



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

ERIVALDO RIBEIRO DOS SANTOS SOUSA

**O USO DO SIMULADOR *PHET* NAS AULAS DE FÍSICA EM TURMAS DO
ENSINO MÉDIO PARA A COMPREENSÃO DAS LEIS DE NEWTON: UMA
ABORDAGEM INTERATIVA**

SÃO RAIMUNDO NONATO

2024

ERIVALDO RIBEIRO DOS SANTOS SOUSA

O USO DO SIMULADOR *PHET* NAS AULAS DE FÍSICA EM TURMAS DO ENSINO
MÉDIO PARA A COMPREENSÃO DAS LEIS DE NEWTON: UMA ABORDAGEM
INTERATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, *Campus* São Raimundo Nonato-PI.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Nogueira Lima.

SÃO RAIMUNDO NONATO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Sousa, Erivaldo Ribeiro dos Santos

S725u O uso do simulador phet nas aulas de física em turmas do ensino médio para a compreensão das leis de newton : uma abordagem interativa / Erivaldo Ribeiro dos Santos Sousa. - 2024.
44 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo Nonato, 2024.

Orientador : Prof Dr. Francisco Nogueira Lima.

1. ensino de física. 2. laboratório virtual. 3. PhET. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Uliscley Silva Gomes CRB 15/938

ERIVALDO RIBEIRO DOS SANTOS SOUSA

O USO DO SIMULADOR *PHET* NAS AULAS DE FÍSICA EM TURMAS DO ENSINO
MÉDIO PARA A COMPREENSÃO DAS LEIS DE NEWTON: UMA ABORDAGEM
INTERATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus São Raimundo Nonato-PI.

Aprovada em: 10/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Nogueira Lima (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Esp. Everardo Pereira de Sousa
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Esp. Marcus Vinicius Oliveira Viana
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho aos meus pais, aos meus irmãos e aos colegas que me acompanharam nesta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças e sabedoria para enfrentar todos os desafios ao longo dessa jornada acadêmica.

Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim.

Um agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Nogueira Lima, por sua orientação, paciência, e pelos valiosos conselhos que foram essências para a conclusão desse trabalho. Agradeço também aos professores do curso, que com dedicação e conhecimento, contribuíram para minha formação acadêmica.

Ao Instituto Federal do Piauí, por me fornecer o ambiente e recursos necessários para minha formação. Agradeço aos colegas de classe, pela parceria, amizade e trocas de conhecimento durante todo o curso

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para que este objetivo se tornasse realidade.

“Aprender com o ontem, viver o hoje, esperar pelo amanhã.
O importante é não parar de questionar”.
- Albert Einstein -

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo explorar a aplicação das Leis de Newton no ensino de física utilizando o simulador *PhET* como ferramenta pedagógica, além de investigar como a simulação interativa pode facilitar a compreensão dos conceitos relacionados às três leis de Newton, que são fundamentais no estudo da mecânica. A pesquisa teve caráter qualitativo e quantitativo, tendo sido possível obter uma avaliação positiva quanto ao uso de laboratórios virtuais. Inicialmente, aplicou-se um questionário para avaliar o conhecimento prévio dos alunos acerca do conteúdo que seria abordado. Em seguida, explicou-se o conteúdo sobre as três leis de Newton com o uso do simulador. Por fim, reaplicou-se o mesmo questionário do início, com o intuito de avaliar a evolução dos alunos com a metodologia de ensino utilizada. Os resultados indicam que os alunos que utilizaram o *PhET* demonstraram uma compreensão mais profunda dos conceitos de inércia, ação e reação, além da proporcionalidade entre força, massa e aceleração, pois ao visualizar os fenômenos físicos por meio da ferramenta foi possível dar passos importantes para uma aprendizagem significativa. Além disso, a simulação permitiu que os estudantes explorassem situações que seriam difíceis de reproduzir fisicamente em um laboratório escolar. Com base na análise de dados gerados por meio dos questionários observou-se que a utilização do *PhET* no ensino das Leis de Newton não apenas melhora a compreensão dos conceitos, mas também aumenta o interesse dos alunos pela disciplina, verificando-se que o simulador se mostra uma ferramenta valiosa para o ensino de física, capaz de complementar e enriquecer as abordagens tradicionais de ensino.

Palavras-chave: ensino de física; laboratório virtual; *PhET*.

ABSTRACT

This work aims to explore the application of Newton's Laws in physics teaching using the PhET simulator as a pedagogical tool, in addition to investigating how the interactive simulation can facilitate the understanding of concepts related to the three Newton laws, in which are fundamental in the mechanic studies. The research had qualitative and quantitative aspects, in wich was possible to obtain a positive mensure related to the use of virtual laboratories. Initially, we applied an exam to evaluet the previous knowledge of the students about the topics that will be addressed. Follows, we explain the three Newton's laws by using the simulator. Finally, we reapplied the first exam, with the goal of evaluating the students' progress with the used methodology. The results indicate that students that used the PhET gained a deeper understanding of the concepts of inertia, action and reaction, and the proportionality between force, mass and accelerating, beacause by viasualization of the phenomenos throug the simulator it is possible to obtain a significative learning. Besides, the simulation allowed that students to explore situations that would be difficult to physically play out in a school laboratory. Based on the analysis of data generated through exams, it was reported that the use of PhET in teaching Newton's Laws not only improves understanding of the concepts, but also increases students' interest in the subject, and furthermore, the simulator proves to be a valuable tool for teaching physics, capable of complementing and improving the traditional teaching approaches.

Keywords: physics Teaching; virtual laboratory; PhET.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Tela inicial de simulações físicas no simulador <i>PhET</i>	20
Figura 2	– “Cabo de Guerra”	23
Figura 3	– Exemplo da soma das forças igual a zero	24
Figura 4	– Exemplo da força resultante diferente de zero.....	24
Figura 5	– Opção aceleração.....	25
Figura 6	– Sistema com atrito igual a zero.....	26
Figura 7	– Sistema com atrito.....	26
Figura 8	– Sistema resultante, em movimento uniforme.....	28
Figura 9	– Sistema com atrito máximo.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de respostas do questionário antes e depois da utilização do simulador <i>PhET</i>	34
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro - 1	Quadro geral de informações sobre os discentes.....	33
Quadro - 2	Quadro geral de resultados das questões aplicadas antes e após a utilização do laboratório virtual.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TDIC Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

PhET Physics Educational Technology

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	SIMULADOR PHET.....	18
3	O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON COMBINADAS COM O USO DO PHET.....	21
3.1	1° LEI DE NEWTON	22
3.2	2° LEI DE NEWTON.....	25
3.3	3° LEI DE NEWTON	27
4	METODOLOGIA.....	29
5	ANALISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	31
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
	REFERÊNCIAS.....	39
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	40
	APÊNDICE B – IMAGENS DA REALIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E DA APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física na educação atual, em termos de aplicação dos conteúdos usando ferramentas de ensino, tais como simuladores e laboratórios virtuais, ainda é pouco implementado nos currículos de escolas públicas, tornando-o fragmentado e descontextualizado. Dessa forma, muitos estudantes enfrentam dificuldades em assimilar os conceitos físicos apresentados nas salas de aula e, deste modo, os tópicos abordados acabam se tornando vazios de significado para os mesmos. Entretanto, o avanço tecnológico permite o acesso a recursos digitais, que surgem como importante ferramenta para auxiliar tanto o professor a suprir a falta de atividades práticas, quanto os alunos a aprimorarem o complexo processo de ensino-aprendizagem das leis da natureza, isto é, quando tal aspecto vem desacompanhado de um ambiente prático. Trata-se, portanto, de um processo evolutivo, cujo objetivo é integrar as novas tecnologias digitais no ambiente educacional, como meio de amplificar os processos de aprendizagem significativa (BEHRENS, 2000).

