REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

APRENDENDO A SEGUNDA LEI DE NEWTON ATRAVÉS DO PHET

LEARNING NEWTON'S SECOND LAW THROUGH PHET

APRENDIENDO LA SEGUNDA LEY DE NEWTON A TRAVÉS DE PHET

Adrio Thalysson do Nascimento Neres[1], Rogério da Silva Auanario[2]

e676454
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i7.6454

PUBLICADO: 7/2025

RESUMO

As dificuldades no ensino da Física, especialmente na compreensão de conceitos abstratos como a Segunda Lei de Newton, motivaram a investigação do uso do simulador PhET como ferramenta pedagógica. Este estudo comparou duas metodologias: uma turma utilizou o PhET para experimentos virtuais, enquanto outra seguiu uma abordagem expositivo-dialogada. A pesquisa, realizada com alunos do 1º ano do ensino médio, analisou quantitativamente o desempenho por meio de questionários pré e pós-intervenção. Os resultados revelaram que a turma com PhET obteve maior domínio em aplicações práticas (80% de acertos em cálculos de força), enquanto a turma com metodologia tradicional destacou-se na compreensão conceitual (89% de acertos em contextualizações). Concluiu-se que ambas as abordagens são complementares: o PhET facilitou a visualização e autonomia, enquanto o diálogo consolidou bases teóricas. Recomenda-se a integração das metodologias, aliando tecnologia a mediação docente, para equilibrar engajamento prático e rigor conceitual. O estudo reforça a importância de estratégias híbridas no ensino de Ciências, adaptáveis a contextos diversos.

PALAVRAS-CHAVE: Segunda Lei de Newton. PhET *Interactive Simulations*. Aprendizagem Ativa.

ABSTRACT

The challenges in teaching Physics, particularly in understanding abstract concepts such as Newton's Second Law, motivated the investigation of the PhET simulator as a pedagogical tool. This study compared two methodologies: one class used PhET for virtual experiments, while the other followed a traditional expository-dialogical approach. Conducted with first-year high school students, the research quantitatively analyzed performance through pre- and post-intervention questionnaires. Results revealed that the PhET group demonstrated greater mastery of practical applications (80% accuracy in force calculations), whereas the traditional group excelled in conceptual understanding (89% accuracy in contextualization tasks). The study concluded that both approaches are complementary: PhET facilitated visualization and learner autonomy, while dialogical methods strengthened theoretical foundations. The integration of these methodologies is recommended, combining technology with teacher mediation to balance practical engagement and conceptual rigor. The findings reinforce the importance of hybrid strategies in science education, adaptable to diverse contexts.

KEYWORDS: *Newton's Second Law. PhET Interactive Simulations. Active Learning.*

RESUMEN

Las dificultades en la enseñanza de la Física, especialmente en la comprensión de conceptos abstractos como la Segunda Ley de Newton, motivaron la investigación del simulador PhET como herramienta pedagógica. Este estudio comparó dos metodologías: un grupo utilizó PhET para

[1] Discente da UFAM - Universidade Federal do Amazonas.
[2] Professor na Universidade Federal do Amazonas-UFAM. Mestrando do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

experimentos virtuales, mientras que otro siguió un enfoque expositivo-dialógico tradicional. La investigación, realizada con estudiantes de primer año de bachillerato, analizó cuantitativamente el rendimiento mediante cuestionarios antes y después de la intervención. Los resultados mostraron que el grupo con PhET obtuvo mayor dominio en aplicaciones prácticas (80% de aciertos en cálculos de fuerza), mientras que el grupo tradicional destacó en comprensión conceptual (89% de aciertos en contextualizaciones). Se concluyó que ambas metodologías son complementarias: PhET facilitó la visualización y autonomía, mientras que el diálogo consolidó las bases teóricas. Se recomienda integrar ambas estrategias, combinando tecnología con mediación docente, para equilibrar el compromiso práctico y el rigor conceptual. El estudio refuerza la importancia de estrategias híbridas en la enseñanza de las ciencias, adaptables a contextos diversos.

***PALABRAS CLAVE**: Segunda Ley de Newton. Simulaciones Interactivas PhET. Aprendizaje Activo.*

INTRODUÇÃO

As dificuldades enfrentadas por alunos no ensino de Física são amplamente reconhecidas e discutidas na literatura educacional. Entre os principais desafios, destacam-se a falta de motivação, a dificuldade em compreender conceitos abstratos e a desconexão entre a teoria e a prática. Segundo Júnior e Simões (2021), a desmotivação e a falta de concentração são barreiras significativas no aprendizado de Física, o que é corroborado por Monteiro, Coelho e Sales (2019), que enfatizam a necessidade de reformulação das abordagens pedagógicas para tornar o ensino mais acessível. Além disso, Barbosa *et al*., (2017) apontam que a alta taxa de reprovação em Física é um reflexo das dificuldades que os alunos enfrentam, um fenômeno observado em diversos contextos educacionais. Nessa perspectiva, a utilização de ferramentas digitais, como simuladores interativos, pode auxiliar os professores a transformarem o ensino da disciplina, proporcionando experiências mais dinâmicas e envolventes, como defendem Carvalho *et al*., (2019), que exploram como os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODAs) podem estimular o interesse e facilitar a compreensão de conceitos complexos.

O PhET *Interactive Simulations*, desenvolvido pela Universidade do Colorado, é um exemplo de recurso digital utilizado para apoiar o ensino de Ciências e Matemática. Este simulador oferece uma série de animações e atividades interativas que permitem aos alunos explorarem conceitos científicos de forma prática e intuitiva. Queiroz, Silva e Medeiros (2023) destacam que o PhET é eficaz em promover um aprendizado mais ativo, pois permite que os alunos interajam com modelos físicos, simulando experimentos e analisando resultados em tempo real. Loureiro (2019) reforça a importância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como o PhET, pois elas enriquecem o processo de ensino-aprendizagem e tornam a compreensão de conceitos, como as Leis de Newton, mais acessível e visualmente compreensível. Contudo, é importante ressaltar que o uso de tais simuladores deve ser mediado por educadores capacitados, já que as simplificações dos modelos físicos podem induzir a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

concepções alternativas se não forem devidamente contextualizadas e complementadas por explicações pedagógicas adequadas (Barbosa *et al*., 2017).

A hipótese desta pesquisa está relacionada à expectativa que os efeitos deste estudo façam com que os alunos do 1°ano do ensino médio, compreendam da melhor forma possível a conexão da aula didática com a plataforma PhET de simulações, empregando-a como recurso pedagógico no ensino da Segunda Lei de Newton, como auxílio no processo de aprendizagem.

Vale destacar que no cenário do Ensino de Ciências, as práticas docentes e os métodos de ensino e aprendizagem tornam-se cada vez mais protagonistas de objeto de estudo e de citações de trabalhos em artigos, periódicos, monografias, dissertações e teses, visto que é de suma importância procurar novas metodologias e aplicá-las. Essa importância do processo de ensino e aprendizagem fez com que se realizassem inúmeras pesquisas voltadas para esse determinado assunto; e com isso muitas práticas estão sendo desenvolvidas para o desenvolvimento de métodos para se construir e ensinar conhecimento.

Desse modo, corroborando com as Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de nº. 9.394 de 20 de dezembro de 1996 que diz "[...] os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizadas de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre: domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna [...]." (Brasil, 1996).

