

O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA POTENCIALIZADORA NO ENSINO DE FORÇAS E MOVIMENTOS

THE USE OF VIRTUAL SIMULATIONS AS A POTENTIAL TOOL IN TEACHING
FORCES AND MOTION

Ciências Humanas • 29/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/782617821](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/782617821)

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior¹

RESUMO

Este estudo investiga a aplicação de simulações virtuais, especificamente as oferecidas pelo projeto PhET, como ferramentas para aprimorar o ensino de Física. A pesquisa foi realizada com duas turmas de 1º ano do ensino médio na Escola Estadual Maria Viana dos Anjos, localizada em Macapá/Ap, enfocando conceitos de força e movimento. A fundamentação teórica aborda as dificuldades no ensino de Física, a importância das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ambiente educacional moderno e o potencial das simulações virtuais para facilitar o aprendizado de conceitos científicos complexos. As simulações do projeto PhET são destacadas por sua capacidade de proporcionar uma aprendizagem mais significativa, permitindo que os alunos visualizem e interajam de maneira dinâmica e envolvente com fenômenos físicos. A metodologia envolveu a aplicação dessas simulações em sala de aula, seguida pela administração de questionários pré e pós-teste para avaliar a eficácia das ferramentas utilizadas. Os resultados demonstraram que a incorporação das TDICs, especialmente das simulações virtuais, contribuiu significativamente para a melhoria da compreensão dos conceitos físicos pelos alunos, promovendo uma aprendizagem ativa, investigativa e centrada no estudante. A pesquisa conclui que essas tecnologias, ao contextualizar e dinamizar o ensino, desempenham um papel crucial na promoção de um aprendizado mais acessível e significativo, alinhado às necessidades educativas contemporâneas.

Palavras-chave: Ensino de Física; PHET; TDICs; simulação computacional.

ABSTRACT

This study investigates the application of computational simulations, specifically those offered by the PhET project, as tools to enhance

Physics teaching. The research was conducted with two 1st-grade class at Maria Viana dos Anjos State School, located in Macapá/Ap, focusing on concepts of force and motion. The theoretical foundation addresses the challenges in Physics education, the importance of Digital Information and Communication Technologies (DICTs) in the modern educational environment, and the potential of computational simulations to facilitate the learning of complex scientific concepts. The PhET project simulations are highlighted for their ability to provide more meaningful learning experiences, allowing students to dynamically and engagingly visualize and interact with physical phenomena. The methodology involved the application of these simulations in the classroom, followed by the administration of pre- and post-test questionnaires to evaluate the effectiveness of the tools used. The results demonstrated that the incorporation of DICTs, especially computational simulations, significantly contributed to the improvement of students' understanding of physical concepts, promoting active, investigative, and student-centered learning. The research concludes that these technologies, by contextualizing and dynamizing teaching, play a crucial role in promoting more accessible and meaningful learning, aligned with contemporary educational needs.

Keywords: Physics Teaching; PHET; TDICs; computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna passa por um processo de grandes mudanças impulsionadas, principalmente, pelos avanços e inovações no desenvolvimento tecnológico em diversas áreas. Em se tratando de uma ferramenta voltada para uma aprendizagem mais significativa, fazer uso de novas tecnologias educacionais poderá permitir aos alunos uma aprendizagem mais significativa e atraente.

Diversos autores apontam que o ensino tradicional, onde o conhecimento é transmitido através de aulas expositivas, no qual o aluno deve memorizar, absorver e reproduzir o conhecimento (BRASIL, 1998, p. 19), não motiva a aprendizagem do conteúdo de Física, pois as aulas são consideradas cansativas e pouco proveitosas. Chassot (2004, p. 83) argumenta que “a escola é castradora da criatividade das crianças”. Por sua desconexão com a realidade dos alunos, nesse sentido, os alunos frequentemente não vêem a relevância do conteúdo ensinado para suas vidas futuras.

As simulações proporcionam uma ligação mais estreita entre o estudo teórico dos fenômenos físicos em sala de aula e os experimentos realizados em um laboratório virtual, permitindo que os resultados sejam visualizados repetidamente e contribuindo para uma compreensão mais profunda das variáveis envolvidas (Coelho, 2002).

E com o surgimento das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), emergiram novos paradigmas no ensinar e no aprender para desenvolver as competências comunicativas (ler, escrever, ouvir, falar e interagir). Então se pergunta: que metodologia ou abordagem empregar para que de fato o aluno se torne competente?

Para tanto, o professor deve estar receptivo às mudanças em busca da qualidade do ensino e da aprendizagem, ter um olhar crítico-reflexivo de sua prática e de seu saber docente. Ensinar e aprender é um elemento determinante na aquisição do conhecimento e, portanto, uma exigência em colocar em prática uma metodologia que se centre no aprendiz, pois, Santos, Santos e Fraga (2002, p. 186-187), afirmam que “com o avanço tecnológico computacional, os

usos de métodos de aprendizagem tradicionais tornam-se ineficientes e inadequados”. Segundo os mesmos autores, a necessidade de uma solução moderna e eficaz para o ensino de Física pode ser atendida pelo desenvolvimento de um software educacional, que permita ao usuário “modelar, visualizar e interagir com a simulação” virtual proposta, funcionando como uma ferramenta complementar para reforçar o conhecimento teórico.

Nesse contexto, o trabalho desenvolvido com o tema **O uso das simulações virtuais como ferramenta potencializadora no ensino de forças e movimento** buscou responder o questionamento: como o uso de simuladores virtuais pode potencializar na compreensão do conteúdo de forças e movimento em duas turmas de 1º ano do ensino médio da escola Estadual Maria Viana dos Anjos?

Partindo do pressuposto de que esta prática coloca o aluno como protagonista da sua aprendizagem, promove o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, contínua, ativa, investigativa e servirá de elemento facilitador nas resoluções de problemas. O objetivo geral deste estudo foi investigar como o uso de simulação virtual do PHET pode promover a aprendizagem significativa do conteúdo de Forças e Movimentos para alunos de duas turmas do 1º ano do ensino médio da Escola Estadual Maria Viana dos Anjos.

Os objetivos específicos que conduziram ao objetivo geral durante o estudo foram:

- Investigar as principais dificuldades dos alunos para compreensão do conteúdo;
- Apresentar a simulação virtual do PHET para o professor como ferramenta para auxiliá-lo nas aulas;

- Investigar se o uso de simulações facilita a compreensão dos conceitos de forças e movimentos entre os alunos.

As simulações virtuais podem proporcionar uma aprendizagem mais ativa e investigativa, permitindo aos alunos visualizarem e interagirem com fenômenos físicos de maneira dinâmica e envolvente. Espera-se que a incorporação de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ensino de Física contribua significativamente para a melhoria da compreensão dos conceitos físicos, promovendo uma aprendizagem centrada no estudante e alinhada às necessidades educativas contemporâneas. Ao explorar o potencial das simulações virtuais no ensino de Física, este projeto busca proporcionar uma solução moderna e eficaz para os desafios enfrentados no ensino desta disciplina, contribuindo para a formação de alunos mais engajados e bem-preparados para os desafios do futuro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção está estruturada para fornecer um embasamento conceitual abrangente para o estudo. Inicialmente, aborda-se o Ensino de Física e a Teoria da Aprendizagem Significativa. Em seguida, discute o uso das TDIC na sala de aula, as vantagens e desafios dessas tecnologias na educação, e como as Simulações Computacionais podem tornar o ensino de Física mais dinâmico, com foco nas simulações do PhET.

2.1. O Ensino de Física

A Física é uma ciência constituída por modelos e teorias que pretendem explicar a realidade e possibilita uma melhor compreensão do mundo. Moreira (2014) afirma que o acelerado

desenvolvimento científico aproxima a Física do cotidiano das pessoas, por meio das mais recentes conquistas tecnológicas, e provoca mudanças na nossa realidade em intervalos de tempo cada vez menores.

Contudo, pesquisas realizadas sobre o ensino de Física apontam que, em particular nas escolas da rede pública, muitos alunos sentem dificuldades em aprender os conteúdos da disciplina, como defendem Köhnlein e Peduzzi (2002) *apud* Guarda et al, (2016, p. 13) quando afirmam que “diferentes estudos apontam a dificuldade de muitos alunos no aprendizado dos conceitos da área de física, ocasionando problemas como desinteresse e um elevado índice de reprovações”.

A escola deve estimular o desenvolvimento das habilidades dos alunos, e o professor é a ponte intermediária desse processo, porém os professores ainda estão focados apenas no uso tradicional dos livros, utilizando apenas os conteúdos apresentados neles. De acordo com Cavalcante e Castilho (2011) *apud* Guarda et al, (2016):

O ensino da Física na maioria das escolas públicas é caracterizado muitas vezes, somente por sequências de conteúdos apresentados nos livros didáticos, mesmo contradizendo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), que configura a necessidade de que o ensino de Física seja capaz de promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida do aluno. (Cavalcante; Castilho, 2011 apud Guarda et al, 2016)

Porém mesmo com a importância que tem a Física como ciência, podemos perceber que desde as décadas passadas não se evidenciava preocupações com aspectos metodológicos referentes ao ensino de Física no Brasil. Pois Saad (1977, p. 22) *apud* Fernandes (1997, p. 55) ressaltam que:

Até aproximadamente o início da década de setenta, não se evidenciava qualquer preocupação com os aspectos metodológicos referentes ao ensino de Física no Brasil. De 1945 à década de sessenta, as obras didáticas de Física para o nível secundário apresentavam características em comum, tais como a ordem de apresentação e tratamento dos assuntos, a pressuposição da apresentação prévia do professor frente ao desenvolvimento do conteúdo, a pouca ênfase dada à parte experimental e o objetivo principal de preparar o aluno para um bom desempenho no vestibular. (Saad, 1977 apud Fernandes, 1997)

“O ensino de Física, assim como de outras áreas de conhecimento, continua essencialmente centrado nos conteúdos, sem apresentar ligação com o dia a dia dos estudantes e baseia-se, na maioria das vezes, em aulas expositivas” (Scorsatto, 2010).