O reconhecimento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) como uma nova ferramenta didática não implica eliminar todo o conjunto teórico-metodológico-educacional com o qual os docentes têm trabalhado. Terra (2007) destaca que todas as pessoas têm a capacidade de inovar, mas ressalta que a inovação envolve dois elementos fundamentais: a criatividade e a produção de novas ideias, e estas devem ser capazes de serem implementadas e gerar impacto. No contexto específico do ensino de Física, as Leis de Newton afloram como pilares fundamentais, proporcionando os alicerces para a compreensão de fenômenos Físicos mais amplos e que, por vezes, transpõem o nosso cotidiano.

O conjunto dos postulados que permitem uma compreensão ampla dos movimentos, sobretudo em uma escala macroscópica, foi enunciado sob a forma de três leis por *Sir* Isaac Newton no século XVII, constituindo um marco essencial para a compreensão de movimento e forças que atuam sobre os corpos. A importância dessas leis vai além das fronteiras da sala de aula, permeando várias esferas do saber e impactando o avanço tecnológico e científico ao longo dos tempos. No entanto, apesar da importância incontestável das Leis de Newton, comprovadas historicamente ao longo de séculos para os limites de baixas velocidades ou para velocidades muito menores do que a da luz, ainda persiste um desafio muito importante aos educadores: tornar o seu ensino mais acessível, cativante e eficaz para os estudantes. De acordo

com Trindade e Fiolhais (2003), as simulações virtuais, devido à sua característica atrativa, conseguem captar a atenção dos alunos, pois eles podem visualizar situações que antes só eram mencionadas ou vistas em desenhos no quadro. Com o uso das simulações, o interesse cresce à medida que os estudantes conectam a teoria com a prática.

É neste cenário que as tecnologias educacionais assumem um papel crucial, proporcionando ferramentas interativas e dinâmicas que podem revolucionar a maneira como os conceitos, algumas vezes assumidos quase que tacitamente como complexos, são transmitidos e compreendidos pelos estudantes. É muito importante incorporar as novas tecnologias no dia a dia escolar para aprimorar as condições de acesso à informação e expandir as oportunidades de aprendizado. No entanto, a mera introdução desses recursos não garante a aprendizagem, pois, por si só, não transformam a escola (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2003).

Para Moreira (2018), é preciso pensar como ensinar os conteúdos, dar atenção à didática específica, à transferência didática, a como abordar física de modo a despertar o interesse, a intencionalidade, a predisposição dos alunos. A utilização de um simulador é um dos caminhos propostos neste trabalho para despertar o interesse do público discente pela compreensão das leis da natureza, levando-os a uma melhor compreensão, que poderá vir acompanhada e motivada pela curiosidade nas aulas de Física, acerca dos padrões que regem o comportamento da natureza, dentre fatores que pretendemos investigar neste trabalho. Com efeito, novas técnicas de ensinar e aprender podem ser introduzidas no processo de formação.

Segundo Moreira (2018) para aperfeiçoar novas práticas de metodologias é necessário ter um olhar amplo para a realidade, ou seja, utilizar a Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada no ensino da Física. Nesse sentido, o Simulador *PhET*, destaca-se como uma dessas ferramentas inovadoras, oferecendo um ambiente virtual onde os estudantes podem explorar e experimentar os princípios fundamentais das Leis de Newton. O simulador proporciona, ainda, uma abordagem prática e interativa, complementando as tradicionais aulas expositivas. Essa plataforma visa proporcionar aos alunos uma compreensão mais intuitiva dos conceitos, permitindo a visualização e a manipulação direta de variáveis físicas, algo muitas vezes desafiador em ambientes tradicionais de aprendizado.

As tecnologias implementadas nas instituições educacionais exercem considerável influência nas interações entre professores, estudantes e a comunidade

em geral. A sala de aula representa um ambiente propício para o intercâmbio de saberes entre a escola e seu entorno, funcionando como uma conexão que estabelece a ligação entre a curiosidade e a aquisição de conhecimento. (CARVALHO et al., 2019).

Neste trabalho exploraremos e avaliaremos o impacto do Simulador *PhET* como ferramenta pedagógica nas aulas de Física, concentrando-se na abordagem das leis fundamentais do movimento ou leis de Newton. Na presente pesquisa assumimos o compromisso de analisar como o simulador *PhET* pode influenciar positivamente no processo de ensino-aprendizagem das Leis de Newton. Para tanto, o emprego de ferramentas que visem mensurar o aprendizado antes e depois da introdução de elementos de Tecnologia da Informação e Comunicação serão utilizadas junto ao público-alvo.

Nos próximos capítulos, faremos uma breve apresentação das Leis de Newton, explorando como o simulador *PhET* pode ser utilizado para ilustrar e experimentar os conceitos fundamentais da dinâmica. No capítulo 2 discutiremos como o simulador permite uma visualização interativa das leis do movimento e examinaremos os resultados obtidos a partir das simulações, evidenciando a utilidade dessa ferramenta na compreensão e aplicação dos princípios físicos. No capítulo 3 mostraremos em que termos a abordagem prática e visual proporcionado pelo *PhET* oferece uma nova perspectiva sobre o ensino e a aplicação das Leis de Newton, reforçando a importância da integração entre teoria e prática na física.

2 SIMULADOR PHET

De acordo com Calomeno (2017), ao discutir simuladores educacionais, algumas qualidades são especialmente vantajosas para as práticas pedagógicas, como: criar um ambiente seguro; facilitar a experimentação; aprimorar a habilidade de solucionar questões; e estimular a motivação. Nesse sentido, o simulador *PhET*, desenvolvido pela Universidade do Colorado, é uma ferramenta educacional interativa projetada para auxiliar no ensino de ciências e matemática. As simulações do *PhET* possibilitam uma forte interação entre o estudante e os fenômenos do dia a dia, permitindo que estudantes explorem conceitos abstratos através de representações visuais e animações dinâmicas. Por meio dessas simulações, os alunos podem realizar experimentos virtuais em áreas como física, química, biologia e matemática, observando diretamente os efeitos das mudanças em variáveis específicas. A utilização de recursos digitais, simulações e ambientes virtuais oferece oportunidades únicas para envolver os alunos, proporcionando uma compreensão prática e visual dos conceitos físicos.

Em conformidade com Pereira (2021):

As atividades experimentais permitem a abertura de uma relação mais próxima entre professor e aluno, e com os próprios alunos entre si, o que contribui para o processo de ensino e aprendizagem da física, e a sua interação com o meio em que vive. Além disso, os experimentos permitem diminuir a abstração da física, mostrando a relação existente entre os conteúdos estudados e o cotidiano dos alunos. (PEREIRA, 2021, p. 2).