Diante do exposto, procuramos utilizar esses recursos aliado a prática de ensino da disciplina de Ciências, ou seja, usamos um simulador, especificamente o *Physics Education Technology Project* - PhET, que poderá ser de grande valia durante as aulas. Assim unindo a teoria e a prática, uma vez que o PhET nada mais é que um laboratório virtual.

Nesse sentido, este projeto de pesquisa tem como foco principal contribuir com um novo método de ensino na hora de se aprender Leis de newton. Considerando as limitações inerentes à rotina extenuante dos docentes, situação em que, frequentemente, é comum a necessidade de jornadas de trabalho de até sessenta horas semanais para garantir uma remuneração condizente com suas responsabilidades.

Descrição da situação-problema

A presente pesquisa parte do seguinte questionamento: Há novas maneiras de se ensinar Leis de Newton além das aulas tradicionais? Sendo que é do conhecimento da comunidade docente e dos alunos que ainda existe um grande vínculo com uma prática de ensino somente através de explicação via quadro branco, onde o professor se torna o único detentor do conhecimento, e esquecendo que o aluno pode participar desse professor de aprendizagem.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

O estudo das Leis de Newton é um dos pilares fundamentais da Física, essencial para a compreensão de diversos fenômenos naturais e aplicações tecnológicas. No entanto, muitos estudantes encontram dificuldades em visualizar e aplicar esses conceitos de forma prática, o que pode comprometer o aprendizado e a motivação. Nesse contexto, o uso de simuladores como o PhET se apresenta como uma ferramenta pedagógica promissora, pois permite a realização de experimentos virtuais que facilitam a visualização de conceitos abstratos, como a relação entre força, massa e aceleração, que caracteriza a 2ª Lei de Newton.

A utilização de tecnologias educacionais, como o PhET, alinha-se às diretrizes contemporâneas de ensino, que promovem a inserção de metodologias ativas e recursos digitais no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, o simulador possibilita que os alunos interajam diretamente com os fenômenos físicos, testando diferentes variáveis de forma dinâmica, o que favorece o desenvolvimento de habilidades investigativas e o pensamento crítico. Ao proporcionar um ambiente de experimentação prática, o PhET também contribui para a superação das limitações estruturais e logísticas das escolas, que muitas vezes não dispõem de equipamentos adequados para a realização de experimentos físicos reais.

Assim, este projeto é relevante porque propõe uma abordagem inovadora e interativa para o ensino da 2ª Lei de Newton, facilitando a aprendizagem de conceitos complexos e, ao mesmo tempo, promovendo o desenvolvimento de competências digitais nos alunos. A partir dessa metodologia, espera-se não apenas melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes em Física, mas também estimular o interesse pela disciplina e fomentar uma postura mais autônoma e crítica diante do conhecimento científico.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Verificar se o uso da ferramenta PhET contribui de modo significativo na aprendizagem dos alunos em relação às Leis de Newton.

Objetivos Específicos

Mostrar para os alunos como fazer os experimentos sobre a 2ª Lei de Newton no PhET;

Levar os alunos para o laboratório de Informática, e ensinar a usar o PhET na 2ª Lei de Newton;

Fazer o experimento sobre 2ª Lei de Newton PhET juntamente com os alunos.

Conferir se os alunos têm liberdade de fazer o experimento de forma independente.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Justificativa

Movido pela necessidade emergente de dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, inserindo o uso de tecnologias computacionais no ensino, bem como pela dificuldade apresentada pelos estudantes na aprendizagem dos conteúdos de Física, se fez presente a questão central desta investigação. O uso dos simuladores virtuais do PhET pode, de fato, contribuir para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos de eletrodinâmica e de outras áreas da Física, como as Leis de Newton, ao facilitar a compreensão de conceitos complexos e abstratos por meio de experimentos interativos e visualização prática.

Essa pesquisa é particularmente importante pois possibilita aos autores do estudo explorarem novas metodologias que tornem o ensino mais atrativo e significativo para os estudantes. Além de aprimorar as próprias habilidades pedagógicas, a investigação sobre o uso de tecnologias como o PhET prepara para enfrentar os desafios do ensino de Física em um cenário cada vez mais digital. Dessa forma, a pesquisa oferece a oportunidade de desenvolver estratégias inovadoras, visando estimular o interesse dos alunos, promover maior engajamento em sala de aula e, consequentemente, melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Para a sociedade, especialmente na região do interior do Amazonas, esta pesquisa se revela ainda mais significativa. Em muitas escolas da região, o acesso a laboratórios de ciências completos ou a recursos materiais para experimentação é limitado. Nesse contexto, o uso de simuladores virtuais como o PhET pode suprir parte dessa carência, oferecendo aos estudantes uma experiência de aprendizado prática, mesmo em um ambiente com poucas condições estruturais. Ao integrar tecnologias que não demandam grande infraestrutura física, como o PhET, é possível democratizar o acesso à experimentação científica e garantir uma formação de qualidade, contribuindo para a inclusão educacional e o desenvolvimento social e econômico da região.

REFERENCIAL TEÓRICO

PhET

O PhET *(Physics Education Technology)* é um projeto de simulação interativa desenvolvido pela Universidade do Colorado, Boulder, que visa facilitar o ensino e a aprendizagem de ciências, incluindo física, química, biologia e matemática. Desde sua criação, o PhET tem se destacado como uma ferramenta pedagógica inovadora, permitindo que alunos e professores explorem conceitos científicos de maneira visual e interativa, o que é especialmente útil para a compreensão de fenômenos abstratos (Faiões, 2022; Furqon, 2023).

As simulações do PhET são projetadas para serem intuitivas e acessíveis, permitindo que os usuários realizem experimentos virtuais que, de outra forma, exigiriam laboratórios físicos. Isso

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

é particularmente relevante em contextos educacionais onde o acesso a laboratórios é limitado, como em situações de ensino remoto (Faiões, 2022). Além disso, as simulações são disponibilizadas gratuitamente e podem ser acessadas online ou baixadas para uso *offline,* o que amplia sua acessibilidade (Sujono; Maryati; Jumadi, 2023; Zulkifli; Azhar; Syaflita, 2022).

Estudos demonstram que o uso de simulações do PhET pode aumentar o engajamento dos alunos e melhorar sua compreensão de conceitos complexos. Por exemplo, pesquisas indicam que essas ferramentas ajudam a desenvolver habilidades de pensamento crítico e a promover uma aprendizagem mais ativa, onde os alunos podem manipular variáveis e observar os resultados em tempo real (Sartore, 2019; Kadir, 2023; Mahzum *et al*., 2024). A interatividade das simulações também permite que os alunos experimentem e façam inferências sobre os conceitos científicos, o que é fundamental para a construção do conhecimento (Ismalia; Kusumawati; Wahyuni, 2022) (Prima; Putri; Rustaman, 2018).

Além de sua eficácia pedagógica, o PhET é reconhecido por sua capacidade de integrar tecnologia no ensino de ciências, promovendo uma abordagem construtivista que encoraja a exploração e a descoberta (Nurita *et al*., 2024; Saputra; Harnipa; Akhfar, 2021). A diversidade de simulações disponíveis no site do PhET, que abrange uma ampla gama de tópicos científicos, torna-o um recurso valioso para educadores em diferentes níveis de ensino, desde o ensino fundamental até a educação superior (Suganya, 2022; Wiwit; Amir, 2023).

O PhET representa uma inovação significativa no campo da educação em ciências, oferecendo uma plataforma que não apenas facilita a compreensão de conceitos complexos, mas também engaja os alunos de maneira interativa e acessível. Sua utilização pode transformar o ambiente de aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e eficaz.