“As aulas de Física nas escolas, de um modo geral, consistem em resoluções de listas de exercícios e, muitas vezes, apenas a leitura de textos que se apresentam nos livros didáticos adotados” (Moro; Neide; Rehfeltdt, 2016). Essas abordagens tradicionais, focadas em

conteúdos e métodos expositivos, muitas vezes resultam em um distanciamento dos estudantes em relação à Física, dificultando a compreensão de conceitos e a aplicação prática do conhecimento.

Para Nascimento (2010, p. 16):

Ensinar Ciências (no caso Física) não é simplesmente repassar conhecimentos sobre os alunos e esperar que eles, num passe de mágica, passem a dominar a matéria. Ao dizer isso não se pretende desmerecer a atividade docente, ao contrário, cabe ao professor dirigir a aprendizagem e é em grande parte por causa dele que os alunos passam a conhecer ou continuam a ignorar física.

As aulas de Física contribuem para que os alunos possam adquirir conhecimentos sobre os conteúdos abordados na disciplina e passem a se envolver mais no processo de aprendizagem para a construção de seu conhecimento e seja capaz de demonstrar e explicar o que aprendeu. Para isso, é fundamental que os professores estejam atualizados e preparados para enfrentar diversas realidades que a sala de aula pode proporcionar (Moreira, 2014).

2.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa

De acordo com Ausubel *et al.* (1980); Novak; Gowin (1999) e Moreira (2006), a aprendizagem significativa, essencialmente, sustenta três grandes pontos de referências:

1. Existência do Conhecimento Prévio;
2. O aprendiz deve apresentar predisposição para aprender;
3. Aprende-se de maneira significativa quando os conteúdos respondem a problemas de interesse próprio.

Sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1982), toda aprendizagem é um método pelo qual o aluno relaciona a nova informação científica com o conhecimento prévio que há no seu cognitivo. Segundo o autor, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece (Ausubel *et al.*, 1980).

Dessa forma, a aprendizagem significativa, ao relacionar o conhecimento novo com as experiências do aluno, estimula um processo de construção de significados mais profundos e duradouros, desafiando-o a buscar novos aprendizados.

A teoria de Ausubel foca na aprendizagem cognitiva, mostrando como os estudantes integram novos conhecimentos aos que já possuem, de forma significativa. Examinam-se os princípios fundamentais dessa teoria e como eles podem beneficiar tanto os educadores quanto os alunos em sala de aula. Em tempos mais recentes, estratégias de como aprender a aprender ganharam bastante realce dentro da teoria de aprendizagem significativa (Neto, 2006), enfatizando a importância de tornar os alunos protagonistas do próprio processo de aprendizagem, capacitando-os a construir e organizar seu conhecimento de maneira autônoma e eficaz.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel oferece uma base teórica sólida para educadores interessados em promover uma aprendizagem mais profunda e duradoura. Assim, cabe ao aluno escolher se quer aprender de um jeito ou de outro (Neto, 2006). Ao compreender os princípios fundamentais dessa teoria, os educadores podem adaptar suas práticas pedagógicas para melhor atender às necessidades individuais dos alunos, facilitando um aprendizado mais significativo e eficaz.

Sob essa perspectiva, a aprendizagem significativa aliada com o ensino de Física e o uso das simulações virtuais poderão ser enfrentadas como uma ideia pré-existente do dia-dia do aluno, no qual, ao menos ele já ouviu falar a respeito e, que apenas precisa aprimorar-se. Levando em conta a ótica de Moreira (2006) que afirma:

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos estejam, adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras (Moreira, 2006, p. 15).

Do mesmo modo, a disposição para aprender significativamente parece estar associada a situações em que o aluno experimenta aspectos afetivos e relacionais que são positivos para ele (NETO, 2006). A motivação cognitiva é intrinsecamente recompensadora,

pois a aprendizagem significativa proporciona gratificação ao estudante.

2.3. O Uso das TDIC'S na Sala de Aula

No contexto atual, onde o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação estão se propagando na sociedade provocando mudanças na cultura e criando formas de interação nas práticas sociais. As tecnologias digitais como o celular, tablet, notebook entre outros, conectados à internet já fazem parte da rotina dos indivíduos por possibilitarem acesso imediato a diferentes tempos e espaços. Essas mudanças levam a ressignificação nas relações de trabalho, comunicação e ensino.

No campo educacional, as mudanças provocadas pelo uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDIC'S ocorreram no modo de ensinar, aprender e interagir com os conteúdos de acordo com o contexto situacional. O apoio dos instrumentos digitais corrobora para o letramento digital dentro e fora da sala de aula. Buzato (2006) apresenta uma definição de Letramento digital:

Letramentos digitais (LDs) são conjuntos de letramentos (práticas sociais) que se apoiam, entrelaçam e apropriam mútua e continuamente por meio de dispositivos digitais para finalidade específicas, tanto em contextos socioculturais geograficamente e temporalmente limitados, quanto naqueles construídos pela interação mediada eletronicamente. (BUZATO, 2006, p. 16)

Educandos e educadores fazem uso pessoal dessas tecnologias no seu dia a dia e agora elas começam a fazer parte do espaço escolar para além dos laboratórios de informática. A escola tem o papel social de promover saberes necessários para o pleno exercício de cidadania, interligando os saberes com a prática cotidiana do aluno. Nas escolas do século XXI, as tecnologias digitais não ficam apenas isoladas em laboratórios e começam a ser integradas às atividades de sala de aula e em outros espaços fora dela (Almeida; Silva, 2011).

Silva (2010) enfatiza que o emprego das tecnologias na educação como coadjuvantes nos processos de ensino e aprendizagem para apoio às atividades ou ainda por motivação dos alunos contribui para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, tornando o aprendizado mais significativo e preparando os alunos para os desafios. Portanto, evidencia-se a importância da integração dessas ferramentas em práticas pedagógicas de inclusão e aprendizagem.

Para Almeida (2010, p. 68) “é preciso que o educador possa apropriar-se da cultura digital e das propriedades intrínsecas das TDIC’S”.

Nesse contexto de integração das TDIC'S ao currículo, gestores e professores precisam inovar ou complementar na formação para o uso das novas tecnologias digitais como ferramentas que possam contribuir significativamente ao processo de ensino e aprendizagem.

A questão não é deixar de lado o ensino tradicional, mas agregar o uso de ferramentas das TDIC'S nas metodologias pedagógicas como suporte mediatizador capaz de propiciar interação no desenvolvimento e sistematização de conhecimento.

2.4. Vantagens e Desafios do Uso das Tdic's na Educação

Esta análise examina como as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC'S) estão transformando o ensino contemporâneo, tanto nas disciplinas específicas como Física, quanto na cultura educacional mais ampla. Utilizando teorias educacionais de David Ausubel e Paulo Freire, o estudo destaca como os simuladores computacionais e outras ferramentas digitais podem enriquecer a aprendizagem dos alunos. Além disso, discute-se o impacto das TDICs no desenvolvimento do letramento digital dos estudantes e na preparação deles para um mundo cada vez mais digitalizado.

As TDICs têm se expandido significativamente, não apenas mudando práticas sociais, mas também redefinindo os métodos de ensino e aprendizagem. Investiga-se como as TDICs podem ser incorporadas de maneira eficaz ao currículo escolar, melhorando a experiência educacional dos alunos dentro e fora da sala de aula.

Um aspecto essencial do estudo é o uso de simuladores virtuais para aprimorar o ensino de Física. Com base na Teoria da Aprendizagem

Significativa de Ausubel e outros princípios educacionais, exploramos como essas ferramentas facilitam a compreensão profunda de conceitos físicos complexos. Softwares de simulação são apresentados, destacando estratégias pedagógicas que promovem a participação ativa dos alunos no aprendizado. A aprendizagem significativa é realizada por meio de “incorporação não arbitrária”. O aluno compreende, consegue explicar com as próprias palavras e consegue fazer extrapolações (Gomes et al, 2020). Além de suas aplicações específicas, examina-se o impacto cultural das TDICs no ambiente educacional. Salientamos como essas tecnologias não apenas modificam a dinâmica de ensino e aprendizagem, mas também promovem um novo paradigma de letramento digital. A integração das TDICs visa preparar os alunos para dominar ferramentas tecnológicas e desenvolver habilidades críticas e criativas essenciais para o século XXI. Ao combinar teorias educacionais robustas com as possibilidades inovadoras das tecnologias digitais, podemos não apenas melhorar o aprendizado disciplinar, mas também preparar os alunos para serem cidadãos competentes em um mundo cada vez mais digital.

2.5. As Simulações Computacionais no Ensino de Física

De acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), o fator que influencia a aprendizagem mais fortemente é o que o aprendiz já sabe. Os recursos tecnológicos neste processo podem ser inseridos como alternativa para auxiliar o ensino significativo, por meio do uso de computadores, tablets, celulares, internet e aplicativos gratuitos.

De acordo com Medeiros e Medeiros (2002), nas últimas duas décadas, a utilização da Informática na Educação tem

experimentado um enorme avanço no seu potencial e na sua diversidade de usos e com a rapidez em que os avanços tecnológicos hoje em dia, devemos aproveitar ao máximo todas as ferramentas que as tecnologias nos proporcionam e inserir na escola para ajudar a obter um melhor aproveitamento no processo de aprendizagem.

Segundo Carraro e Pereira (2014, p. 1):

O avanço tecnológico tem acontecido com grande velocidade em todos os setores da sociedade e a escola não pode ficar à margem desse processo. Portanto, é necessário inserir os recursos tecnológicos disponíveis no efetivo trabalho pedagógico em sala de aula, visando dar dinamicidade e qualidade no processo de ensino aprendizagem.

Para Oliveira e Serra (2016) como em qualquer outra ciência no estudo de Física a aprendizagem tem que ser mais prazerosa e os alunos possam encontrar na escola muito além de giz, caderno, lápis, borrachas e livros. Visando essa dinamicidade as simulações podem promover um ensino-aprendizagem mais atraente e dinâmico.