Para Santarosa (2010):

Portanto, a relevância dessas ferramentas cognitivas, combinadas com o uso de ambientes digitais/virtuais de comunicação que integram expressão textual e gráfica, é enfatizada. Illera (1997) pondera que “os computadores são instrumentos privilegiados, de mediação entre as atividades de ensino e a assimilação cognitiva”. Para este autor, embora a linguagem seja a forma primordial de comunicação, os computadores possibilitam uma conexão de associação e compartilhamento de conhecimento, distribuindo a inteligência entre múltiplos usuários em uma rede de computadores. (SANTAROSA, 2010, p. 31)

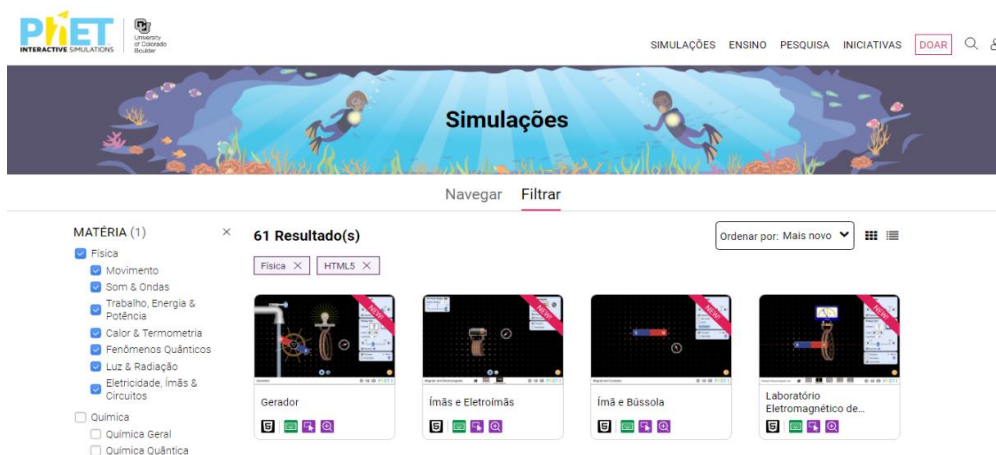
O *PhET* é especialmente valioso porque torna o aprendizado mais acessível e compreensível. Além disso, desde que passe a ser amplamente utilizado por educadores em sala de aula, a ferramenta pode se tornar um relevante complemento

ao ensino tradicional. A flexibilidade do programa permite que ele seja utilizado em diversos níveis de educação, desde o ensino fundamental até o superior. O acesso gratuito e a disponibilidade em várias línguas tornam o *PhET* uma ferramenta inclusiva, capaz de beneficiar uma ampla gama de estudantes. Com a sua interface amigável e recursos adaptáveis, não requer um computador potente. Vale referenciar que como é um simulador online, não se faz necessário baixá-lo e também é possível acessar o mesmo através de dispositivos moveis, muito embora, a critério do usuário, possa sim ser feito o *download* da ferramenta para uso *offline*.

Segundo Arantes (2010):

A principal utilidade da simulação reside em ser uma útil ferramenta de aprendizagem, aprimorando um currículo sólido e apoiando os esforços de bons professores. O propósito da aplicação pedagógica da simulação pode auxiliar a introdução de um novo tópico, construir conceitos e competências, no reforço de ideias na oferta de reflexão e revisão final (ARANTES, 2010, p. 29)

Nesse sentido, ao utilizar a plataforma *PhET* o professor terá total liberdade de elaborar suas aulas, proporcionando aulas interativas para os alunos, tendo a possibilidade de explorar diversas opções, dentre elas podendo escolher utilizar experimentos ligados ao simulador ou trabalhar com atividades em que o aluno terá de obter seus resultados. A tela inicial da página de simulações está apresentada na figura 1. Esta plataforma permite que o usuário possa interagir com a simulação, pois os simuladores facilitam a compreensão do aluno, não causando nenhuma situação de risco, podendo voltar e repetir a ação, sempre que desejado.

Figura 1: Tela inicial de simulações físicas no simulador *Phet*

Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

3 O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON COMBINADAS COM O USO DO PHET

As Leis de Newton, estabelecidas por *Sir Isaac Newton* no século XVII, formam o alicerce da Mecânica Clássica e continuam a ser a base fundamental no entendimento do movimento e das forças na Física. No intuito de minimizar eventuais complexidades inerentes a esses conceitos, sobretudo quando há um primeiro contato por parte do estudante, é importante a utilização de estratégias pedagógicas inovadoras para garantir uma compreensão aprofundada pelos estudantes. A integração de tecnologias educacionais no ensino de Física tem se mostrado promissora na superação de desafios tradicionais. Segundo Veit e Teodoro (2002), a Ciência é um método de representação do mundo sempre sujeito a reforma. A matemática acaba sendo uma ferramenta indispensável nessa representação, porém não pode ser confundida com uma explicação, pois a ciência tem mais a ver com representações do que explicações.

No contexto específico das Leis de Newton, o Simulador *PhET* proporciona uma oportunidade única para os estudantes visualizarem e experimentarem os princípios fundamentais destas leis em situações do mundo real. A capacidade de modificar variáveis, observar resultados e testar hipóteses em um ambiente virtual cria uma dinâmica de aprendizado imersivo que complementa e aprimora as abordagens tradicionais. Durante muito tempo, o problema de movimentos e de suas causas foi um tema central da “filosofia natural”, nome antigo da Física. No entanto, foi somente na época de Galileu, que Newton realizou seu progresso extraordinário no conhecimento do assunto.

É importante mencionar alguns aspectos temporais da vida do pai da Mecânica Clássica, Isaac Newton, que nasceu no dia 25 de dezembro de 1642, data em que na época era seguido o calendário juliano, na Inglaterra, mesmo ano em que morreu Galileu, que foi matemático, físico, astrônomo, teólogo e autor inglês, lançou as bases principais da mecânica clássica, sendo, portanto, um dos “gigantes” em que Newton se apoiou para estruturar os princípios da dinâmica, observação que se conecta com a famosa frase do mesmo: “Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”¹. Ele desenvolveu plenamente as ideias de Galileu e de outros o que precederam. As três leis do movimento, que atualmente levam o seu nome, foram

1 Isaac Newton, *Carta a Robert Hooke*, 15 de fevereiro de 1676.

introduzidas no ano 1686, em seu trabalho *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*, comumente denominado *Princípios*. As leis de Newton, ou mecânica newtoniana como é conhecida, formam a base da mecânica clássica; aplicando essas leis, é possível entender os tipos mais comuns de movimento ou que tipo de movimento terá lugar em dadas circunstâncias físicas.

Nas seções a seguir falaremos de forma mais pontual sobre cada uma das Leis do movimento.

3.1 1ª LEI DE NEWTON

A Primeira Lei também chamada de Lei da Inércia, conforme transcrição constante no conhecido livro de Física Básica 1, de autoria do Professor Moyses Nussenzveig (NUSENZVEIG, 2002), diz o seguinte: Todo objeto permanece em seu estado de repouso ou movimento constante em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar esse estado pela influência de forças externas agindo sobre ele. Essa lei é fundamental para entender o conceito de inércia e como os objetos se comportam no espaço, sendo a base para muitos princípios da física clássica e moderna.

É importante destacar que, muito embora este primeiro princípio fundamental da dinâmica leve o nome de primeira lei de Newton, em verdade, a sua elaboração se deve a Galileu Galilei, tendo sido publicado no livro "diálogos sobre os dois principais sistemas do mundo". A inércia é diretamente proporcional à massa do corpo; assim, quanto maior a massa, maior a resistência a mudanças em seu movimento. Com o "Cabo de guerra" no *PhET*, representado na figura 2, é possível fazer uma simulação que, pode ser observado dois exemplos da Lei da Inércia, sendo o primeiro quando aplicarmos duas forças iguais, figura 3, e, o segundo quando aplicarmos duas forças diferentes, figura 4. No primeiro momento vemos que o carrinho está parado figura 2, com isso, podemos ver que a Lei da Inércia é verdade como supra citado, pois não há nenhuma força externa sendo aplicada, logo o carrinho se manterá parado.

Esse tipo de simulação consiste em um carrinho ligado à duas cordas onde teremos quatro bonecos azuis e quatro bonecos vermelhos, mostrado na figura 2, assim, cada boneco representa uma força a ser exercida no carrinho, depois de posicionar os bonecos, apertamos no botão iniciar e veremos como se comporta o sistema.

A figura 2 mostra as opções disponíveis na tela, no canto superior direito, onde teremos três itens a serem selecionados; soma das forças: que fornecerá o valor total aplicado no sistema; valores: neste item será fornecido a informação da soma das forças de cada lado e a força total aplicada pelos bonecos azuis separados dos bonecos vermelhos; e velocidade: quando for aplicado forças diferentes em cada lado do carrinho, ele irá iniciar um movimento.