O PhET na utilização do estudo das Leis de Newton

O uso de simulações como o PhET tem demonstrado ser um recurso pedagógico relevante para facilitar a compreensão dos alunos sobre conceitos de Física, especialmente as Leis de Newton. Segundo Correia (2016), o simulador PhET, desenvolvido pela Universidade de Colorado Boulder, permite que os alunos visualizem e interajam com fenômenos físicos que, de outra forma, poderiam parecer abstratos. Em atividades voltadas para o estudo da dinâmica, o PhET oferece simulações interativas que possibilitam a visualização das forças envolvidas em diferentes cenários, promovendo uma aprendizagem ativa e investigativa.

Estudos como o de Strada e Fontes (2018) reforçam que o uso de simuladores como o PhET melhora a assimilação do conteúdo, pois transforma temas abstratos em situações concretas, que os alunos podem manipular e experimentar virtualmente. Além disso, o uso do PhET permite explorar variáveis e visualizar em tempo real como mudanças nos parâmetros

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

iniciais impactam os resultados, algo que Braga e Mayerhofer (2010) descrevem como essencial para desenvolver a compreensão dos movimentos e das forças.

A simulação "Cabo de Guerra" do PhET, utilizada por Menezes (2016), exemplifica bem essa abordagem, oferecendo aos estudantes a chance de observar a relação entre força, massa e aceleração, um dos conceitos centrais das Leis de Newton. Essa metodologia permite que os alunos deixem a postura passiva e se tornem agentes do próprio aprendizado, gerando discussões e reflexões que fortalecem a retenção e compreensão dos conceitos envolvidos (Sacramento, 2015).

Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, enfatiza a importância de integrar novos conhecimentos aos conceitos previamente estabelecidos na estrutura cognitiva do aluno. Segundo Ausubel, para que o aprendizado seja significativo, o conteúdo deve se relacionar com as informações que o aluno já conhece, promovendo uma conexão lógica entre as ideias. Isso contrasta com a aprendizagem mecânica, onde as informações são memorizadas sem uma compreensão profunda, não se fixando de forma duradoura na memória do estudante (Araújo; Menezes, 2019).

Esta teoria tem sido aplicada em diversas áreas do conhecimento, incluindo o ensino de Ciências da Natureza. Ferreira, Mateus e Moretti (2022), ao revisarem a aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) no ensino de Ciências, apontam que ela se mostra especialmente eficaz para a Educação Básica. Esses autores observam que a aplicação de sequências didáticas baseadas na TAS facilita a compreensão de temas complexos, como a física dos relâmpagos, ao relacionar conceitos novos com conhecimentos prévios dos alunos (Medeiros *et al*., 2019).

Além disso, a Teoria de Ausubel tem sido considerada uma abordagem útil para o ensino de conceitos abstratos em áreas como a programação, onde a adaptação de estratégias didáticas baseadas na TAS permite uma melhor apreensão dos conteúdos, especialmente em níveis iniciais (Zanetti; Borges; Ricarte, 2022). A integração de mapas conceituais, um recurso frequentemente associado a essa teoria, facilita a organização e hierarquização de ideias, ajudando os alunos a desenvolverem uma visão mais clara e estruturada dos temas abordados (Araújo; Menezes, 2019).

Assim, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel se destaca por sua aplicabilidade em diferentes contextos educacionais, promovendo um aprendizado mais duradouro e relevante ao estimular a ligação entre novos conhecimentos e estruturas cognitivas já existentes.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Construtivismo

O construtivismo no ensino é uma abordagem pedagógica que enfatiza a construção ativa do conhecimento pelo aluno, em vez de uma mera transmissão de informações pelo professor. Essa teoria, que tem suas raízes em pensadores como Jean Piaget e Lev Vygotsky, propõe que o aprendizado ocorre através da interação social e da experiência prática, permitindo que os alunos desenvolvam suas próprias compreensões e habilidades. A aplicação do construtivismo no contexto educacional contemporâneo é um tema amplamente discutido na literatura, refletindo a evolução das práticas pedagógicas e a necessidade de adaptação às novas demandas sociais e tecnológicas.

Um dos aspectos centrais do construtivismo é a importância das interações sociais no processo de aprendizagem. Vygotsky, em sua obra, enfatiza que a linguagem e as interações sociais são fundamentais para a formação de conceitos e para o desenvolvimento de funções psicológicas superiores (Fonseca; Hesse, 2021). Essa perspectiva é corroborada por estudos que mostram que práticas pedagógicas que promovem a colaboração e a discussão entre os alunos resultam em um aprendizado mais significativo e duradouro (Machalele, 2020). Além disso, a teoria de Vygotsky destaca a importância do contexto cultural e social na aprendizagem, sugerindo que o conhecimento é construído em um ambiente social e não de forma isolada (Fonseca; Hesse, 2021).

As metodologias ativas, que têm ganhado destaque nas práticas pedagógicas contemporâneas, são uma aplicação prática dos princípios construtivistas. Essas metodologias buscam tornar-se o aluno protagonista de seu próprio aprendizado, incentivando a reflexão crítica e a exploração de problemas reais (Calderon; Silva; Feitosa, 2024). Por exemplo, a utilização de projetos, estudos de caso e atividades práticas permite que os alunos se engajem ativamente no processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades essenciais para o século XXI, como a resolução de problemas e o trabalho em equipe (Mattos *et al*., 2020). A integração de tecnologias educacionais também tem sido um fator importante na implementação de metodologias ativas, proporcionando novas formas de interação e aprendizado (Martins; Nogueira, 2017).

No entanto, a transição para práticas pedagógicas construtivistas não é isenta de desafios. Estudos indicam que, apesar de muitos professores reconhecerem a importância do construtivismo, suas práticas frequentemente permanecem ancoradas em métodos tradicionais de ensino (Carmo, 2022). Isso pode ser atribuído a uma série de fatores, incluindo a falta de formação adequada, resistência à mudança e a pressão por resultados imediatos em avaliações padronizadas (Cunha, 2001). Portanto, é crucial que as instituições de ensino ofereçam suporte contínuo e formação para que os educadores possam efetivamente adotar e implementar abordagens construtivistas em suas salas de aula.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Além disso, a avaliação no contexto construtivista deve ser repensada. A avaliação formativa, que foca no processo de aprendizagem e no desenvolvimento contínuo do aluno, é uma abordagem que se alinha bem com os princípios construtivistas (Costa, 2017). Essa forma de A avaliação permite que os educadores identifiquem as necessidades dos alunos e ajustem suas práticas pedagógicas de acordo, promovendo um ambiente de aprendizagem mais adaptativo e responsivo (Bauer; Sousa, 2015). A autoavaliação e a avaliação por pares também são práticas que podem ser incorporadas, incentivando a reflexão crítica e a autonomia dos alunos (Costa, 2017).

A formação inicial e continuada de professores é um aspecto fundamental para a implementação bem-sucedida do construtivismo no ensino. Programas de formação que abordam as teorias construtivistas e suas aplicações práticas são essenciais para preparar os educadores para enfrentarem os desafios do ensino contemporâneo (Angeli; Pereira, 2023). A formação deve incluir não apenas a teoria, mas também experiências práticas que permitam aos professores vivenciarem e refletirem sobre a aplicação de metodologias construtivistas em suas aulas (Cunha; Campos; Mattos, 2020). Além disso, a colaboração entre educadores e a troca de experiências podem enriquecer o processo de formação e promover uma cultura de inovação pedagógica (Mattos *et al*., 2020).