O uso das simulações além de promover uma aula mais atraente e dinâmica, para Coelho (2002, p.39) *apud* Oliveira e Serra (2016, p.1) também possibilita uma maior conexão entre o estudo do fenômeno físico com as aulas teóricas e os experimentos disponibilizados em um laboratório virtual, permitindo que por

várias vezes sejam visualizados e possibilitando um melhor entendimento das variáveis envolvidas.

Gaddis (2000) descreveu que as simulações computacionais vão além das simples animações, porque além de englobarem várias tecnologias, desde o uso do vídeo a realidade virtual, as simulações são classificadas de acordo com as categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador.

A utilização de simulações virtuais no ensino de Física para Carraro e Pereira (2014) possibilita ao estudante desenvolver a compreensão de conceitos, e levá-lo a participar efetivamente no seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo.

Fazer uso de novas tecnologias facilita o aprendizado dos alunos, pois os conteúdos serão vistos de maneira diferenciada. As tecnologias possibilitam uma abordagem diferenciada dos conteúdos, pois propiciam a visualização de modelos físicos que não poderiam ser observados de outra forma, exceto por figuras estáticas em livros didáticos ou no quadro negro (Carraro; Pereira, 2014).

Moro, Neide e Rehfeldt (2016) defendem que experimentos e simulações são recursos pedagógicos que estimulam a autonomia do aluno e o desenvolvimento de habilidades de investigação.

Além de auxiliar o professor na sala de aula, o uso de simulações computacionais funciona como uma estratégia para envolver os alunos nas aulas, tornando-a mais dinâmica e interativa. Ao combinar atividades teóricas e experimentais, essas ferramentas

promovem um aprendizado ativo, permitindo que os alunos explorem conceitos de forma prática e reflexiva (Moro; Neide, Rehfeldt, 2016).

2.6. Tornando o Ensino de Física Mais Dinâmico com Simulações Computacionais

As simulações computacionais estão sendo utilizadas no ensino de Física para promover um aprendizado mais significativo, alinhado à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O uso crescente de recursos tecnológicos no contexto educacional tem revolucionado o ensino de Física, proporcionando novas oportunidades para aprimorar a compreensão dos conceitos físicos. Simulações computacionais emergem como ferramentas poderosas para conectar teoria e prática, promovendo uma aprendizagem dinâmica e interativa. As simulações computacionais, ao permitirem a visualização e manipulação de fenômenos físicos complexos, facilitam a assimilação de novos conhecimentos de forma relevante e contextualizada.

O uso de simulações computacionais no ensino de Física não apenas enriquece o ambiente educacional com novas experiências visuais e práticas, mas também fortalece a aprendizagem significativa. Ao integrar tecnologia às metodologias pedagógicas, os educadores podem melhorar o entendimento dos alunos sobre os fenômenos físicos, preparando-os de maneira mais eficaz para os desafios do século XXI, “gasta-se muito, gasta-se mal, o sistema é ineficaz, as taxas de repetência são extremamente elevadas e o aluno reprovado é submetido a sucessivos fracassos, muitas vezes tende ao abandono e/ou à evasão” (Prado, 2000, p. 49).

2.7. Nas Simulações do Phet

Existe uma riqueza de recursos tecnológicos que se dispõe, como por exemplo, os jogos digitais, os simuladores computacionais e a modelagem computacional, associados ao ensino. Conforme Madureira, Santos e Silva (2014), os recursos tecnológicos são ferramentas valiosas para o ensino de Física, pois podem tornar os conceitos mais concretos. No entanto, é preciso que o professor saiba como integrá-los à sua prática pedagógica.

Recursos estes fundamentais no campo das ciências. A saber da utilização dos recursos tecnológicos, na vertente do uso das simulações computacionais, pode-se citar os recursos do *PhET* sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física. Iniciativa eficaz na produção de simulações para o ensino de Física, Química, Biologia, Ciências da Terra e Matemática, protagonizada por Carl Wieman, premiado com o Nobel de Física de 2001 (Arantes; Miranda; Studart, 2010). Corroborando Oliveira e Serra (2016, p. 165):

O PHET é um programa da Universidade do Colorado (EUA), que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências e as disponibiliza em seu portal, para serem usadas on-line ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários, os quais podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. Nas simulações, esse grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo aos alunos, modelos fisicamente corretos de maneira acessível (Oliveira; Serra, 2016).

As atividades experimentais reais, bem como as virtuais quando integradas efetivamente podem ser uma alternativa perspicaz para além de um padrão de transmissão de conhecimento, baseado em cópias de livros e centrado no professor (Moro; Neide; Vettori, 2015).

As simulações do PHET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta. As simulações podem ser executadas *on-line* ou fazendo *download* para computador.

“Todas as simulações existentes no PHET são bem planejadas, desenvolvidas e validadas antes de serem publicadas no Portal. Destacamos também a sua simplicidade na utilização, permitindo que o educando descubra sozinho novas formas de aprender” (Araújo *et al.*, 2015, p. 148). Assim, essas ferramentas não apenas oferecem uma abordagem prática e intuitiva para o ensino de Física, mas também estimulam a autonomia do aluno, permitindo que ele explore e compreenda conceitos complexos de forma independente.

“O uso dos simuladores virtuais do PHET como recursos didáticos no ensino de Física pode contribuir significativamente para a aprendizagem dos conteúdos físicos, pois age como facilitador e motivador no processo de ensino e aprendizagem” (Carraro; Pereira, 2014). Dessa forma, a integração dessas simulações no currículo pode transformar a experiência educacional, ajudando os alunos a conectarem teorias e práticas de maneira mais significativa.

Carraro e Pereira (2014) defendem que os simuladores virtuais do PHET são ferramentas eficazes para o ensino de Física, pois

possibilitam aos alunos uma aprendizagem mais ativa e significativa, promovendo a construção de conhecimentos e a resolução de problemas.

No contexto de se fazer uso de novas metodologias, a simulação computacional apresenta-se como uma metodologia inovadora, de baixo custo e com facilidade em seu acesso, pois permite aos alunos realizarem as atividades a que se propõe.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Caracterização da Pesquisa

Considerando a necessidade de detalhar a compreensão do contexto e do comportamento do público-alvo, optou-se por uma pesquisa qualitativa, que permite explorar em detalhes as percepções e atitudes em relação às atividades propostas. Segundo Serapioni (2000) os métodos qualitativos devem ser usados quando o objeto de estudo não é bem conhecido. Por sua capacidade de fazer emergir aspectos novos, de ir ao fundo do significado e de estar na perspectiva do sujeito, são para descobrir novos nexos e explicar significados.

3.2. Procedimentos de Coleta de Dados

A pesquisa foi realizada em quatro etapas. Primeiramente, informamos os alunos sobre a pesquisa, em que se realizou a assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e pedimos para que baixassem o aplicativo do PhET colorado nos seus celulares.

Com objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos, referente ao entendimento do conteúdo forças e movimentos, foi aplicado neste momento o questionário de conhecimentos prévios com 9 perguntas contendo apenas perguntas abertas nos termos de Minayo e Sanches (1993), para coleta de dados com os alunos das turmas definidas, objetivando subsidiar a análise e compreensão da concepção dos educandos.

Os itens de análise apresentados no questionário de conhecimentos prévios forneceram dados para identificar se os estudantes apresentam ideias prévias relevantes para o entendimento de conceitos mais específicos de forças e movimentos.

Em seguida, foram dadas duas aulas teóricas em sala de aula, na qual foi mostrada a problematização e realizou-se uma introdução do tema, utilizando o datashow e o programa Power Point com objetivo de que acontecesse apenas uma aprendizagem mecânica, onde os alunos eram instigados a expor suas concepções sobre o assunto e a sua aplicabilidade em forças e movimentos.

Um terceiro momento, desenvolvido na sala de aula com duração de 1 aula, nessa ocasião realizamos a simulação “Força e Movimento: noções básicas” projetadas por um Datashow. Foi mostrado que nessa simulação virtual apresenta uma plataforma na qual é possível observar os conceitos relacionados à Força, Movimento, Fricção, Rapidez e Primeira Lei de Newton. Na barra inferior contém os módulos cabo de guerra, movimento, atrito e aceleração. Na barra superior direita encontram-se alguns dados que podem ser exibidos durante a aplicação da força, como seus valores, massa dos objetos e velocidade que o objeto atingiu, dependendo do módulo escolhido. (PHET, 2022). Neste momento pedimos para os alunos executarem a

simulação no aplicativo instalado nos seus celulares, orientados a interagirem com as simulações, e foram solicitados a responder perguntas orais para uma melhor assimilação do assunto.

	Simulador:	PhET
	Título:	Forças e movimento: Noções Básicas
	Público-alvo:	Primeiro ano do ensino médio
	Categoria:	Física
	Ferramentas:	Gráficos, balanças
	Software:	Sims em HTML5, Java e Flash
	Tecnologias Utilizadas:	iPad; Android; Chromebook; Sistemas Windows; Sistemas Macintosh; Sistemas Linux.
	Tamanho:	1,59 MB
	Publicação:	2024

Tópicos: - Forças; movimento; Fricção; Rapidez e Primeira Lei de Newton

Descrição: Para consolidar a compreensão das Leis de Newton e dos movimentos, os alunos realizarão atividades práticas com a simulação "Forças e Movimento: Básico (HTML5)". Com o apoio do professor, os alunos manipularão os objetos virtuais da simulação e resolverão problemas, aplicando os conceitos teóricos aprendidos em situações concretas.

Alguns Objetivos de Aprendizagem:

- Fazer com que os alunos entendam os conceitos físicos e matemáticos que existem nas Leis de Newton e no movimento dos corpos.
- Associar os conceitos físicos às ações do seu cotidiano;
- Formular questionamentos e desenvolver conceitos próprios acerca dos problemas apresentados.

Quadro 1. Dados do objeto de aprendizagem “Forças e movimento: Noções Básicas” (extraído do simulador PhET).

Fonte: Adaptado PhET. Colorado (2024).

No último momento com as turmas A e B, após as ações adotadas os alunos foram submetidos a um questionário avaliativo contendo perguntas abertas e fechadas fazendo um comparativo dos resultados a respeito dos conteúdos abordados, com o intuito de verificar se os objetivos propostos foram alcançados.