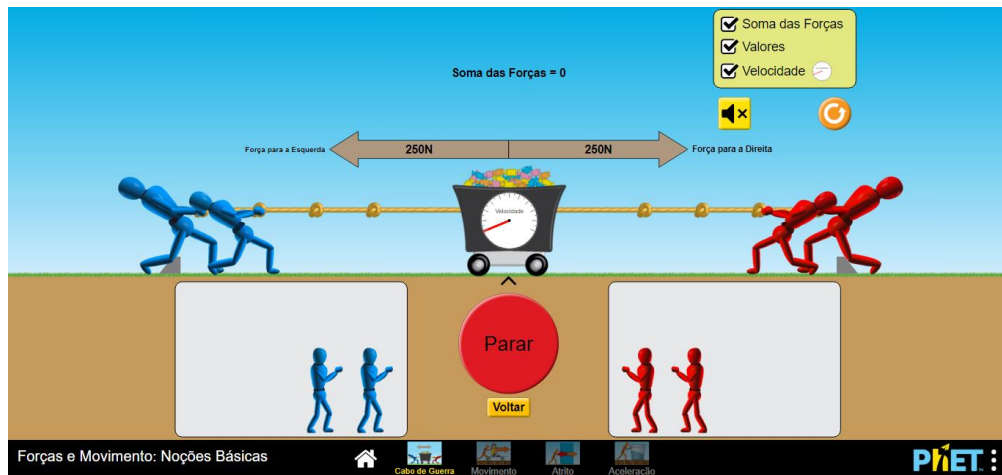
Figura 2: “Cabo de guerra”



Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

Agora através de dois exemplos ilustrados nas figuras 3 e 4, é possível verificar como pode ser feito o sistema físico, através do somatório das forças iguais (Veja figura 3), além do sistema com forças diferentes representado na figura 4. Na figura 3, observaremos como o sistema se comporta quando dois bonecos azuis exercem a mesma força que os bonecos vermelhos, sendo possível observar que o carrinho ficará parado, além da constatação da primeira lei Newton. Com efeito, a soma vetorial das forças será nula, com as forças se cancelando mutuamente.

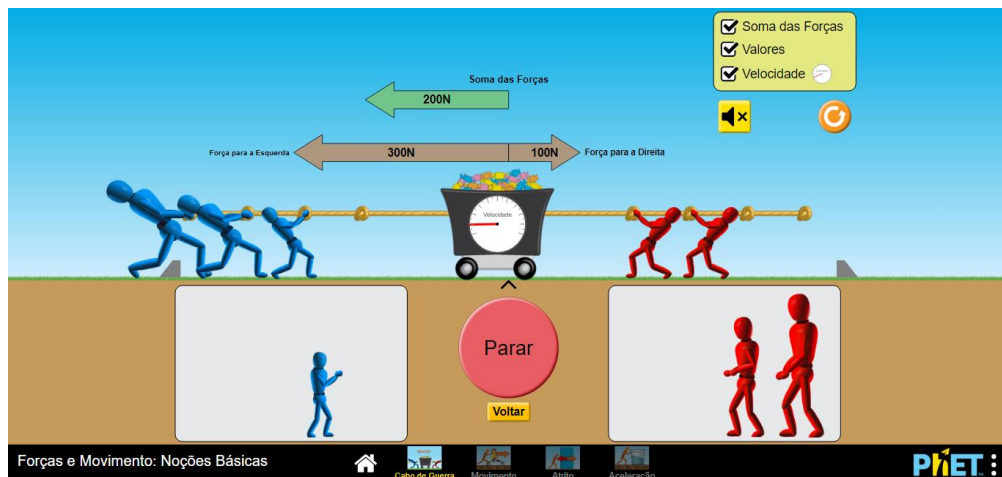
Figura 3: Exemplo da soma das forças igual a zero



Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

A figura 4 mostra como funciona se aplicarmos forças diferentes. O lado com maior força começa a deslocar o carrinho em sua direção. No cabo de guerra, fica evidente como o resultado dos somatórios das forças é igual a zero para manter-se parado, e forças diferentes resultam em uma força resultante para um dos lados, o que gera movimento.

Figura 4: Exemplo da força resultante diferente de zero



Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

Essa visualização dinâmica ajuda a consolidar a compreensão da inércia, permitindo que os estudantes assimilem melhor as ideias. Assim, o simulador não apenas facilita o entendimento da Primeira Lei de Newton, mas também torna o aprendizado sobre está mais acessível vendo-o de uma forma interativa.

3.2 2ª LEI DE NEWTON

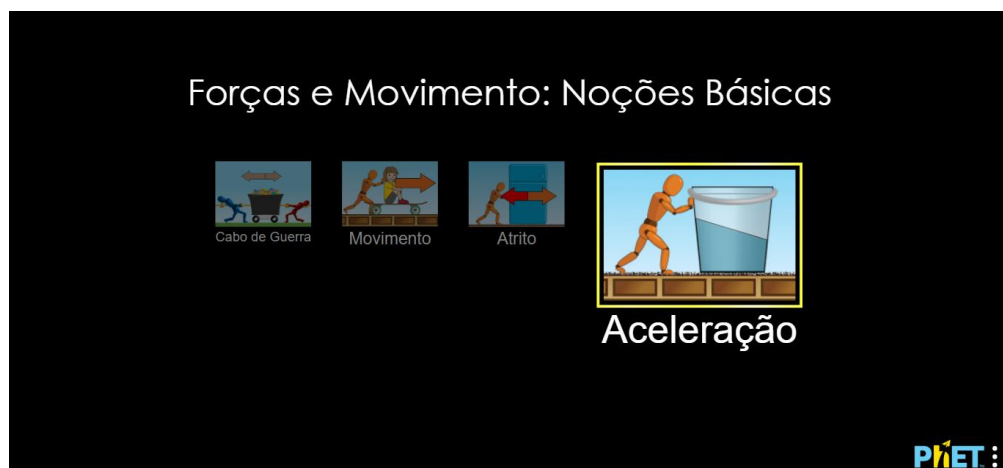
A segunda lei relaciona a força aplicada a um objeto à sua aceleração e à sua massa. Em resumo, essa lei nos diz que a força aplicada a um objeto é diretamente proporcional à sua massa e à taxa de mudança de sua velocidade.

A expressão ficará assim; $\vec{F} = m * \vec{a}$

Onde: $\vec{F}$ é força resultante; m é massa do corpo; $\vec{a}$ é aceleração do corpo.

Conforme a Segunda Lei de Newton, a força resultante aplicada sobre um corpo produz nele uma aceleração na mesma direção e sentido da força resultante. Além disso, o Princípio da Superposição pode ser calculado pela soma vetorial de todas as forças que atuam sobre o corpo. Utilizaremos o *PhET* para analisarmos como a segunda lei funciona. O primeiro passo será selecionarmos a opção “Aceleração” ilustrado na figura 5.