A interdisciplinaridade é outro princípio que pode ser explorado dentro da abordagem construtivista. Ao integrar diferentes áreas do conhecimento, os educadores podem criar experiências de aprendizagem mais ricas e significativas, que refletem a complexidade do mundo real. Projetos interdisciplinares que envolvem temas relevantes e atuais podem engajar os alunos de maneira mais profunda, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico (Fonseca; Hesse, 2022). Essa abordagem não apenas enriquece o aprendizado, mas também prepara os alunos para lidarem com problemas multifacetados que exigem uma compreensão integrada de diferentes disciplinas.

A pesquisa em educação também desempenha um papel crucial na evolução das práticas construtivistas. Estudos que investigam a eficácia de diferentes metodologias e abordagens pedagógicas são fundamentais para informar e guiar a prática docente (Rezende, 2000). A coleta e análise de dados sobre o impacto das práticas construtivistas no aprendizado dos alunos podem fornecer insights valiosos para a melhoria contínua das estratégias de ensino (Bauer; Sousa, 2015). Além disso, a disseminação de boas práticas e experiências bem-sucedidas pode inspirar outros educadores a adotar abordagens semelhantes em suas salas de aula (Fonseca; Hesse, 2022).

Por fim, é importante reconhecer que o construtivismo não é uma panaceia para todos os desafios educacionais. Embora ofereça uma abordagem valiosa para o ensino e a aprendizagem, sua implementação deve ser cuidadosamente considerada dentro do contexto específico de cada

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

instituição e de cada grupo de alunos (Massabni; Ravagnani, 2008). A flexibilidade e a adaptação das práticas pedagógicas às necessidades dos alunos e às demandas do ambiente educacional são essenciais para garantir que o construtivismo cumpra seu potencial de transformar a educação (Carmo, 2022). Portanto, a reflexão crítica sobre a prática pedagógica e a disposição para experimentar novas abordagens são fundamentais para o sucesso do ensino construtivista.

Em suma, o construtivismo no ensino representa uma mudança paradigmática que busca colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem. Através da promoção de interações sociais, da utilização de metodologias ativas e da reavaliação das práticas de avaliação, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e eficazes. No entanto, para que essa abordagem seja efetiva, é necessário um compromisso contínuo com a formação de professores, a pesquisa educacional e a adaptação às necessidades dos alunos e do contexto educacional. A construção de uma educação que valorize a experiência, a colaboração e a reflexão crítica são um objetivo que merece ser perseguido por todos os envolvidos no processo educativo.

Aprendizagem Ativa no Ensino de Ciências

A aprendizagem ativa no ensino de ciências, especialmente em tópicos como as Leis de Newton, tem ganhado destaque nas metodologias educacionais contemporâneas. As metodologias ativas são estratégias que promovem a participação efetiva dos alunos no processo de aprendizagem, permitindo que eles se tornem protagonistas de sua educação. Essa abordagem é particularmente relevante no ensino de Física, onde a prática e a experimentação são essenciais para a compreensão dos conceitos fundamentais, como as Leis de Newton (Vargas *et al*., 2022) (Araújo; Ramos, 2023; Silva; Pastorio; Lopes, 2022).

A utilização de simuladores, como os oferecidos pelo PhET, proporciona um ambiente interativo onde os alunos podem explorar conceitos físicos de maneira prática e visual. Esses simuladores permitem que os estudantes realizem experimentos virtuais, façam perguntas e desenvolvam um aprendizado exploratório e autônomo, características essenciais das metodologias ativas (Silva; Pastorio; Lopes, 2022; Lovato; Michelotti; Loreto, 2018). A interação com esses recursos tecnológicos não apenas aumenta o engajamento dos alunos, mas também facilita a compreensão de conceitos complexos, promovendo um aprendizado mais significativo (Berbel, 2011).

Estudos indicam que a implementação de metodologias ativas no ensino de Física, como a aprendizagem baseada em problemas e a instrução por pares, tem mostrado resultados positivos em termos de engajamento e compreensão dos alunos (Müller *et al*., 2017) (Chaves; Savergnini; Costa, 2022). Essas metodologias incentivam a colaboração entre os estudantes e a construção coletiva do conhecimento, o que é fundamental para a formação de um pensamento

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

crítico e investigativo (Costa; Venturi, 2021). Além disso, a prática de ensino que envolve a experimentação e a simulação é essencial para a formação de habilidades práticas e teóricas, preparando os alunos para desafios futuros (Siebel; Mendes, 2021).

A literatura também aponta que, apesar dos benefícios das metodologias ativas, muitos professores ainda enfrentam desafios na sua implementação, como a falta de formação adequada e a resistência a abandonar métodos tradicionais de ensino (Araújo; Ramos, 2023). Portanto, é crucial que as instituições de ensino promovam a formação continuada dos educadores, capacitando-os para utilizar essas metodologias de forma eficaz e integrando tecnologias educacionais que possam enriquecer o processo de ensino-aprendizagem (Silva; Pastorio; Lopes, 2023).

Em resumo, as metodologias ativas desempenham um papel fundamental no ensino de Física, especialmente na abordagem das Leis de Newton. A interação com simuladores como o PhET não só promove um aprendizado mais engajado e autônomo, mas também prepara os alunos para se tornarem pensadores críticos e solucionadores de problemas, habilidades essenciais no mundo contemporâneo.

MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual de Tempo Integral Professor Manuel Vicente Ferreira Lima, em Coari-AM. A escola, que oferece ensino médio integral, conta com uma infraestrutura robusta, incluindo laboratórios de informática e ciências, além de acesso à internet, o que possibilitou a utilização da ferramenta digital PhET para a realização de experimentos virtuais. A pesquisa foi realizada com duas turmas do 1º ano do ensino médio, comparando duas metodologias de ensino: o uso do simulador PhET em uma turma e a metodologia expositiva-dialogada na outra.

A abordagem foi quantitativa, com o objetivo de verificar o impacto da ferramenta PhET na aprendizagem dos alunos. Para isso, ao final do processo de ensino, foi aplicada uma avaliação para ambas as turmas, a fim de comparar os resultados e identificar se a aprendizagem foi mais significativa na turma que utilizou o simulador em relação à turma que seguiu o método expositivo. O estudo também contou com uma investigação bibliográfica e de campo, sendo descrito e estruturado para analisar os resultados coletados em sala de aula.

Etapas da Pesquisa

Seleção das turmas: Foram selecionadas duas turmas do 1º ano do ensino médio. Na Turma A, utilizou-se o simulador PhET para ensinar a 2ª Lei de Newton, enquanto na Turma B, foi aplicada a metodologia expositiva-dialogada.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Aplicação de questionário

Primeiro questionário: Um questionário inicial foi aplicado para identificar o nível de conhecimentos prévios sobre as Leis de Newton, especialmente a 2ª lei, relacionando com situações do cotidiano.

Sequência didática

Conteúdo referente às Leis de Newton foi ensinado em três aulas para ambas as turmas, com as seguintes estratégias:

Primeira aula: Introdução teórica à 2ª Lei de Newton, explicando os conceitos de força, massa e aceleração.

Turma A (com PhET): Após a explicação teórica, os alunos foram apresentados ao simulador PhET, com uma breve orientação sobre seu uso. Eles exploraram o simulador, ajustando variáveis como força e massa para observar seus efeitos sobre a aceleração.