Para documentar a intervenção, todas as atividades desenvolvidas pelos alunos foram registradas em imagens fotográficas e videográficas, com a devida autorização dos participantes.

4. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados, a interpretação e apresentação dos resultados conduzem às conclusões finais da pesquisa. As conclusões devem apresentar de forma clara e objetiva as conquistas da pesquisa, as limitações do estudo e a articulação dos resultados com a teoria, conforme sugerido por Freitas e Moscarola (2002).

Considerando a abordagem qualitativa adotada neste estudo Godoy (1995, p. 62) menciona:

A palavra escrita ocupa lugar de destaque nessa abordagem, desempenhando um papel fundamental tanto no processo de obtenção dos dados quanto na disseminação dos resultados. Rejeitando a expressão quantitativa, numérica, os dados coletados aparecem sob a forma de transcrições de entrevistas, anotações de campo, fotografias, videoteipes, desenhos e vários tipos de documentos. Visando à compreensão ampla do fenômeno que está sendo estudado, considera que todos os dados da realidade são importantes e devem ser examinados. O ambiente e as pessoas nele inseridas devem ser olhados holisticamente: não são reduzidos a variáveis, mas observados como um todo. Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados ou produtos. O interesse desses investigadores está em verificar como determinado fenômeno se manifesta nas atividades, procedimentos e interações diárias. Não é possível compreender o comportamento humano sem a compreensão do quadro referencial (estrutura) dentro do qual os indivíduos interpretam seus pensamentos, sentimentos e ações.

Segundo Moreira (2003), a pesquisa qualitativa, apesar de poder utilizar recursos como tabelas e classificações, não se baseia em inferências estatísticas. O pesquisador qualitativo busca compreender os fenômenos a partir de uma perspectiva

interpretativa, analisando os significados que os dados carregam tanto para ele quanto para os participantes da pesquisa.

4.1. Local e Sujeitos Participantes

O local escolhido para desenvolver a pesquisa foi a Escola Estadual Maria Viana dos Anjos (Fig. 1), situada na Avenida Francisco Alves Corrêa, nº 30, Bairro do Jardim Felicidade, no município de Macapá/AP. Este local abrange uma comunidade de classe social de baixa renda. O trabalho de planejamento de ações ocorreu no período de maio a junho de 2024. A proposta foi desenvolvida com a justificativa de que muitos alunos enfrentam dificuldades significativas em relação ao conteúdo de Física, principalmente no que diz respeito aos conceitos físicos e as fórmulas que envolvem a Matemática. A proposta envolveu a participação direta de 55 alunos de duas turmas do 1º ano do ensino médio, estas foram sugeridas pela escola-campo e identificadas por turma A e turma B, em que foram selecionadas pela proximidade do conteúdo programático de Física com a temática em questão.

Para assegurar o cumprimento dos princípios éticos, os participantes foram convidados a colaborar voluntariamente, com a pesquisa conforme consta o Termo de Consentimento Livre Esclarecido e o Termo de assentimento Livre esclarecido. Aos participantes foi assegurado o anonimato, a confidencialidade das informações coletadas e a liberdade para que recusassem participar da pesquisa a qualquer hora.

Figura 1. Local selecionado para executar o projeto de pesquisa



Fonte: Autor (2024).

A escola atende alunos na etapa de Ensino Fundamental - Anos finais, Ensino médio e Atendimento Educacional Especializado (AEE).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise dos Conhecimentos Prévios – Questionário 1

Para a análise dos resultados do questionário 1 a pesquisa baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa e alguns princípios de Freire.

Com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio do aluno sobre os conceitos básicos de forças e movimentos, o questionário de conhecimentos prévios contemplava nove perguntas abertas, sobre aspectos conceituais relacionados a forças e movimentos. Devido à similaridade das respostas obtidas, as turmas A (15 alunos) e B (20 alunos) foram unidas para realizar as análises e interpretação de dados, totalizando a participação direta de 35 alunos.

Para fins de identificação, os participantes da pesquisa foram denominados A1, A2, A3 e assim sucessivamente. As respostas dos alunos foram categorizadas como convergente ou divergente, de acordo com sua proximidade ou distanciamento do conhecimento

científico estabelecido. Muitas questões não foram respondidas ou tiveram como resposta a afirmação de desconhecimento. A seguir, apresentamos a análise das respostas às nove questões do questionário sobre concepções prévias.

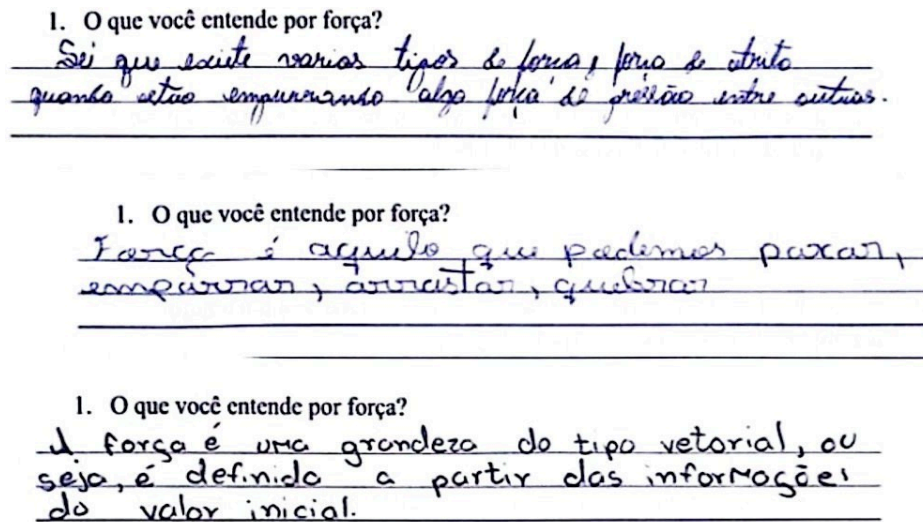
É importante ressaltar que, para ser considerado conhecimento prévio satisfatório, não era necessário que os participantes apresentassem respostas cientificamente corretas, mas sim evidências de que possuíam noções básicas dos conceitos relevantes para a aprendizagem significativa.

Com o objetivo de analisar as questões sob a perspectiva da convergência e divergência, adotamos a Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico. Para tanto, consultamos a obra de Halliday et al (2000) e Serway, Jewett e John (2014), para fins de análise do conhecimento físico, essa abordagem possibilitou investigar os conhecimentos prévios dos alunos e sua relação com as questões propostas.

A questão 1 perguntava sobre o que é força. Portanto esperava-se que o aluno relacionasse que é um conceito fundamental na física que descreve qualquer interação que é capaz de alterar o estado de movimento de um objeto. Em termos mais simples, é um "empurrão" ou "puxão" que pode fazer com que um objeto parado comece a se mover, um objeto em movimento pare ou mude de direção, ou até mesmo que um objeto se deforme. Assim sendo, observaram-se diversas respostas, porém, a maioria dos alunos relatou que uma força é aquilo que podemos puxar, empurrar e levantar. Com isso, é possível identificar que eles possuem uma compreensão intuitiva ou prévia desse conceito.

A figura 2 apresenta três respostas à questão 1 do questionário prévio.

Figura 2. Respostas dos alunos A 26, A 27 e A 28 referente à questão 1, nessa ordem.



Fonte: Autor (2024)

As respostas dos alunos convergem com o livro de (Halliday *et al.*, 2013), onde a força é descrita como uma interação que, quando aplicada a um objeto, causa uma mudança no estado de movimento desse objeto. Este conceito é fundamentado nas Leis de Newton, especialmente na Segunda Lei de Newton, que relaciona a força aplicada a um objeto com a aceleração resultante. Neste recurso, a força é definida como qualquer interação que, quando não equilibrada por outras forças, causa uma mudança no movimento de um objeto. Esta definição alinha-se bem com a explicação fornecida pelos alunos na resposta.

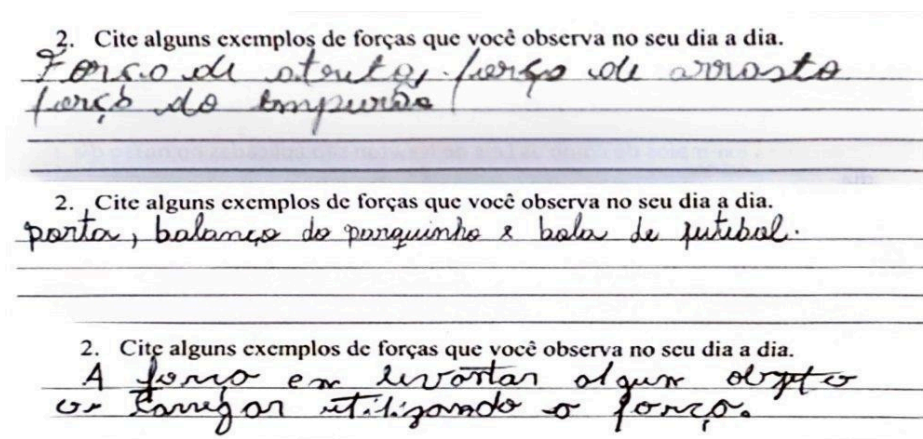
Conforme Moreira (2017), essas ideias, ao serem internalizadas pelos aprendizes, podem se transformar em conhecimentos prévios específicos, estabelecendo conexões com novos conteúdos. Esse processo de assimilação é fundamental para a construção de uma base sólida de aprendizado, permitindo que os alunos

compreendam de maneira crítica e reflexiva os conceitos complexos apresentados na Física.

A questão 2 pedia que os alunos exemplificassem as forças presentes no seu dia a dia. Em relação aos exemplos de força, os alunos citaram peso e gravidade, além de exemplos rotineiros que observam no dia a dia, como carregar sacolas ou empurrar algum objeto. Todos os 35 alunos responderam a essa pergunta, 30 demonstrando que conseguem relacionar o conceito de força a situações práticas cotidianas, mas 5 não conseguiram exemplificar como esperado.

A figura 3 apresenta três respostas referente à questão 2 do questionário prévio.