Figura 5: Opção aceleração



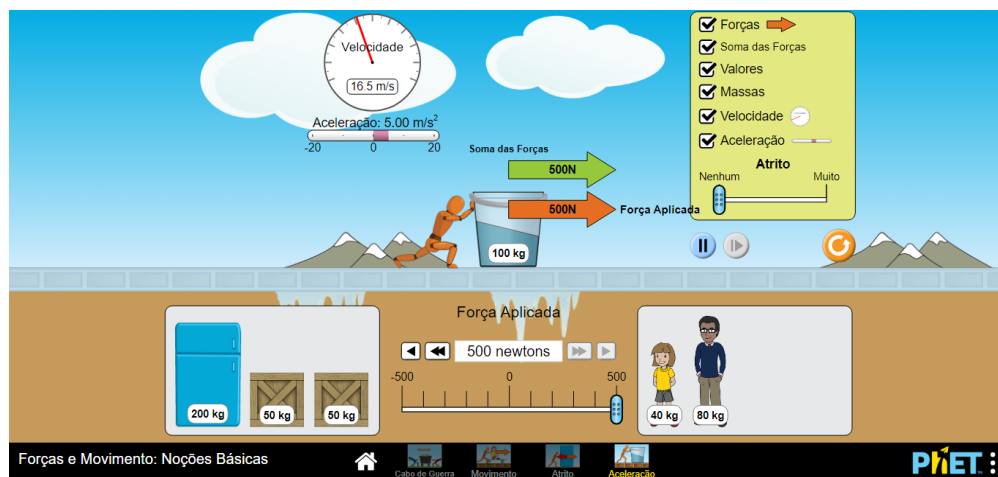
Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

A partir das próximas simulações pode-se comprovar as afirmações de como a força é diretamente proporcional à massa, e a aceleração é inversamente proporcional à massa. Podemos notar na simulação da figura 6, em que consta um balde com água, que se colocarmos ele no skate será possível observar que a água irá se mover no sentido contrário ao movimento, e se aumentarmos a aceleração do skate, iremos notar que há um aumento do deslocamento da água e, portanto, mostrando que há um acréscimo da aceleração, sendo possível comprovar o Princípio Fundamental da

Dinâmica.

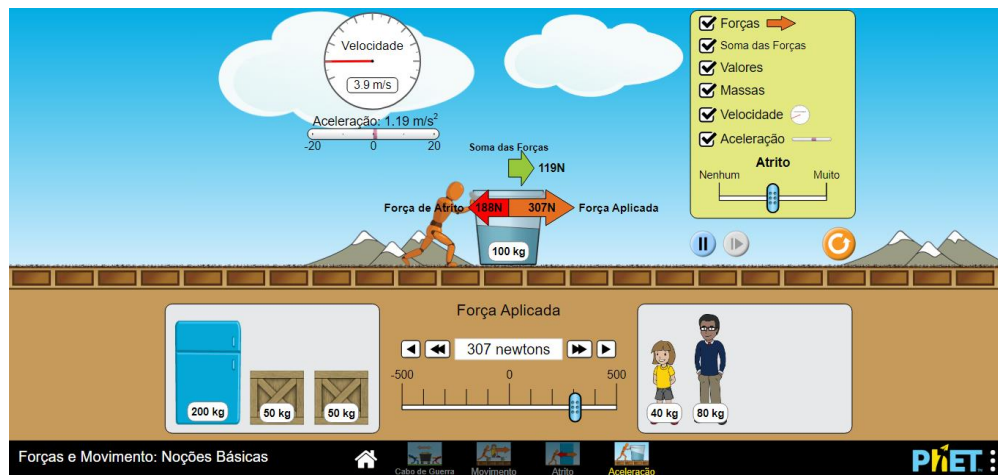
Na simulação da figura 6 é possível analisar como a velocidade irá aumentar com acréscimo da aceleração. O atrito é uma força oposta à força aplicada pelo boneco, neste momento ela será tratada como força de desaceleração do bloco de massa "m". Podemos, além disso, alterar o atrito e, assim, conseguiremos analisar o tempo que levará para ficar em repouso, através de duas situações. Para tanto, avaliaremos duas situações. Na primeira, consideraremos que não há atrito (ver figura). Na segunda, considere agora a existência da força de atrito, conforme ilustrado na figura 7.

Figura 6: Sistema com atrito igual a zero



Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

Figura 7: Sistema com atrito



Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

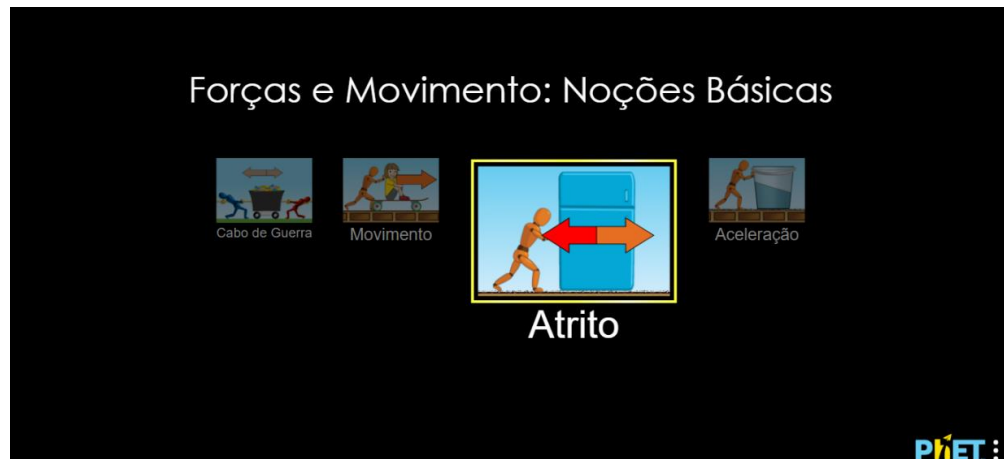
A aceleração é um acréscimo de velocidade num instante de tempo. Com o simulador facilita-se a observação de como esta lei funciona, simulando diversas situações, com e sem atrito, além do comportamento do sistema com um ou mais corpos. Não é demais dizer que podemos fazer quantas simulações quisermos, a fim de facilitar a compreensão e mesmo até que esta seja obtida pelo usuário. Veja que o atrito, na figura 7, se comporta como uma força oposta à força do boneco aplicada ao sistema. Veremos na terceira lei que na natureza existem pares de força, sempre que há uma força atuando haverá outra oposta a ela.

3.3 3ª LEI DE NEWTON

A terceira lei de Newton estabelece o princípio da ação e reação. Isso implica que quando um objeto exerce uma força sobre outro, este último reage com uma força de mesma magnitude, mas em direção contrária. Em essência, é uma descrição da interação entre dois corpos: qualquer força exercida por um corpo em outro é sempre correspondida por uma força de mesma intensidade na direção oposta. Embora essas leis tenham resistido ao teste do tempo e continuem a ser fundamentais em diversos campos, o desafio persiste em tornar seu ensino mais acessível e cativante.

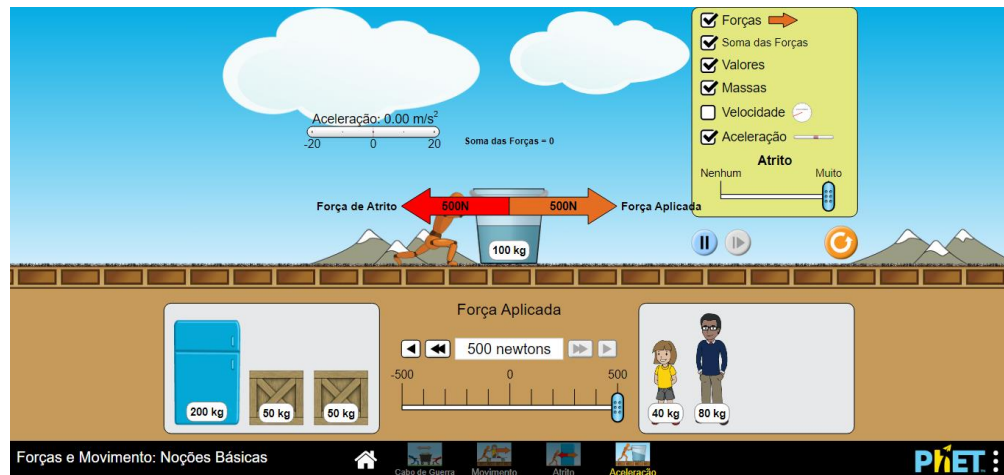
Quando estamos aplicando uma força para movermos o objeto devemos exercer tal força a ponto de tirá-lo de sua inércia. Contudo, no momento que estamos aplicando a força percebe-se que o objeto aplica uma mesma quantidade de força sobre nós. Outra informação contida no enunciado da Terceira Lei de Newton indica que os pares de ação e reação têm a mesma intensidade, mesma direção, porém sentidos opostos. Além disso, um aspecto central da terceira de Newton é que nem todo conjunto de forças com a mesma direção, intensidade e sentido contrário constitui um par ação e reação. Para facilitar a visualização utilizamos a opção “atrito” na figura 8. Nesta podemos ver a aplicação da força exercida pelo boneco no corpo, e o atrito devido ao contato do corpo com o chão, dificultando o deslocamento. Podemos ver, ainda, esta lei da ação e reação sendo simulada em diversas situações, a exemplo da opção com “atrito” da figura 9. Neste caso, percebemos que ao aplicar uma força no recipiente contendo água, será exercida uma força oposta de mesma intensidade, como era de esperar de acordo com o resultado da terceira lei de Newton.