Turma B (expositivo-dialogada): A mesma explicação teórica foi oferecida, seguida de um diálogo conduzido pelo professor para reforçar o conteúdo. Exemplos cotidianos foram utilizados para facilitar a compreensão.

Segunda aula: Aplicação prática dos conceitos.

Turma A (com PhET): Os alunos utilizaram o simulador PhET para realizar experimentos que envolviam a 2ª Lei de Newton, sob supervisão, manipulando variáveis e coletando dados sobre o comportamento físico observado.

Turma B (expositivo-dialogada): A turma participou de discussões sobre exemplos cotidianos que envolvem a 2ª Lei, sem o uso de tecnologias. O professor guiou a discussão, incentivando a interação e reflexão.

Terceira aula: Consolidação e revisão do conteúdo.

Turma A (com PhET): Nesta aula, os alunos tiveram mais autonomia para explorar o PhET e revisar os conceitos. O professor supervisionou as atividades, garantindo que as hipóteses dos alunos fossem testadas e discutidas.

Turma B (expositivo-dialogada): Houve uma revisão dos conceitos ensinados nas aulas anteriores, com exemplos adicionais e oportunidades para os alunos tirarem dúvidas.

Avaliação final

Após as aulas, foi aplicada uma avaliação para ambas as turmas, contendo questões objetivas sobre a 2ª Lei de Newton. Essa avaliação serviu como instrumento para medir o nível de compreensão dos alunos e compará-lo entre as duas metodologias aplicadas.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Procedimento de análise de dados

Os resultados obtidos foram analisados utilizando a análise de conteúdo proposta por Bardin (1977). A análise de conteúdo de Bardin envolve categorização e interpretação sistemáticas de dados, com foco no estabelecimento de unidades de análise e na garantia de insights significativos por meio de classificação e reorganização rigorosas das informações coletadas (Mendes; Miskulin, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram analisados os resultados obtidos a partir da aplicação de duas metodologias distintas para o ensino da 2ª Lei de Newton: o uso do simulador PhET na Turma A e a metodologia expositivo-dialogada na Turma B. Os dados coletados por meio dos questionários pré-teste e pós-teste permitiram avaliar a eficácia de cada abordagem no processo de aprendizagem dos alunos. A análise dos resultados revelou que ambas as metodologias foram efetivas, porém com benefícios distintos em diferentes aspectos.

Análise do questionário inicial (pré-teste)

No questionário inicial aplicado antes das aulas, observou-se que a maioria dos alunos de ambas as turmas apresentava dificuldades em relacionar a 2ª Lei de Newton com situações cotidianas. Além disso, muitos não estavam familiarizados com o uso de simuladores como o PhET. As respostas ao questionário de conhecimentos prévios indicaram que:

Turma A (com PhET): 18 dos 25 alunos (72%) não conseguiram identificar corretamente a fórmula da 2ª Lei de Newton ($F = m \times a$). 20 alunos (80%) tiveram dificuldade em calcular a força resultante em um exemplo prático (questão 2). 22 alunos (88%) não conseguiram relacionar a 2ª Lei de Newton com exemplos cotidianos, como o lançamento de um foguete (questão 4).

Turma B (expositivo-dialogada): 20 dos 27 alunos (74%) não identificaram corretamente a fórmula da 2ª Lei de Newton. 21 alunos (78%) erraram o cálculo da força resultante. 23 alunos (85%) não conseguiram relacionar a 2ª Lei de Newton com exemplos práticos.

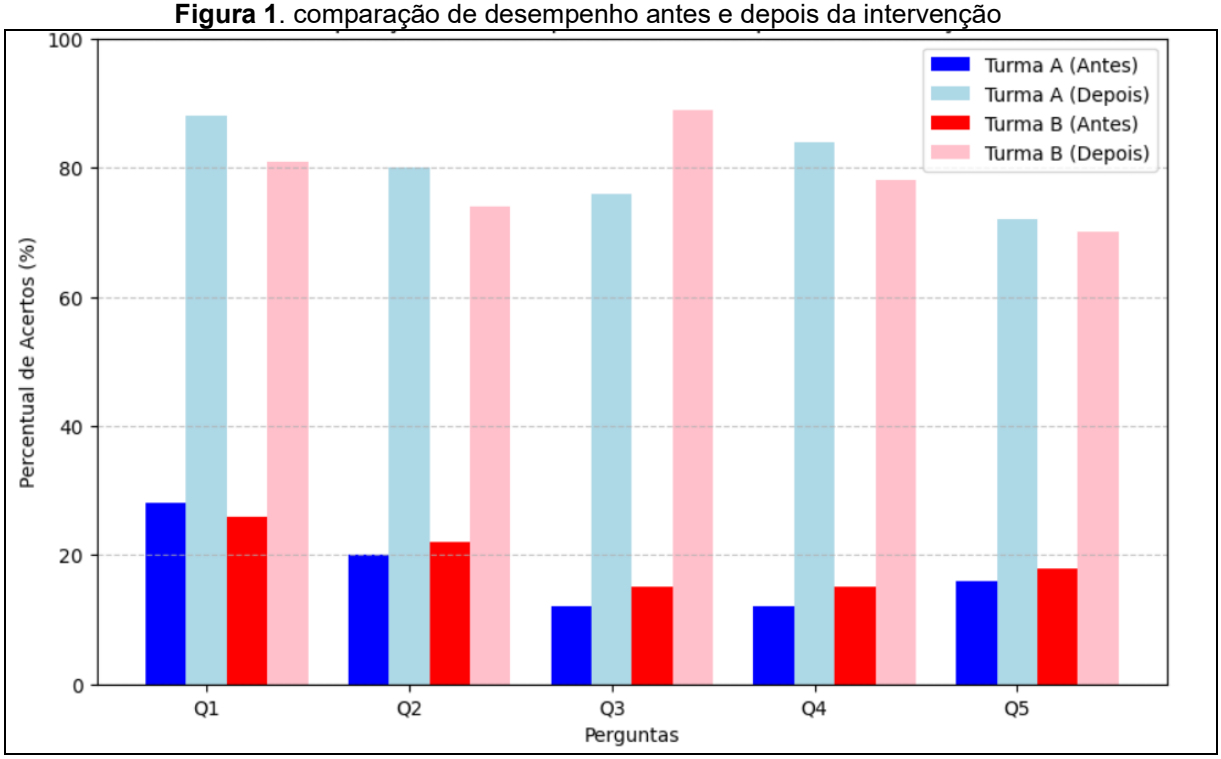
Análise comparativa dos resultados

No questionário inicial (pré-teste), observou-se que ambas as turmas apresentavam dificuldades semelhantes em relação à compreensão da 2ª Lei de Newton. A maioria dos alunos não conseguia identificar corretamente a fórmula da 2ª Lei ($F = m \times a$), calcular a força resultante em exemplos práticos ou relacionar o conceito com situações cotidianas. Esse cenário inicial indicou que os alunos partiam de um nível de conhecimento similar, o que permitiu uma comparação mais justa entre as duas metodologias após a intervenção.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Figura 1. comparação de desempenho antes e depois da intervenção



Fonte: próprio autor (2025).

Após a aplicação das aulas, o questionário final mostrou avanços significativos em ambas as turmas, mas com diferenças notáveis em relação ao tipo de compreensão e aplicação dos conceitos. Na Turma A (com PhET), os alunos demonstraram um desempenho superior em questões que envolviam a aplicação prática da 2ª Lei de Newton. Por exemplo, 88% dos alunos acertaram a fórmula da 2ª lei, 80% calcularam corretamente a força resultante e 84% conseguiram relacionar o conceito com o lançamento de um foguete. Esses resultados sugerem que o uso do simulador PhET favoreceu a compreensão prática e a visualização dos conceitos físicos, permitindo que os alunos manipulassem variáveis e observassem os efeitos diretamente, o que reforçou a aprendizagem.