Figura 3. Resposta da questão 2 pelos alunos A 14, A15 e A 18, nessa ordem.



Fonte: Autor (2024).

As respostas dos alunos corroboram com a Segunda Lei de Newton, que estabelece a relação entre força, massa e aceleração (Serway; Jewett; John, 2018). Essa lei é evidente em situações cotidianas como chutar uma bola, frear um carro e levantar um peso.

As ideias apresentadas constituem indícios de subsunções adequadas para a compreensão de tipos de forças, de acordo com Ausubel (2003). Embora simplificadas, servem de ancoradouro para conhecimentos mais específicos e complexos, facilitando a aprendizagem significativa”.

A questão 3 trazia a pergunta sobre o que os alunos entendiam sobre movimentos.

O movimento é definido como a mudança de posição de um objeto ao longo do tempo. Em termos físicos, isso significa que, para que um objeto esteja em movimento, ele deve deslocar-se de uma posição inicial para uma posição final. Essa definição é essencial para entender muitos conceitos relacionados ao movimento, como velocidade, aceleração e forças que agem sobre um objeto (Halliday *et al.*, 2013).

A figura 4 apresenta três respostas referentes à questão 3 do questionário prévio.

Figura 4. Resposta da questão 3 pelos alunos A 25, A30 e A32, nessa ordem

3. O que você entende por movimento?
A força aplicada a um objeto
conduz a se movimentar

3. O que você entende por movimento?
movimento é a situação em que o corpo
muda de posição ao decorrer de um certo
intervalo de tempo.

3. O que você entende por movimento?
Que quando está tendo uma velocidade sobre
ela automaticamente ela estará em movimento

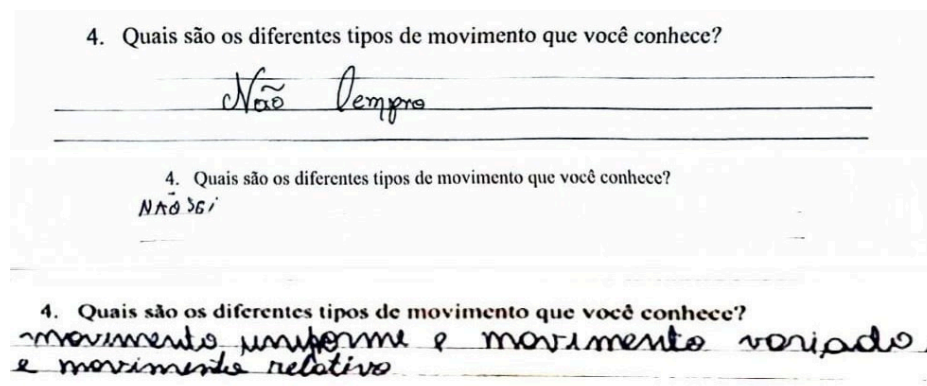
Fonte: Autor (2024).

Os alunos responderam convergindo para o que pode ser considerado parcialmente aceito, pois, as respostas, em geral, apresentam uma visão simplificada do conceito de movimento, sem aprofundar em detalhes como tipos de movimento, grandezas físicas envolvidas (velocidade, aceleração) ou leis da física que regem o movimento. Então para promover a aprendizagem significativa, conforme Ausubel (2003) é provável que esses conceitos atuem como os subsunçores mais eficazes.

A questão 4 procurou investigar quais os diferentes tipos de movimentos que eles conhecem. No entanto dos 35 alunos 9 responderam de forma insatisfatória, como mostra a figura 6, nas duas primeiras respostas do aluno A1 e A3, 6 alunos não responderam e 20 alunos responderam de forma satisfatória como mostra a resposta do aluno A20 nessa ordem.

A figura 5 apresenta três respostas referente à questão 4 do questionário prévio.

Figura 5. Resposta da questão 4 pelos alunos A3, A1 e A20, nessa ordem.



Fonte: Autor (2024).

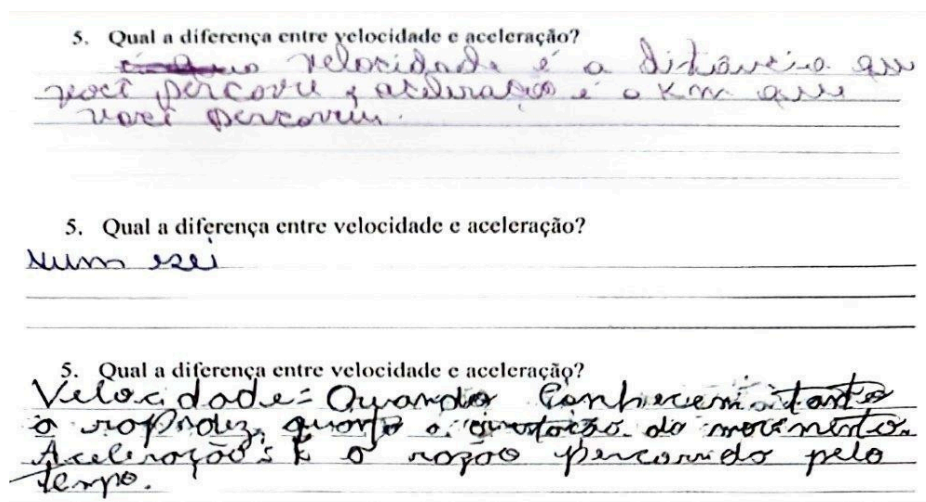
Os alunos reconhecem a existência de diferentes tipos de movimento e conseguem citar alguns exemplos básicos. No entanto, a falta de convergência em algumas respostas e a ausência de outros tipos de movimento, como o circular, indicam que a compreensão do tema é ainda superficial.

Ausubel (2003) e Moreira (2011) destacam sobre a importância dos organizadores prévios para a aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (2003), esses mecanismos conectam novos conhecimentos a estruturas cognitivas pré-existentes, enquanto Moreira (2011) amplia essa ideia ao propor diversas formas de implementá-los, como vídeos, leituras ou situações-problema, que antecipam as ideias-chave do conteúdo.

Perguntados na questão 5 sobre qual a diferença entre velocidade e aceleração, 19 alunos responderam, porém, as respostas apresentam uma compreensão intuitiva dos conceitos de velocidade e aceleração, eles conseguem associar velocidade a rapidez e movimento, e aceleração a mudanças de velocidade. Mas há uma sobreposição entre os conceitos, com alguns alunos confundindo velocidade com distância percorrida e aceleração com força.

A figura 6 apresenta três respostas referente à questão 5 do questionário prévio.

Figura 6. Resposta da questão 5 pelos alunos A 11, A16 e A 37, nessa ordem.



Fonte: Autor (2024).

A análise das respostas dos alunos revelou dificuldades comuns na compreensão dos conceitos de velocidade e aceleração. Conforme Halliday et al (2013) em seu capítulo 2 sobre Movimento em Linha Reta, a distinção entre esses conceitos é fundamental para a compreensão da cinemática. A confusão entre velocidade e distância, e entre aceleração e força, foi evidente nas respostas, corroborando com as observações do autor.

Dessa forma, os alunos não apresentaram subsunçores relevantes ou demonstraram ser instáveis e ambíguos, passivos de uma enfraquecida ancoragem para os novos materiais relacionáveis (Ausubel, 2003, p. 65). Isso indica que, sem uma base sólida de conhecimentos prévios, a compreensão de conceitos mais avançados pode ser comprometida, dificultando o processo de aprendizagem.

Para compreender a concepção dos alunos sobre o movimento, a questão 6 indagou sobre o que os alunos achavam que influencia o movimento dos objetos. A seguir, discutiremos as respostas. A

variedade delas ajudou a identificar onde os alunos têm uma compreensão mais precisa e aquelas que necessitam de maior atenção e esclarecimento.

A figura 7 apresenta três respostas referente à questão 6 do questionário prévio.

Figura 7. Resposta da questão 6 pelos alunos A5, A9 e A21, nessa ordem.

6. O que você acha que influencia o movimento dos objetos?
A QUESTÃO DA FORÇA.

6. O que você acha que influencia o movimento dos objetos?
tem vários fatores como pessoas empurrando os objetos
como vento entre outros

6. O que você acha que influencia o movimento dos objetos?
A força aplicada sobre o objeto.

Fonte: Autor (2024).

Em consonância com (Serway; Jewett; John, 2014) em seu capítulo 5: “Leis do Movimento de Newton” - os autores discutem como as forças influenciam o movimento dos objetos, explicando que a aplicação de uma força resulta em aceleração e mudança de movimento, de acordo com a Segunda Lei de Newton, a análise da resposta do aluno A5 mostrou a aplicação de uma força é o que influencia o movimento dos objetos. Este entendimento é consistente com as leis fundamentais da Física, especificamente as Leis de Newton, que descrevem a relação entre forças e movimentos.

Conforme Moreira (2017), esses conhecimentos prévios individuais podem servir como ponto de partida para a construção de novos

saberes. Ao estabelecer essas conexões, o processo de aprendizagem se torna mais significativo, permitindo que os novos conteúdos sejam assimilados com maior facilidade.

Quando perguntados sobre as Leis de Newton, se já ouviram falar e o que acham sobre elas na questão 7, alguns alunos afirmaram que sabem que existem três leis, mas não forneceram detalhes adicionais. Este nível de conhecimento básico sugere que os alunos têm uma consciência geral da existência das leis, mas carecem de uma compreensão mais profunda dos princípios e aplicações específicas de cada uma delas. Assim sendo, 14 alunos não responderam essa questão, 11 responderam de forma insatisfatória como mostra a resposta do aluno A20 na figura 8.

A figura 8 apresenta três respostas referente à questão 7 do questionário prévio.