Figura 8: Opção Atrito



Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

Figura 9: Sistema com atrito máximo



Fonte: Phet Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, (2024)

4 METODOLOGIA

Este trabalho foi proposto com a finalidade de verificar a recepção e o engajamento dos alunos com aplicação de atividades utilizando o simulador *PhET*, promovendo uma aprendizagem mais significativa e que saia dos padrões tradicionais, além, claro, do comodismo da sala de aula. Não que o ensino tradicional seja, em essência ou no todo, algo ruim, mas através da junção dessa metodologia com abordagens mais modernas, incluindo aquelas com o uso das TDIC, precisa ser avaliada. O público alvo deste trabalho está voltado para uma turma de 1º ano do ensino médio do CEEP-Gercilio de Castro Macedo, colégio da rede pública de ensino de São Raimundo Nonato-PI. A pesquisa tem caráter qualitativo e quantitativo, com intenção avaliar se há resultados positivos por parte do processo de ensino-aprendizagem dos alunos acerca ao vivenciarem um ambiente virtual e interativo em sala de aula.

A execução deste trabalho foi conduzida em três etapas, para uma melhor estruturação dos objetivos pretendidos. Quais sejam: I – Elaboração e aplicação de um questionário, que segue no apêndice A deste trabalho, abordando os conteúdos sobre as Leis de Newton que serão vistos em sala de aula, com o intuito de avaliar o desenvolvimento prévio dos alunos frente ao que será ministrado posteriormente; II - O processo de ensino e aprendizagem terá início com uma demonstração da primeira Lei de Newton, na segunda etapa, onde será possível interligar o que está sendo demonstrado utilizando o laboratório virtual, propiciando a vivência do aluno no dia a dia, além de facilitar uma melhor compreensão e interação dos alunos com o conteúdo abordado. A aula terá prosseguimento abordando a Segunda e Terceira Lei de Newton, seguindo o mesmo método utilizado para demonstrar a Primeira Lei, sendo um dos principais focos a interação com os alunos, via computador e *Datashow* para obtenção de uma visão mais ampla sobre os tópicos abordados; e III - Reaplicação do mesmo questionário da etapa I, afim de analisar a evolução dos alunos no tema mediante o método de ensino em questão. É importante explorar alguns aspectos adicionais das razões para a definição da metodologia acima, com ênfase aos seus aspectos mais centrais.

ETAPA I - APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO:

O questionário dessa etapa versou sobre perguntas que estavam vinculadas a problemas e aplicações práticas comumente vivenciadas pelos alunos em seu dia a

dia.

ETAPA II- DESENVOLVIMENTO DO PROJETO:

As Leis de Newton foram simuladas através do *Phet*. As atividades realizadas na turma foram desenvolvidas com um total de 02 (duas) aulas de 50 minutos, no primeiro semestre do ano letivo, especificamente no mês de maio de 2024, ocasião em que abordamos a parte teórica e prática simulada. As demonstrações com o simulador tinham por finalidade, partindo de fenômenos relacionados ao dia a dia dos alunos, mostrar que o entendimento dessas leis vai além de cálculos ou apenas conceitos que frequentemente são transmitidos por professores durante suas abordagens sobre tópicos de mecânica newtoniana. Não que a exceção de cálculos e/ou procedimentos matemáticos não disponha de relevância, mas a compreensão, mesmo desses aspectos, pode ser facilitada pelo uso de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Desta forma, foi apresentado para a turma demonstrações com o simulador, fazendo a junção do ensino tradicional com essa ferramenta, possibilitando um melhor entendimento das Leis de Newton.

ETAPA III- REAPLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO:

A terceira e última etapa do trabalho se deu com a reaplicação do questionário para a turma do primeiro ano do curso Técnico em Serviços Jurídicos, integrado ao ensino médio. Este teve como finalidade avaliar como o uso do simulador no ensino de física pode influenciar de maneira significativa a compreensão dos conteúdos por parte dos estudantes. Objetivamos estabelecer um padrão ou técnica minimamente razoável que contemplasse, em conjunto, conhecimentos cotidianos e prévios dos alunos com teorias físicas que, muito embora de aparente complexidade, poderiam ser melhor compreendidas com o uso da ferramenta computacional e, deste modo, possibilitando aos discentes perceberem o significado e a importância de estudar física.

4 ANALISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nas próximas seções apresentaremos e discutiremos os resultados obtidos por meio da aplicação do questionário. Este processo se divide em duas etapas distintas: I - a primeira etapa consiste em uma sondagem geral dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema das Leis de Newton, realizada antes da execução das atividades práticas; e II - a segunda etapa envolve uma nova aplicação do questionário para avaliar a percepção dos alunos sobre a eficácia das atividades práticas experimentais como instrumento de ensino, com o objetivo de contribuir para uma aprendizagem significativa.

4.1 ANÁLISES DE DADOS DA TURMA DO 1º ANO DE SERVIÇOS JURÍDICOS

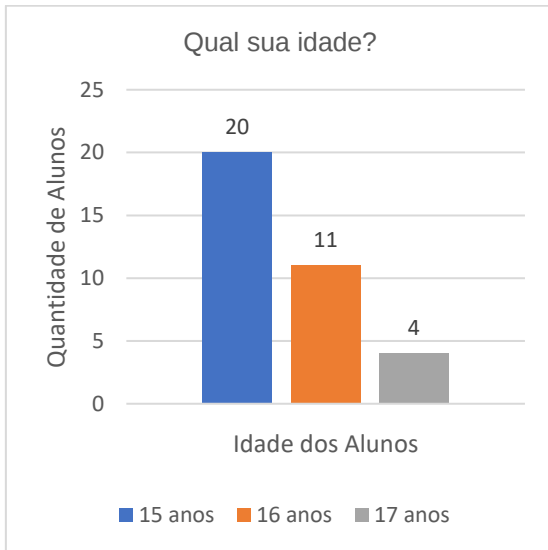
Nesta seção são apresentados os resultados do questionário submetido aos alunos da turma de 1º ano (tarde) do curso Técnico em Serviços Jurídicos, do ensino médio do colégio CEEP - Gercilio de Castro Macedo, desenvolvidos e analisados para um total de trinta e cinco (35) estudantes. Ao considerar a proposta de utilização do simulador *PhET* como metodologia de ensino nas aulas de física, procuramos, a princípio, realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do conteúdo de Leis de Newton e suas limitações, o que se deu através da aplicação de um questionário. Por conseguinte, observamos que os alunos apresentaram dúvidas nas opções de respostas do questionário, onde foi possível verificar, tendo em vista a proposta de metodologia do presente trabalho, que os mesmos mostraram possuir uma certa bagagem teórica diante do tema que foi abordado nas atividades práticas, ou seja, aquelas em que o simulador foi utilizado.