Por outro lado, na Turma B (expositivo-dialogada), os alunos apresentaram um desempenho ligeiramente inferior em questões práticas, mas destacaram-se em questões que exigiam uma compreensão conceitual mais aprofundada. Por exemplo, 89% dos alunos identificaram corretamente a aplicação da 2ª lei em situações como o movimento de um carro acelerando, e 78% relacionaram o conceito com o lançamento de um foguete. Esses resultados indicam que a metodologia expositivo-dialogada, com sua ênfase no diálogo e na reflexão, contribuiu para uma compreensão mais teórica e conceitual da 2ª Lei de Newton.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Benefícios distintos das metodologias

A análise dos resultados permite concluir que ambas as metodologias são efetivas, mas cada uma traz benefícios distintos para o processo de aprendizagem. O uso do simulador PhET mostrou-se particularmente eficaz para:

Facilitar a visualização de conceitos abstratos, na manipulação de variáveis como força, massa e aceleração no simulador permitiu que os alunos observassem diretamente os efeitos físicos, o que facilitou a compreensão de conceitos que, de outra forma, poderiam parecer abstratos.

Promover a autonomia dos alunos: A possibilidade de explorar o simulador de forma independente, sob supervisão, permitiu que os alunos testassem hipóteses e tirassem conclusões por conta própria, o que reforçou a aprendizagem ativa.

Aplicação prática dos conceitos: Os alunos da Turma A demonstraram maior facilidade em aplicar a 2ª Lei de Newton em situações práticas, como o cálculo da força resultante e a explicação de fenômenos cotidianos.

A metodologia expositivo-dialogada destacou-se por: Reforçar a compreensão conceitual: O diálogo conduzido pelo professor e a discussão de exemplos cotidianos permitiram que os alunos desenvolvessem uma compreensão mais profunda dos conceitos teóricos da 2ª Lei de Newton.

Estimular a reflexão e o debate: A interação entre os alunos e o professor durante as discussões promoveu um ambiente de aprendizagem colaborativo, no qual os alunos puderam esclarecer dúvidas e refletir sobre os conceitos de forma mais crítica.

Consolidação do conhecimento teórico: A revisão dos conceitos e a apresentação de exemplos adicionais nas aulas finais contribuíram para a consolidação do conhecimento teórico, o que se refletiu no desempenho dos alunos em questões conceituais.

Limitações do estudo

A metodologia baseada no simulador PhET mostrou-se eficaz para a aplicação prática de conceitos, mas sua replicabilidade depende diretamente de condições estruturais que nem sempre estão presentes em ambientes educacionais. Em regiões com infraestrutura tecnológica precária, como escolas sem computadores, internet de qualidade ou *softwares* atualizados, a implementação de ferramentas digitais torna-se inviável. Isso pode ampliar desigualdades já existentes, excluindo estudantes de contextos socioeconômicos vulneráveis de benefícios pedagógicos associados a simulações interativas.

Além disso, a familiaridade dos alunos com ferramentas digitais varia significativamente. Em turmas onde os estudantes têm pouca experiência prévia com tecnologias, parte do tempo das aulas pode ser direcionada ao treinamento técnico, reduzindo o foco no conteúdo científico.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Essa curva de aprendizado tecnológico pode limitar a eficiência do método, especialmente em comparação com a abordagem expositivo-dialogada, que demanda menos recursos materiais. Por fim, é válido questionar se a dependência de simuladores não restringe a capacidade dos alunos de desenvolver habilidades analíticas sem suporte digital, aspecto que mereceria investigação em estudos futuros.

Outro fator crítico, intimamente relacionado aos resultados divergentes entre as turmas, é a heterogeneidade dos estilos de aprendizagem dos alunos (Schmitt; Domingues, 2016). Os dados sugerem que a Turma A (com PhET) obteve melhor desempenho em atividades práticas, enquanto a Turma B (expositivo-dialogada) destacou-se em questões conceituais. Essa diferença pode refletir, em parte, a predominância de perfis de aprendizagem distintos em cada grupo.

Estudantes com preferência por aprendizagem visual ou cinestésica (que valorizam experimentação e interação) provavelmente se beneficiaram mais do PhET, já que a ferramenta permite manipular variáveis e observar resultados em tempo real. Por outro lado, alunos com estilo auditivo ou reflexivo (que aprendem melhor por meio de discussões e explicações detalhadas) podem ter se adaptado mais à metodologia expositivo-dialogada, que prioriza diálogo e contextualização teórica.

Essa variabilidade ressalta que a eficácia de uma metodologia não é universal, mas sim mediada pelo perfil cognitivo dos alunos (Schmitt; Domingues, 2016). Em turmas mistas, onde coexistem múltiplos estilos, estratégias híbridas, como combinar simulações digitais com debates guiados, poderiam equilibrar a compreensão prática e teórica. Adicionalmente, fatores como motivação, conhecimento prévio e habilidades matemáticas também podem ter influenciado os resultados, já que alunos com maior familiaridade com conceitos abstratos talvez tenham aproveitado melhor as discussões na Turma B, enquanto outros se beneficiaram da concretude oferecida pelo PhET.

CONSIDERAÇÕES

A análise dos resultados deste estudo permitiu concluir que tanto a metodologia baseada no simulador PhET quanto a abordagem expositivo-dialogada demonstraram eficácia no ensino da 2ª Lei de Newton, cada uma contribuindo de maneira singular para a aprendizagem dos alunos. A Turma A, que utilizou o PhET, apresentou desempenho superior em atividades práticas, como cálculos de força resultante (80% de acertos) e relação da lei com fenômenos cotidianos (84% de acertos), evidenciando que a simulação virtual facilitou a visualização de conceitos abstratos e promoveu a autonomia dos estudantes. Por outro lado, a Turma B, que seguiu a metodologia expositivo-dialogada, destacou-se na compreensão teórica, com 89% de acertos em questões conceituais, reforçando a importância do diálogo e da mediação docente para a construção de conhecimentos sólidos.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Essa dualidade de resultados sugere que a combinação das duas metodologias pode ser mais eficaz do que sua aplicação isolada. Integrar o PhET às discussões teóricas permitiria unir a experimentação prática, que engaja os alunos por meio da manipulação de variáveis, com a reflexão crítica orientada pelo professor, aprofundando a compreensão conceitual. Por exemplo, após a exploração do simulador, debates sobre os fenômenos observados poderiam consolidar a relação entre teoria e prática, superando limitações individuais de cada abordagem.

Quanto aos objetivos do trabalho, verificou-se que o uso do PhET contribuiu significativamente para a aprendizagem, conforme proposto no objetivo geral. Os objetivos específicos também foram alcançados: os alunos aprenderam a utilizar o simulador, adquiriram independência na realização de experimentos (76% relataram segurança para usar a ferramenta sem assistência) e consolidaram o conteúdo por meio da prática guiada. Contudo, os resultados da Turma B revelaram que a metodologia tradicional permanece relevante, especialmente para contextualizar conceitos em situações do cotidiano.