Figura 8. Resposta da questão 7 pelos alunos A19, A20 e A 35, respectivamente

7. Você já ouviu falar nas Leis de Newton? Se sim, o que você sabe sobre elas?
Nunca ouvi falar

7. Você já ouviu falar nas Leis de Newton? Se sim, o que você sabe sobre elas?
SIM, SÓ SEI QUE SÃO CLASSIFICADAS EM 3.

7. Você já ouviu falar nas Leis de Newton? Se sim, o que você sabe sobre elas?
NÃO

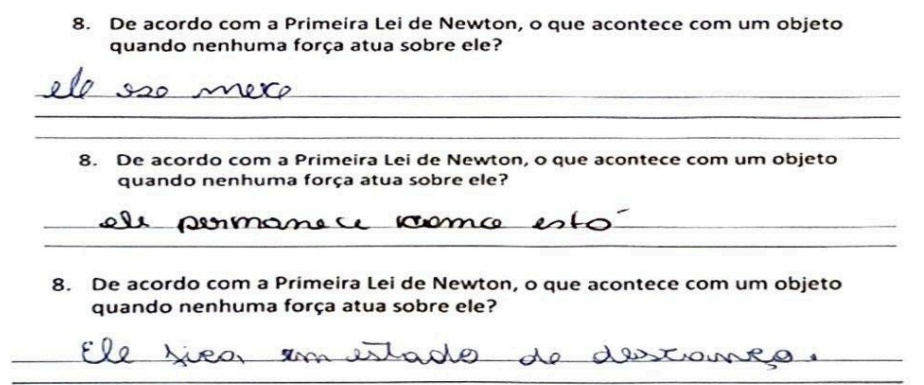
Fonte: Autor (2024).

A pergunta da questão 8 foi a seguinte: De acordo com a primeira Lei de Newton, o que acontece com um objeto quando nenhuma força atua sobre ele?

A questão pretendia mostrar que todo corpo permanece em seu estado de repouso ou movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja obrigado a mudar esse estado por forças aplicadas sobre ele. Após as análises das respostas foi constatado que dos 35 alunos 13 não responderam, 1 respondeu de forma insatisfatória com a resposta “nada” e o restante dos alunos não descreveram corretamente a resposta conforme o esperado.

A figura 9 apresenta três respostas referente à questão 8 do questionário prévio.

Figura 9. Resposta da questão 8 pelos alunos A1, A23 e A24, nessa ordem.



Fonte: Autor (2024).

As respostas dos alunos mostraram que eles não apresentam subsunçores adequados para conectar novas informações, e com isso eles podem ter dificuldades em aprender significativamente. Nesse contexto, a falta de subsunçores pode levar o aluno a responder que "ele fica em seu estado de descanso" como mostra a figura 9 com a resposta do aluno A18 sem realmente compreender o princípio da inércia. A resposta, embora correta superficialmente, pode indicar uma aprendizagem mecânica, baseada na memorização, e não na construção de significados a partir da relação entre força, inércia e movimento.

A questão 9 pedia para que os alunos citassem exemplos de como as Leis de Newton são aplicadas no nosso dia a dia. Nessa questão esperava-se que eles pudessem elencar exemplos práticos de como essas leis se manifestam em nossas vidas, como por exemplo o simples fato de andarem, chutar uma bola, empurrar um carro ou até mesmo ao andarem de ônibus. Ou seja, que eles pudessem perceber que as leis de Newton estão presentes em todas as interações que envolvem movimento e força. Nesse sentido, 18 alunos não responderam essa questão. No entanto, as respostas fornecidas pelos demais revelaram uma variedade de compreensões, enquanto alguns demonstraram dificuldade em conectar as Leis de Newton a situações cotidianas, outros fornecem exemplos que, embora breves, indicam algum grau de entendimento.

A figura 10 apresenta três respostas referente à questão 9 do questionário prévio.

Figura 10. Resposta da questão 9 pelos alunos A7, A14 e A33, nessa ordem.

The image shows three separate question cards for question 9, each with a handwritten answer. The question text is: "9. Cite alguns exemplos de como as Leis de Newton são aplicadas no nosso dia a dia." The answers are: 1. "Quando estamos dormindo." 2. "A cadeira da escola, sala, casa e de outros lugares." 3. "quando a bola está parada, ai chuta ela e ela vai embora."

Fonte: Autor (2024).

Segundo Moreira (2011), essas respostas indicam a presença de indícios de diversos subsunçores em suas estruturas cognitivas.

Esses subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, concepções ou outras formas de conhecimento prévio.

5.2. Análise dos Resultados da Sequência Didática

Com o objetivo de evidenciar a aprendizagem significativa sobre a compreensão dos alunos sobre conceitos fundamentais relacionados à Física, tais como as forças e movimentos e às leis de Newton, os alunos foram convidados a responderem cinco questões com perguntas abertas e fechadas. Para responderem a primeira questão da atividade avaliativa, os alunos foram instruídos a manipular o simulador virtual: Forças e movimento: Noções Básicas. A figura abaixo apresenta o enunciado completo da atividade que serviu de base para as três primeiras perguntas dessa questão.



Fonte: Autor (2024).

- O que acontece com a aceleração quando a velocidade chega no ponto máximo?
- O que acontece com a velocidade quando ela chega no ponto máximo?

Qual lei de Newton que melhor explica o fenômeno observado?

Valorando sua aprendizagem, obteve-se neste item respostas explicitadas na figura 12 dos alunos A8, A14 e A40. A figura 12 apresenta três respostas referentes à questão 1 da atividade avaliativa.

Figura 12. Respostas da questão 1 pelos alunos A8, A14 e A 40, nessa ordem.

- a) O que acontece com a velocidade quando ela chega no ponto máximo?
A velocidade atinge o valor máximo quando a aceleração é igual a zero. Isso significa que a velocidade não está mais aumentando e permanece constante nesse ponto.
- b) O que acontecerá com a aceleração do balde quando a velocidade for máxima?
quando a velocidade do balde atingir o seu valor máximo a aceleração do balde será igual a zero. Isso significa que a velocidade não está mais aumentando e permanece constante nesse ponto.
- c) Qual lei de Newton que melhor explica o fenômeno observado?
a primeira lei de Newton
- a) O que acontece com a velocidade quando ela chega no ponto máximo?
a velocidade permanece constante a menos que uma força externa comece a atuar para alterá-la.
- b) O que acontecerá com a aceleração do balde quando a velocidade for máxima?
quando o balde atinge a velocidade máxima a aceleração do balde será zero, pois não há mudanças na velocidade do balde, sua velocidade é constante.
- c) Qual lei de Newton que melhor explica o fenômeno observado?
3ª lei de Newton
- a) O que acontece com a velocidade quando ela chega no ponto máximo?
o a velocidade constante, a menos que haja uma força externa comece a atuar.
- b) O que acontecerá com a aceleração do balde quando a velocidade for máxima?
a aceleração é zero porque o movimento é uniforme, porque a velocidade é constante.
- c) Qual lei de Newton que melhor explica o fenômeno observado?
1ª lei de Newton

Fonte: Autor (2024).

De acordo com Jewett e Serway (2011), a Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia afirma que, na ausência de uma força externa resultante, um corpo continuará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. No cenário descrito, enquanto a força de 300 N é aplicada, há uma aceleração constante de 3 m/s^2 , conforme a Segunda Lei de Newton ($F=m \cdot a$). Quando a força é removida (o balde

é "solto"), não há mais uma força externa atuando sobre o balde. Nesse caso, segundo a Primeira Lei de Newton, o balde continuará se movendo com velocidade constante (40 m/s), pois a aceleração é zero. Pois um objeto em movimento retilíneo uniforme tem velocidade constante e aceleração zero, confirmando a Primeira Lei de Newton.

Diante das respostas, podemos perceber que a capacidade dos alunos em elaborar explicações coesas pode ser atribuída às características do simulador, que se mostrou ilustrativo, atrativo e intuitivo. Dessa forma, a simulação virtual do PHET se configura como um complemento valioso à experimentação tradicional, contribuindo com evidências significativas para a consolidação do aprendizado.

O simulador se corresponde a esse conceito, pois ele possui características que permitem a sua relação com as estruturas cognitivas dos alunos. A natureza visual e interativa do simulador facilita a criação de conexões com conhecimentos prévios.

Conforme Ausubel (2003, p. 01), as inferências aqui apresentadas corroboram a ideia de que a aprendizagem significativa ocorre quando há uma interação entre o novo material e os conhecimentos prévios do aprendiz. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo material se relaciona de maneira relevante e lógica com o conhecimento prévio do aprendiz. Esse processo envolve a assimilação de novos conceitos que interagem com as ideias existentes na mente do aprendiz, resultando em significados únicos para cada indivíduo devido à sua estrutura cognitiva exclusiva.

Essa conexão entre o novo conteúdo e as ideias já presentes na mente do aprendiz gera significados pessoais e únicos, já que cada pessoa possui uma estrutura cognitiva diferente.

Para responderem a três perguntas da questão 2 do questionário avaliativo, foi solicitado aos alunos que fizessem duas simulações conforme o enunciado da figura 13.

Figura 13. Enunciado da questão 2.

2) Faça duas simulações:
Instruções de uso: o professor/pesquisador irá orientar quanto ao uso.
Com atrito= 0/ Balde d'água: 100 kg/ Menina: 40 kg/ Força Aplicada= 300N.
Observe a aceleração em cada simulação:
Simulação 1: com o balde d'água, aplique uma força de 300N.
Simulação 2: com a menina, aplique uma força de 300N.



Fonte: Autor (2024).

Com o intuito de avaliar a compreensão dos alunos sobre as Leis de Newton, particularmente no contexto de simulações que envolvem massa, aceleração e força, fizemos as seguintes perguntas.

- a. Qual a Lei de Newton poderá ser utilizada para calcular o valor da aceleração em cada simulação?
- b. O que acontece com a aceleração ao usar os objetos de massas diferentes?
- c. Considerando a simulação 1 e 2, a massa e a aceleração são grandezas diretamente ou inversamente proporcionais?

Esperávamos que os alunos fossem capazes de utilizar a Segunda Lei de Newton e sua fórmula matemática, **$F = m \cdot a$** , para calcular a aceleração do balde e da menina, relacionando o conceito de força resultante (F) aplicada a um objeto com o produto de sua massa (m) pela aceleração (a) adquirida. Ou seja, ao aplicarem a Segunda Lei de Newton, conseguissem calcular a aceleração que cada objeto adquire nas simulações, considerando suas respectivas massas e utilizando as unidades corretas em seus cálculos.