Posteriormente, realizamos as simulações físicas no *PhET* e observamos desde o início que o laboratório virtual era altamente valioso para o processo de ensino-aprendizagem, pois tinha o potencial de captar a atenção e a concentração dos estudantes no tema abordado. O aspecto novidade, por si só, ao gerar a atenção do corpo discente, aponta para a necessidade de ir para além do ensino tradicional. A recepção e o interesse dos alunos em relação ao trabalho de pesquisa foram considerados satisfatórios, uma vez que as práticas revelaram a capacidade de envolver os alunos, permitindo que visualizassem situações através do simulador e levantassem questões relacionadas às suas experiências diárias. O mesmo

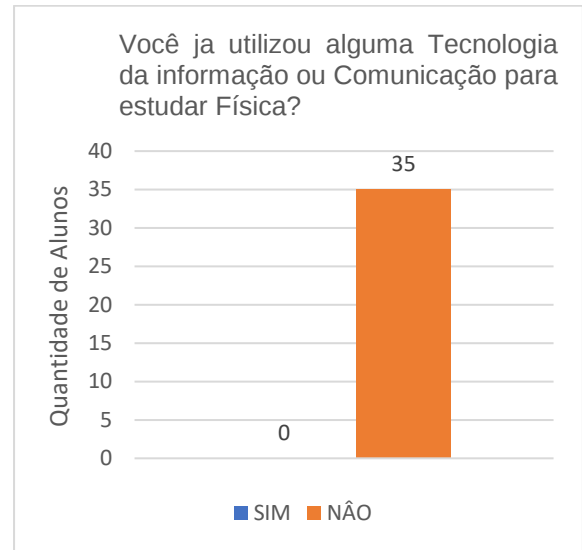
questionário foi reaplicado à turma com o objetivo de obter melhores informações se, com o uso do *PhET*, o processo de ensino-aprendizagem havia sido facilitado ou melhorado, bem no intuito de promover a aprendizagem significativa dos tópicos. Os resultados do pós-questionário demonstraram um aumento substancial no conhecimento dos conceitos da disciplina de Física e em sua aplicação no cotidiano. Tal aspecto surge como decorrência da metodologia empregada. É que o uso de ferramentas computacionais no ensino de física possibilita a conexão entre tópicos teóricos da área de física e a experimentação, todavia, esta última ocorre através do ambiente virtual de ensino-aprendizagem disponível no *PhET*.

A análise das respostas, apresentada nos gráficos e tabelas a seguir oferece uma indicação de como as práticas desenvolvidas neste trabalho foram assimiladas pelos alunos.

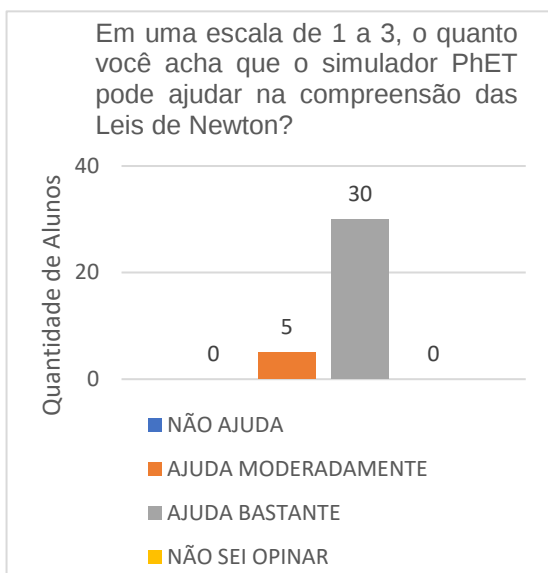
Quadro 1- Quadro geral de informações sobre os discentes.



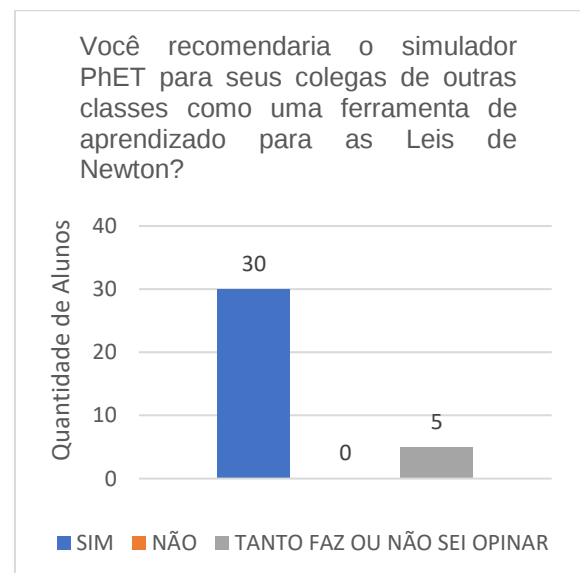
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)

Nessa primeira parte temos algumas informações sobre os discentes, e como o simulador na visão deles pode ajudar o aprendizado durante as aulas. Esta pesquisa envolveu alunos entre 15 e 17 anos de idade, sendo que, 100% dos alunos da turma nunca tinha visto ou ouvido falar sobre o simulador apresentado neste trabalho, e ainda, até então nunca tinham utilizado uma ferramenta Tecnologia da Informação e Comunicação para estudar física. Os resultados indicaram uma aprovação significativa por parte dos estudantes, pois a maioria dos participantes destacou que o uso do simulador contribui para uma melhor compreensão dos conceitos abordados. Além disso, de acordo com os resultados da pesquisa os discentes recomendariam o

uso do simulador para outros alunos.

Vale referenciar que fizemos uma avaliação sobre a quantidade de questões respondidas corretamente, antes e depois do uso da ferramenta de TI. Essa avaliação encontra-se descrita na tabela 1. É importante registrar que foram aplicadas um total de dez questões sobre mecânica newtoniana, conforme questionário disponível no apêndice A desse trabalho.

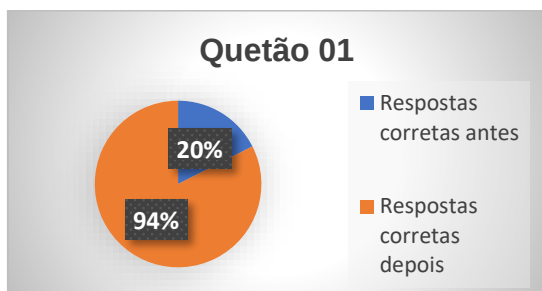
Tabela 1- Distribuição de respostas do questionário antes e depois da utilização das simulações virtuais.

Questões	Total de alunos que responderam questões corretas antes da utilização do simulador	Total de alunos que responderam questões corretas depois da utilização do simulador
1	7	33
2	10	29
3	12	31
4	12	33
5	10	31
6	9	25
7	5	27
8	6	34
9	11	26
10	9	33

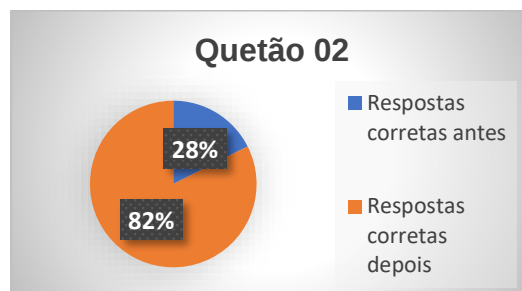
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)

É possível constatar uma melhora significativa na compreensão dos alunos. Discutiremos os avanços percentuais disponíveis na tabela 1 através de gráficos mais adiante. A seguir vamos fazer uso de gráficos como ferramenta para a representação dos dados colhidos, objetivando facilitar a exposição e discussão dos mesmos. Continuemos às análises das respostas, antes e depois da aplicação das atividades "experimentais".