Como recomendações, propõe-se que instituições de ensino adotem um modelo híbrido, alternando entre simulações virtuais e discussões teóricas. Para isso, é essencial garantir infraestrutura tecnológica adequada, como laboratórios de informática equipados, e investir na formação de professores para que dominem tanto o uso de ferramentas digitais quanto estratégias pedagógicas dialógicas. Além disso, é fundamental estruturar sequências didáticas que equilibrem autonomia dos alunos e orientação docente, evitando que a liberdade de exploração no PhET se torne dispersão, ou que o método expositivo se limite à memorização passiva.

Para futuros trabalhos, sugere-se ampliar a investigação para outras áreas da física, como termodinâmica ou eletromagnetismo, a fim de avaliar se os benefícios do PhET se mantêm em diferentes contextos. Estudos longitudinais também são necessários para verificar se os ganhos de aprendizagem observados são sustentáveis a longo prazo. Adicionalmente, pesquisas em escolas com realidades socioeconômicas diversas poderiam analisar a viabilidade de replicar essa metodologia em regiões com acesso limitado a tecnologia. Por fim, investigar como fatores como estilo de aprendizagem (visual, cinestésico) e familiaridade prévia com ferramentas digitais influenciam a eficácia do PhET pode oferecer insights valiosos para personalizar estratégias pedagógicas.

Em síntese, este trabalho reforça que não há uma única "melhor metodologia", mas caminhos complementares. A combinação entre inovação tecnológica e tradição pedagógica emerge como a alternativa mais promissora, equilibrando engajamento, autonomia e rigor conceitual — elementos fundamentais para uma educação científica crítica e significativa no século XXI.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

REFERÊNCIAS

ANGELI, A. C.; PEREIRA, R. S. Formação de professores sobre recursos educacionais abertos: desafios e possibilidades. **Educação em Foco**, v. 26, n. 49, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.36704/eef.v26i49.6588.

ARAÚJO, L. P.; MENEZES, R. L. S. **Educação e Aprendizagem:** A Teoria da Aprendizagem Significativa em David Ausubel. [*S. l.: s. n.*], 2019.

ARAÚJO, W.; RAMOS, L. Metodologias ativas no ensino de ciências: desafios e possibilidades na prática docente. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, e1412139150, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39150.

BARBOSA, C.; LIMA, I.; MARTINS, T.; CHAGAS, M.; FERREIRA, F. O movimento de cargas elétricas em um fio condutor: cuidados com as simplificações das simulações no ensino de física. **Scientia Plena**, v. 13, n. 01, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.012710. Acesso em: 17 out. 2024.

BAUER, A.; SOUSA, S. Indicadores para avaliação de programas educacionais: desafios metodológicos. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 23, n. 86, p. 259-284, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0104-40362015000100010.

BERBEL, N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25.

BRAGA, L. C.; MAYERHOFER, U. H. **Simulações numéricas e animações em Excel para as Leis de Newton e Leis de Conservação de Quantidade de Movimento e Energia**. [*S. l.: s. n.*], 2010. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/6d58dc4e881bc99effcde9db304ef1cb4917af25. Acesso em: 29 out. 2024.

CALDERON, I.; SILVA, W.; FEITOSA, E. Uma plataforma web para apoiar docentes no ensino de programação em cursos de sistemas de informação. *In:* **Anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação Estendido**, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbsi_estendido.2024.238954.

CARMO, J. M. Dimensão da presença de diferentes padrões metodológicos no ensino de ciências no ensino básico. **Teoria e Prática da Educação**, v. 25, n. 3, p. 3-18, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.4025/tpe.v25i3.64883.

CARVALHO, A.; TELES, A.; VIANA, D.; SILVA, F.; COUTINHO, L.; TEIXEIRA, S. Objetos digitais de aprendizagem no ensino de física básica: um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual. **Renote**, v. 17, n. 3, p. 263-272, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.22456/1679-1916.99481. Acesso em: 17 out. 2024.

CHAVES, A.; SAVERGNINI, S.; COSTA, F. Análise dos trabalhos publicados no ENPEC de 2013 a 2019 sobre metodologias ativas no ensino de ciências: o que podemos afirmar?. **Reves - Revista Relações Sociais**, v. 5, n. 1, p. 13828-01e, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.18540/revesvl5iss1pp13828-01e.

CORREIA, G. C. S. **O uso de simuladores no ensino de Física:** estudo da corrente induzida por meio de atividade investigativa. [*S. l.: s. n.*], 2016. Disponível em:

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

https://www.semanticscholar.org/paper/c3cf506ad6717a33ca2295924fa1a9466e4654cf. Acesso em: 29 out. 2024.

COSTA, L.; VENTURI, T. Metodologias ativas no ensino de ciências e biologia: compreendendo as produções da última década. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 6, p. 417-436, 2021.

CUNHA, A. M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, n. 2, p. 235-248, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1516-73132001000200007.

CUNHA, M.; CAMPOS, H.; MATTOS, M. A formação construtivista de educandos de farmácia na gestão do SUS: abordagens e contribuições para ambientes virtuais de aprendizagem. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 43, n. 1, p. 288-300, 2020. Disponível em: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:226347686}

FAIÕES, V. Simulações PhET: recurso didático-pedagógico para o ensino de ciências alinhado à base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia,** v. 15, n. 2, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3895/rbect.v15n2.14066. Acesso em: 25 out. 2024.

FERREIRA, L. H.; MATEUS, P. G.; MORETTI, A. A. S. A Teoria da Aprendizagem Significativa em pesquisas na área de Ensino de Ciências da Natureza: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 29, n. 2, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.5335/rep.v29i2.12999.

FONSECA, C. V.; HESSE, F. B. Sequências didáticas e práticas pedagógicas em ciências naturais: elementos emergentes de pesquisas contemporâneas. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.35819/tear.v10.n2.a5393.

FONSECA, C. V.; HESSE, F. B. Sequências didáticas na educação superior: evidências de produções contemporâneas em educação em ciências**. Revista Cesumar – Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v. 27, n. 1, e10387, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.17765/2176-9176.2022v27n1.e10387.

FURQON, M. Effect of interactive conceptual instruction assisted by PhET simulations on the student's scientific consistency in physics. **Journal Penelitian Pendidikan IPA**, v. 9, n. 10, p. 8040-8050, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.5193. Acesso em: 25 out. 2024.

ISMALIA, I.; KUSUMAWATI, M.; WAHYUNI, P. Investigating the use of PhET simulation as a substitute for practical tools in understanding the concept of static electricity**. International Journal of Education and Teaching Zone**, v. 1, n. 1, p. 20-25, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.57092/ijetz.v1i1.7. Acesso em: 25 out. 2024.

JÚNIOR, A.; SIMÕES, R. Desenvolvimento de um aplicativo android utilizando a classe flinganimation para abordagem de conceitos de cinemática. **Research Society and Development**, v. 10, n. 1, e28410111710, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11710. Acesso em: 17 out. 2024.

KADIR, A. Effectiveness of virtual laboratory utilization in improving students' science process skills. **Ta Dib**, v. 26, n. 2, p. 355, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.31958/jt.v26i2.10913. Acesso em: 25 out. 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

LOUREIRO, B. O uso das tecnologias da informação e comunicação como recursos didáticos no ensino de física. **Revista Do Professor De Física**, v. 3, n. 2, p. 91-100, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.26512/rpf.v3i2.24315. Acesso em: 17 out. 2024.

LOVATO, F.; MICHELOTTI, A.; LORETO, É. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690.