A figura 13 apresenta três respostas referente à questão 2 da atividade avaliativa.

Figura 14. Resposta da questão 2 pelos alunos A 7, A 28 e A 41, nessa ordem.

- a) Qual a Lei de Newton poderá ser utilizada para calcular o valor da aceleração em cada simulação?

2ª lei de Newton.

Use a Lei para calcular a aceleração nas simulações 1 e 2. Depois, confira o resultado no simulador.

$$F = m \cdot a \quad 300 = 40 \cdot a \rightarrow \frac{300}{40} = 7,5 \text{ m/s}^2 \text{ (1 cálculo)}$$

$$300 = 100 \cdot a \rightarrow \frac{300}{100} = 3 \text{ m/s}^2 \text{ (2 cálculo)}$$

- b) O que acontece com a aceleração ao usar os objetos de massas diferentes? (Se necessário, refaça as simulações para responder à pergunta).

A aceleração será maior para o objeto com massa menor e menor para o objeto com massa maior.

- c) Considerando a simulação 1 e 2, a massa e a aceleração são grandezas diretamente ou inversamente proporcionais?

Inversamente proporcionais.

- a) Qual a Lei de Newton poderá ser utilizada para calcular o valor da aceleração em cada simulação?

2ª Lei de Newton

Use a Lei para calcular a aceleração nas simulações 1 e 2. Depois, confira o resultado no simulador.

$$F = m \cdot a$$

$$300 = 100 \cdot a$$

$$a = \frac{300}{100}$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a$$

$$300 = 40 \cdot a$$

$$a = \frac{300}{40}$$

$$a = 7,5 \text{ m/s}^2$$

- b) O que acontece com a aceleração ao usar os objetos de massas diferentes? (Se necessário, refaça as simulações para responder à pergunta).

ao usar objetos de massas diferentes, a aceleração será maior no objeto de massa menor e será menor no objeto de massa maior.

- c) Considerando a simulação 1 e 2, a massa e a aceleração são grandezas diretamente ou inversamente proporcionais?

Inversamente proporcional

- a) Qual a Lei de Newton poderá ser utilizada para calcular o valor da aceleração em cada simulação?

2ª Lei de Newton

Use a Lei para calcular a aceleração nas simulações 1 e 2. Depois, confira o resultado no simulador.

O balde possui a aceleração de 3 m/s^2 e a menor a aceleração de $7,5 \text{ m/s}^2$

- b) O que acontece com a aceleração ao usar os objetos de massas diferentes? (Se necessário, refaça as simulações para responder à pergunta).

A aceleração muda, o balde é mais pesado, logo a aceleração não será menor do que a aceleração do menor que peso menor.

- c) Considerando a simulação 1 e 2, a massa e a aceleração são grandezas diretamente ou inversamente proporcionais?

Inversamente proporcional

Fonte: Autor (2024).

Os resultados mostram que a maioria dos alunos conseguiu realizar as simulações, observar os fenômenos e compreender os resultados.

As respostas dos alunos corroboram com a Segunda Lei de Newton, conforme descrita por Jewett e Serway (2011), afirma que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante atuando sobre ele e inversamente proporcional à sua massa. Halliday et al (2013) aborda a mesma lei como fundamental na física, expressa pela fórmula $\mathbf{F} = \mathbf{m.a}$, argumentando que essa lei descreve que a força resultante F aplicada a um objeto é igual ao produto de sua massa m e a aceleração a que o objeto experimenta. Ambos os autores concordam que a força aplicada a um objeto determina a aceleração com base na massa do objeto, refletindo a relação direta e inversamente proporcional estabelecida pela Segunda Lei de Newton.

Ao analisar as respostas dos alunos, observam-se indícios de aprendizagem significativa, caracterizados por explicações mais detalhadas, ricas e estáveis. Esses significados mais consolidados provavelmente se desenvolveram a partir da interação com as simulações, que permitem uma visualização mais clara dos fenômenos estudados. Conforme destaca Santos (2016), o uso de simulações computacionais pode complementar o ensino, proporcionando uma interatividade que aproxima o aprendiz da atividade experimental, permitindo a manipulação de variáveis e a visualização de grandezas físicas que seriam difíceis de observar em experimentos concretos.

Além disso, como ressalta Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre por meio da interação entre o novo material de aprendizagem e os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, resultando em uma ancoragem que relaciona os novos saberes aos já existentes ao longo do processo.

As três últimas questões foram elaboradas no formato fechado, cada uma contendo quatro alternativas de respostas, com o objetivo de avaliar o conhecimento dos alunos sobre conceitos fundamentais da física, especificamente sobre força de atrito, a Terceira Lei de Newton e a Lei da Inércia. As alternativas foram formuladas para cobrir uma gama de possibilidades, desde a compreensão correta dos conceitos até equívocos comuns, permitindo uma análise detalhada das dificuldades enfrentadas pelos alunos. Essas questões visam verificar a assimilação dos princípios físicos abordados e a eficácia das metodologias de ensino aplicadas.

Foi formulada a seguinte pergunta na terceira questão para avaliar o entendimento dos alunos sobre os princípios da física relacionados à Terceira Lei de Newton: "Imagine que você está em um patinete parado em linha reta. De repente, você empurra o chão com os pés para trás e começa a se mover. O que faz com que você se movimente?" Essa questão busca explorar o conceito de ação e reação, levando os alunos a refletirem sobre as forças envolvidas e a aplicação prática da Terceira Lei de Newton no contexto cotidiano.

- a. A força do seu empurrão no chão.
- b. A inércia do seu corpo, que tende a continuar em movimento.
- c. A força de atrito entre o patinete e o chão.
- d. A combinação da força do seu empurrão e da inércia do seu corpo.

Quadro 02. Respostas dos alunos para a pergunta (3) da atividade avaliativa.

<p>Imagine que você está em um patinete parado em linha reta. De repente, você empurra o chão com os pés para trás e começa a se mover. O que faz com que você se movimente?</p>	<p>A) 12 alunos.</p>	<p>24 alunos responderam a letra D, a combinação da força do seu empurrão e a inércia do seu corpo.</p>
	<p>B) 06 alunos.</p>	
	<p>C) 10 alunos.</p>	
	<p>D) 24 alunos.</p>	
	<p>03 alunos não responderam.</p>	
<p>(A) (B) (C) (D)</p>		

Fonte: Autor (2024).

A resposta predominante foi a letra D, "a combinação da força do seu empurrão e a inércia do seu corpo".

A Terceira Lei de Newton explicada por Jewett e Serway (2011), descreve a natureza das forças como interações entre dois corpos. Os autores afirmam que, quando dois corpos interagem, as forças que exercem um sobre o outro são sempre iguais em módulo e opostas em sentido. Em outras palavras, para cada ação, existe uma reação igual e oposta, ou seja, o chão exerce uma força igual e oposta sobre você, impulsionando-o para frente. A inércia, a tendência dos corpos em manter seu estado de movimento, e o atrito entre os pés e o chão são fatores que contribuem para esse movimento. Portanto, a alternativa (d) engloba todos esses fatores e oferece a explicação mais completa para o movimento do patinete.

Os resultados apontam que 24 alunos responderam corretamente a terceira questão, indicando evidências de ancoragem em concepções prévias ou o conhecimento construído ao longo da sequência didática com o uso do simulador. Porém os demais apresentaram dificuldades na interpretação. Possivelmente tal dificuldade de assimilação reside na falta de subsunções adequadas na estrutura cognitiva do aluno ou de alguma intermediação melhor do pesquisador por meio da simulação. Nessa linha de pensamento, Moreira (2017), aponta que a aprendizagem de significado não se dá de maneira abrupta, mas de gradativamente ao longo dos processos de ensino e aprendizagem.

Na questão 4 o objetivo foi avaliar o entendimento dos alunos sobre os princípios da física relacionados à primeira Lei de Newton: " Em um carro em movimento, você está sentado sem cinto de segurança. Se o motorista freia bruscamente, qual é a tendência do seu corpo?" Essa questão busca explorar o princípio da inércia de um corpo, levando os alunos a refletirem sobre as condições dos corpos para manterem seus estados de repouso ou movimento.

- a. Continuar em movimento na mesma velocidade.
- b. Parar instantaneamente junto com o carro.
- c. Mover-se para frente em relação ao carro.
- d. Mover-se para trás em relação ao carro.

Quadro 03. Respostas dos alunos para a pergunta (4) da atividade avaliativa.

Em um carro em movimento, você está sentado sem cinto de segurança. Se o motorista freia bruscamente, qual é a tendência do seu corpo?	A) 09 alunos.	40 alunos responderam a letra C, "Move-se para frente em relação ao carro.
	B) 05 alunos.	
	C) 40 alunos.	
	D) 00 alunos.	
	01 aluno não respondeu.	
(A) (B) (C) (D)		

Fonte: Autor (2024).

Os resultados indicam que 40 alunos responderam corretamente, marcando a letra C - mover-se para frente em relação ao carro. Esse resultado expressivo indica resquícios de interação de algo que os alunos vivenciam ao utilizar um veículo com as outras questões abordadas durante a simulação. Preferencialmente, quando os mesmos conteúdos de abordagem ocorrem em ambientes, no caso de uma situação cotidiana e na escola por meio de um recurso computacional, pode-se inferir características da reconciliação integradora (Ausubel, 2023).

Na questão 5 o objetivo foi avaliar o entendimento dos alunos sobre os princípios da Lei ação e reação de Newton: " Ao caminhar, você empurra o chão para trás com os pés e o chão te empurra para frente. Essa situação qual lei Newton?" Essa questão busca explorar o princípio de uma ação tão comum no nosso dia a dia, que é o ato de caminhar.

- a. 1ª Lei de Newton (Lei da Inércia)
- b. 2ª Lei de Newton (Lei da Aceleração)
- c. 3ª Lei de Newton (Lei da Ação e Reação)
- d. Lei da Gravitação Universal

Quadro 04. Respostas dos alunos para a pergunta (5) da atividade avaliativa

Ao caminhar, você empurra o chão para trás com os pés e o chão te empurra para frente. Essa situação qual lei Newton?	A) 04 alunos.	43 alunos responderam que é a letra C, a terceira de Newton (Lei da ação e reação).
	B) 05 alunos.	
	C) 43 alunos.	
	D) 00 alunos.	
(A) (B) (C) (D)		

Fonte: Autor (2024).

