muitas vezes

Pergunta 2: Como você descreveria a sua experiência ao usar o Phet Simulations para aprender sobre frações?

- a) Excelente b) Boa c) Regular d) Ruim e) Péssimo

Pergunta 3: Você acha que as simulações Phet ajudaram a melhorar a sua compreensão sobre conceitos de frações? Explique sua resposta.

(Resposta aberta)

Pergunta 4: Você acha que a interatividade das simulações Phet tornou o aprendizado de frações mais interessante? Porque?

Pergunta 5: Você se sentiu mais motivado a explorar os conceitos de frações por meio das simulações Phet?

- a) Sim b) Não

Pergunta 6: Como a utilização do Phet Simulations se compara com os métodos tradicionais de Ensino de Frações (como livros didáticos ou aulas expositivas)?

Pergunta 7: Em uma escala de 1 a 10, onde 1 é "não aprendi nada" e 10 é "aprendi muito", como você avaliaria o seu aprendizado sobre frações ao utilizar as simulações Phet?

Pergunta 8: Você tem alguma sugestão ou comentário adicional sobre o uso do Phet Simulations no Ensino de Frações?

(Resposta aberta)

Pergunta 9: Se você pudesse destacar uma coisa positiva sobre o uso das simulações Phet para aprender sobre frações, qual seria?

Obrigado por participar! Suas respostas são extremamente valiosas para nossa pesquisa.