MACHALELE, D.F. A educação bilingue e o construtivismo sócio-cultural em contexto de ensino-aprendizagem em L1: um estudo de caso das EPCS de Museveni, Tandara e Maxavelene. **Multilingual Margins: a Journal of Multilingualism from the Periphery**, v. 7, n. 1, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.14426/mm.v7i1.1379.

MAHZUM, E.; HALIM, A.; USFIA, N.; HERLIANA, F. The effect of using PhET simulation-based virtual labs on students' analytical thinking ability. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, v. 10, n. 5, p. 2238-2242, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.4791. Acesso em: 25 out. 2024.

MARTINS, T.G.; NOGUEIRA, G.F**. Novas tecnologias aplicadas ao ensino construtivista: uma aproximação à visão da Intel para a educação**. Educere - Revista da Educação da Unipar, v. 17, n. 1, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.25110/educere.v17i1.2017.6288.

MASSABNI, V. G.; RAVAGNANI, M. C. A. N. Progressão continuada: qual construtivismo está em jogo? **Paidéia** (Ribeirão Preto), v. 18, n. 41, p. 469-484, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0103-863x2008000300005.

MATTOS, M.; CAMPOS, H.; QUEIROZ, B.; SANTOS, E.; CUNHA, R.; GOMES, D. Tecendo redes de educação construtivista em deontologia farmacêutica: formação e dispositivos ativos na arte de ensinar. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 24, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/interface.190567.

MEDEIROS, D. S. F.; SOUZA, P. V. S.; SABA, M. M. F. A física dos relâmpagos – Uma sequência didática referenciada na aprendizagem significativa de Ausubel. **Latin-American Journal of Physics Education,** 2019.

MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cp/a/ttbmyGkhjNF3Rn8XNQ5X3mC/?lang=pt#. Acesso em: 21 out. 2024.

MENEZES, L. S. **Sequência didática para aprendizagem ativa das Leis de Newton**. [*S. l.: s. n.*], 2016. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/9e1434190326faf36315df995ed6f69f8ca90320. Acesso em: 29 out. 2024.

MONTEIRO, J.; COELHO, A.; SALES, G. Uma proposta didática sobre o ensino de eletricidade com abordagem investigativa. **#Tear Revista De Educação Ciência E Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.35819/tear.v8.n2.a3545. Acesso em: 17 out. 2024.

MÜLLER, M.; ARAÚJO, I.; VEIT, E.; SCHELL, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino peer instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0012.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

NURITA, T.; YULIATI, L.; MAHDIANNUR, M. A.; ILHAMI, F. B. The effectiveness of case-based STEM integrated with mobile simulation to foster students' creative thinking skills. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)**, v. 18, n. 7, p. 97-106, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3991/ijim.v18i07.48069. Acesso em: 25 out. 2024.

OLIVEIRA, S. F. B.; OLIVEIRA, S. B. S.; LIMA, V. F. As ações afirmativas e discriminação positiva: equalização e reparação histórica das minorias estigmatizadas pelas medidas positivas de inclusão nas universidades brasileiras. **Recima21 – Revista Cientifica Multidisciplinar**, v. 4, n. 2, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.47820/recima21.v4i2.2829. Acesso em: 29 out. 2024.

PRIMA, E.; PUTRI, A.; RUSTAMAN, N. Learning solar system using PhET simulation to improve students' understanding and motivation. **Journal of Science Learning**, v. 1, n. 2, p. 60, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.17509/jsl.v1i2.10239. Acesso em: 25 out. 2024.

QUEIROZ, T.; SILVA, C. J.; MEDEIROS, S. K. O uso de simulador virtual como instrumento facilitador no ensino de física: um estudo de caso na aprendizagem de circuitos elétricos. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 5, p. 4017-4036, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.56083/rcv3n5-030. Acesso em: 17 out. 2024.

REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte**),** v. 2, n. 1, p. 70-87, 2000. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21172000020106.

SACRAMENTO, M.J.S. **Aprendizagem colaborativa:** uma análise de atividades em grupo no ensino das leis de Newton. [*S. l.: s. n.*], 2015. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/2cf387dfdb02dd13909676dcfeadda9584aff01b. Acesso em: 29 out. 2024.

SAPUTRA, I.; HARNIPA, H.; AKHFAR, M. Development of science learning device oriented guided inquiry with virtual laboratory to train science process skills of junior high school students in Kendari**. Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika,** v. 7, n. 1, p. 13-22, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.21009/1.07102. Acesso em: 25 out. 2024.

SARTORE, A. R. Simulações interativas no ensino de ciências: inferência de conceitos científicos. **Em Teia - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 10, n. 1, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.36397/emteia.v10i1.240047. Acesso em: 25 out. 2024.

SCHMITT, C. S.; DOMINGUES, M. J. S**.** Estilos de aprendizagem: um estudo comparativo. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior** (Campinas), v. 21, n. 2, p. 361-386, 2016.

SIEBEL, A.; MENDES, E. Metodologias ativas na área de ciências da natureza e suas tecnologias. **Revista Pedagógica**, v. 24, p. 1-17, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.22196/rp.v24i1.6683.

SILVA, D.; PASTORIO, D.; LOPES, E. O uso de metodologias ativas para o ensino das leis de Newton: experiências do residência pedagógica. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.35819/tear.v11.n1.a5767.

SILVA, F. A systemic review of literature on teaching physics in civil engineering courses. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 4, p. 1110-1124, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.14571/brajets.v16.n4.1110-1124.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

SILVA, M. Projeto Oceamo: uma aplicação da educação ambiental costeira e oceânica na baixada santista (SP). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea)**, v. 19, n. 1, p. 398-416, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2024.v19.16090.

STRADA, M. F.; FONTES, A. S. **O uso de softwares computacionais (free) para elaboração de simulações aplicadas ao ensino de física**. [*S. l.: s. n.*], 2018. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/b139485fb0bef7dde172709ba9992729ec281e95. Acesso em: 29 out. 2024.

SUGANYA J. PHET simulation software-based learning of charges and fields. **International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science**, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.56726/irjmets30313. Acesso em: 25 out. 2024.

SUJONO, R. N.; MARYATI, M.; JUMADI, J. Science virtual laboratory implementation to improve students' critical thinking skills: a content analysis. **Jurnal Penelitian Pendidikan IPA**, v. 9, n. 6, p. 190-195, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.2810. Acesso em: 25 out. 2024.

VARGAS, V.; SILVA, B.; AMARAL, C.; HERBER, J.; OLIVEIRA, E. O ensino médio normal: práticas fundamentadas na experimentação, alfabetização científica e metodologias ativas, para o ensino de ciências. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, e39511932263, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32263.

WIWIT; AMIR, H. Implementing the PowerPoint 2010 and PhET simulation media with modification of reciprocal teaching approach in inorganic chemistry materials. In: **Advances in Social Science, Education and Humanities Research,** p. 373-380, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.2991/978-2-38476-012-1_47. Acesso em: 25 out. 2024.

ZANETTI, H. A. P.; BORGES, M. A. F.; RICARTE, I. L. M. A Teoria de Aprendizagem Significativa no Ensino de Programação: um Mapeamento Sistemático da Literatura. **Anais** [...] do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbie.2022.224579.

ZULKIFLI, Z.; AZHAR, A.; SYAFLITA, D**.** Application effect of PhET virtual laboratory and real laboratory on the learning outcomes of class XI students on elasticity and Hooke's law. **Journal Penelitian Pendidikan IPA**, v. 8, n. 1, p. 401-407, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1274 Acesso em: 25 out. 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.