Por fim, nesta última questão os dados apontam que 43 alunos responderam corretamente, fazendo referência à terceira Lei de Newton para justificar que conseguimos nos deslocarmos devido à interação com as superfícies. Diante desses resultados satisfatórios, é possível apontar evidências de interação entre ideias relevantes na estrutura cognitiva dos sujeitos oriundos do cotidiano com a lei da ação e reação abordada na escola por meio da simulação

computacional. Questões como essas visam aproximar-se do princípio da reconciliação integradora (Moreira, 2017), em que os aprendizes possivelmente buscaram semelhanças e diferenças entre os subsunçores modificados e estabilizados durante a execução da intervenção, procurando simplificar e reorganizar a sua estrutura cognitiva.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou explorar o potencial das simulações virtuais, especificamente as oferecidas pelo projeto PhET, como ferramentas para melhorar o ensino de Física, focando nos conceitos de força e movimento. A pesquisa revelou que o uso dessas tecnologias no ambiente educacional pode efetivamente promover uma aprendizagem mais significativa e engajante.

Os resultados destacaram a importância das simulações virtuais como uma alternativa recomendável de método de ensino dinâmico e eficiente. Anteriormente, as turmas recebiam um ensino tradicional, onde o conhecimento era tratado de forma fragmentada, sem considerar a necessidade de uma estruturação prévia dos conceitos básicos para a assimilação de novos conhecimentos. No entanto, o uso das simulações permitiu uma melhor integração entre teoria e prática, facilitando a compreensão dos conceitos físicos complexos.

Após as investigações das dificuldades dos alunos, os resultados dos questionários pré e pós-teste indicaram uma melhoria significativa na compreensão dos alunos, confirmando a eficácia das simulações virtuais como ferramentas pedagógicas.

Além disso, a utilização das TDICs se mostrou alinhada às necessidades contemporâneas de ensino, promovendo uma aprendizagem ativa e centrada no estudante. Essas tecnologias também servem como ferramentas de apoio para os professores. Os alunos não apenas se mostraram mais envolvidos nas atividades, mas também desenvolveram um maior interesse pelo conteúdo de Física, algo que tradicionalmente é visto como um desafio no ensino dessa disciplina.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que as simulações virtuais são um recurso valioso no ensino de Física, particularmente no ensino de forças e movimentos. Elas proporcionam uma alternativa inovadora ao ensino tradicional, contribuindo para a formação de alunos mais preparados e motivados para os desafios futuros. Recomenda-se, portanto, que mais estudos sejam realizados para aprofundar o conhecimento sobre o impacto dessas tecnologias em outras áreas da Física e em diferentes contextos educacionais.

Por fim, espera-se que este trabalho contribua para o aprimoramento das práticas pedagógicas, incentivando a adoção de metodologias que integrem as TDICs de forma significativa e eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

AGRADECIMENTO

Agradecemos a Universidade do Estado do Amapá pelo apoio financeiro para esta publicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, V. R. L.; MEDEIROS, C. M. Entrevistas na pesquisa social: O relato de um grupo de foco nas licenciaturas. IX CONGRESSO

NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE III ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA, Curitiba-PR, 2009.

ALMEIDA, M. E. B. Transformações no trabalho e na formação docente na educação a distância on-line. *Em Aberto*, Brasília, v. 23, n. 84, p. 67-77, nov. 2010.

ALMEIDA, M. E. B.; SILVA, M. G. M. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. *Revista e-curriculum*, São Paulo, v.7 n.1, 2011. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum>. Acesso em: 14 jul. 2024.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PhET. *A Física na Escola*, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.

ARAÚJO, F. V.; NOBRE, F. A. S.; ANDRADE JUNIOR, J. A.; DANTAS, C. R. S. Uma Aplicação do Software Educacional PhET Como Ferramenta Didática no Ensino da Eletricidade. *Informática na educação: teoria & prática*. Porto Alegre, v. 18, n. 2, 2015.

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa. São Paulo, 1982.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: *Plátano Edições Técnicas*. 2003.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. HANESIAN, H. Psicologia educacional. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: *Interamericana*, 1980.

BRASIL. Parâmetros Curriculares para o Ensino Fundamental. Brasília, 1998.

BUZATO, M. E. K. Letramentos digitais e formação de professores. *Portal Educarede*. São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.educarede.org.br/educa/img_conteudo/marcelobuzato.pdf. Acesso em: 2 jul. 2024.

CARRARO, F. L.; PEREIRA, R. F. O uso de simuladores virtuais do PHET como metodologia de ensino de eletrodinâmica. Paraná, 2014.

CAVALCANTE, J. G; CASTILHO, W. S. Uma visão de como a Física é ensinada na Escola Brasileira, e a Experimentação como estratégia para mudar essa Realidade. *1ª Jornada de Iniciação Científica do IFTO*, 2011.

CHASSOT, A. Para que(m) é útil o ensino? 2. ed. Canoas: *Ed. da Ulbra*, 2004.

COELHO, R. O. O uso da informática no ensino de física de nível médio. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – *Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas*, UFPel, Pelotas. 2002.

DA SILVA PEREIRA, L. T.; FONTOURA, G. Uma revisão integrativa sobre a utilização das simulações computacionais para potencializar o processo de aprendizagem no ensino. *Revista PINDORAMA*, v. 14, n. 1, p. 25-25, 2023.

FERNANDES, S. G. P. Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil e seus reflexos na formação de professores. *Mimesis*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 53-63, 1997. Disponível em: https://secure.usc.br/static/biblioteca/mimesis/mimesis_v18_n1_1997_art_04.pdf. Acesso em: 03 mar. 2017.

FREITAS, H.; MOSCAROLA, J. Da observação à decisão: métodos de pesquisa e de análise quantitativa e qualitativa de dados. *RAE eletrônica*, 2002, 1: 1-30.

GADDIS, B. Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations. Doctoral Dissertation. University of Colorado, 2000.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GOMES, E. C.; FRANCO, X. L. S. O.; ROCHA, A. S. Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino de Física, 2020.

GUARDA. P. M.; ROMÃO, L. T. G.; SOUSA, R. L.; GUARDA, E. A. Concepção dos alunos sobre o ensino de física em escolas públicas do Tocantins x políticas públicas para o ensino. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, 2016, Paraíba. *Anais I CONAPESC*, 2016. v. 1.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos da Física: volume 1. Tradução de José Paulo Soares de Azevedo. Rio de Janeiro: *LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.*, 2000.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Mecânica - volume 1. 10. ed. rio de janeiro: ltc livros técnicos e científicos editora s.a., 2013

JEWETT, J. J. W.; SERWAY, R. A. Física Para Cientistas e Engenheiros: mecânica. São Paulo: *Cengage Learning*, 2011. 1 v.

KOHNLEIN, J. F. K; PEDUZE, S. P. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2002.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, n. 2, 2002. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_77.pdf. Acesso em: 03 mar. 2017.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? *Cadernos de Saúde Pública*, v. 9, p. 237-248, 1993.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. *Editora Universidade de Brasília*. Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? [S.l.]: [s.n.], 2017. *Universidade Federal do Mato Grosso*. Cuiabá, 2012.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Instituto de Física: Porto Alegre*, 2003.

MOREIRA, M.A, *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 2014.

MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: A teoria e texto complementares. São Paulo: *Editora Livraria da Física*, 2011.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de

conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, p. 987-1008, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p987/32999>. Acesso em: 18 mar. 2017.

NASCIMENTO, T. L. Repensando o ensino de Física no ensino médio. Fortaleza, 2010.

NETO, J. A. S. P. Teoria da aprendizagem significativa de David Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas Ausubel: perguntas e respostas The David Ausubel theory of meaningful learning: questions and answers. *Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP*, 2006.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a Aprender. *Plátano Edições Técnicas*. Lisboa, 1999.

OLIVEIRA, B. N.; SERRA, K. C. A Simulação Massa-Molar Do PhET Como Auxílio Para A Aprendizagem Da Força Elástica (Lei De Hooke). *Saberes docentes em ação*, vol. 2, n. 1, novembro de 2016.

PHET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder. Laboratório de Colisões, desenvolvido pela Universidade de Colorado Boulder, fundado em 2002 pelo 52 Prêmio Nobel Carl Wieman. Disponível em: . Acesso em 28 maio 2016.

PRADO, I. G. LDB e Políticas de Correção de Fluxo Escolar. *Em Aberto*. Brasília. v. 17, n.71, p.49-66, jan. 2000.

SAAD, F. D. Análise do projeto F.A.I. - Uma proposta de um curso de Física Auto-Instrutivo para o segundo grau. São Paulo, 1977.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 1977.

SANTOS, A. V.; SANTOS, S. R.; FRAGA, L. M. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, Vol.24, nº2, 2002.

SANTOS, G. S.; MADUREIRA, R. B.; SILVA, V. A. O uso de recursos tecnológicos como metodologia de ensino em física: o que dizem os professores?. *Repositores UFTM*, 2014. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/2431>. Acesso em: 05 ago. 2024.

SCORSATTO, M. C. Uma Abordagem Alternativa para o Ensino da Física: Consumo Racional de Energia. 2010. 82 p. Dissertação (Programa de pós-graduação em ensino de ciências exatas) – *Centro Universitário UNIVATES*, Lajeado, 2010.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. vol.5, n.1, pp.187-192, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v5n1/7089.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2017.

SERWAY, R. A; JEWETT J. R, JOHN, W. Princípios da Física. Tradução EZ2. Revisão técnica Márcio Maia Vilela. *Cengage Learning*, São Paulo, 2014

¹ Graduada em Ciências Naturais (Universidade do Estado do Amapá).

² Doutor em Ensino de Ciências Exatas (Universidade Vale do Taquarí – Univates), docente na Universidade do Estado do Amapá – UEAP.