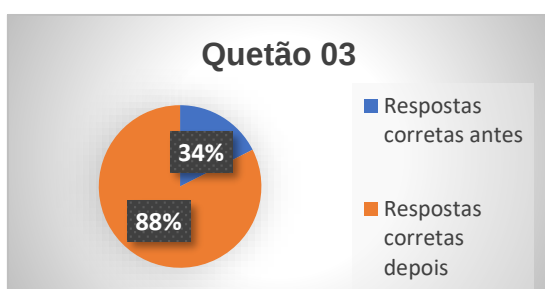
Quadro 2- Quadro geral de resultados das questões aplicadas antes e após a utilização do laboratório virtual



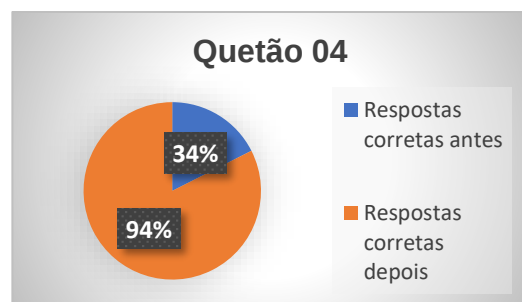
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



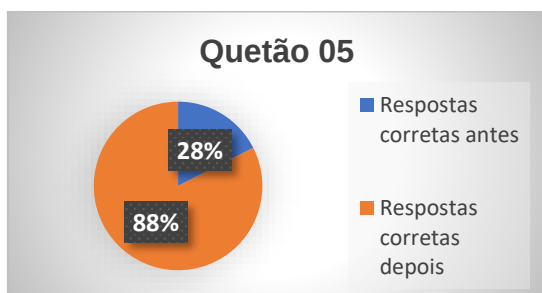
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



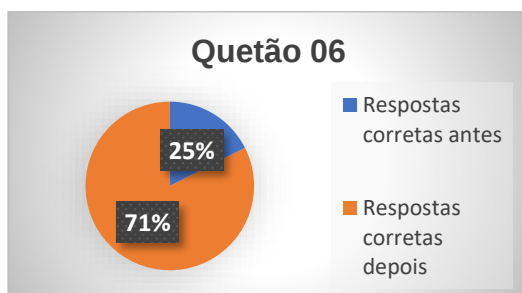
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



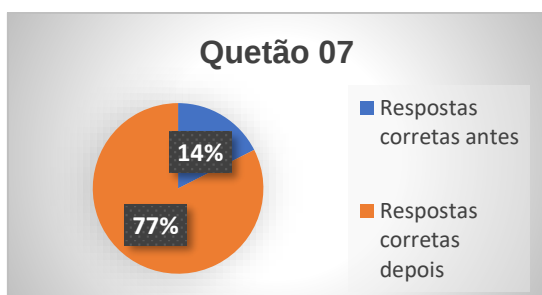
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



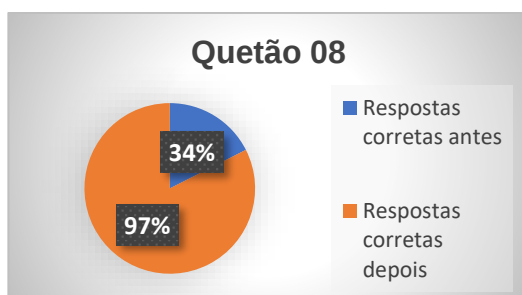
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



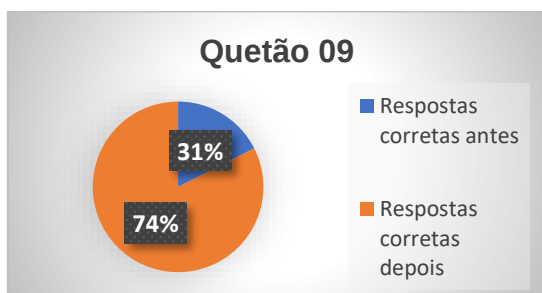
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



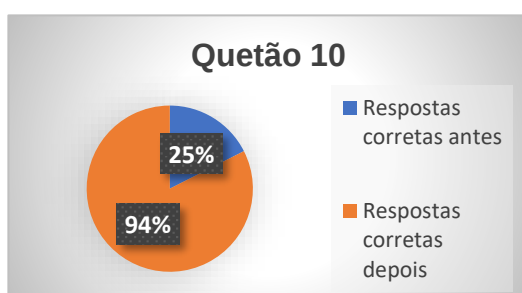
Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)

De acordo com as respostas dadas pelos os alunos ao questionário, fazendo aqui o uso dos gráficos disponíveis no quadro 2, podemos verificar que os discentes apresentavam um dado conhecimento prévio sobre o conteúdo. Porém, nas aulas de física, de acordo com o professor da turma da escola em que essa pesquisa foi aplicada, não era comum o uso laboratórios virtuais para simulações físicas. Os dados obtidos com os instrumentos elaborados e aplicados no presente trabalho nos permitiram destacar a relevância desse tipo de atividades experimentais nas aulas de Física, pois ao se comparar as respostas que foram coletadas após a prática experimental com aquelas obtidas na primeira etapa do projeto, não só houve maior interesse pelo assunto estudado como também uma aprendizagem mais consistente.

Portanto, observamos um aumento significativo das respostas corretas dada para a reaplicação do questionário após as atividades práticas, ou seja, uma diferença observada em relação ao conteúdo abordado de maneira experimental é que, neste, houve um percentual maior dos alunos que souberam responder corretamente as questões propostas, o que aponta para o fato de que devemos sim acoplar novas metodologias de ensino, sobretudo aquelas de baixo custo, aos aspectos teóricos constantes nos ementários dos componentes curriculares, possibilitando ou facilitando a aprendizagem dos alunos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mostramos que com o avanço tecnológico e a introdução de novas ferramentas de ensino a educação foi beneficiada, a exemplo do uso simuladores, jogos, animações, dentre outros. Constatamos que por meio do uso de simuladores dinâmicos onde os alunos interagem com o ambiente fornecido pelo simulador os resultados obtidos podem ser grandiosos, pois o aluno terá de obter os resultados e com isso estimulá-lo a trabalhar e desenvolver o conhecimento para chegar ao resultado esperado.

O simulador *PhET* é uma das ferramentas mais acessíveis, além de ser gratuita e fácil de trabalhar, sendo possível encontrar muitas aulas onde o professor possa se basear e elaborar seu portfólio de ensino, podendo torná-las mais ativas para os alunos, o que pode agregar muito ao ensino. Tendo em vista as limitações estruturais dos laboratórios físicos de muitas escolas públicas, até mesmo com inexistência desses, em algumas situações, o que leva a uma deficiência de aprendizado nas áreas das ciências exatas. As simulações podem ser consideradas a solução de muitos problemas que professores de física enfrentam ao tentar explicar para seus alunos fenômenos abstratos e incompreensíveis para serem visualizados pela descrição em palavras e em demonstração no quadro com pincel, além de complicados para serem representados por meio de uma figura estática, como mostramos nesse trabalho para o ensino de Leis de Newton.

Foi possível mostrar que as tecnologias também permitem observar, em apenas alguns minutos, a evolução de um fenômeno ao longo do tempo, algo que só seria possível em laboratórios reais, além de possibilitar ao estudante repetir a observação sempre que desejar. Provamos que as possibilidades de exploração de fenômenos físicos por meio do *PhET* podem ser variadas. Assim, embora existam estratégias pedagógicas que contribuem para a aprendizagem do aluno, podemos afirmar que qualquer metodologia aplicada em sala de aula, por mais eficaz que seja, não garante, por si só, a aprendizagem significativa. Portanto, a metodologia de ensino apresentada neste trabalho deve ser acompanhada pela competência do professor e pela motivação do aluno para aprender. Nesse sentido, o uso de laboratórios virtuais como ferramenta pedagógica é de extrema importância no processo de ensino, pois oferece ao aluno condições favoráveis para seu desenvolvimento intelectual e, acima de tudo, estimula um espírito investigativo e

inovador diante das propostas de ensino que surgirão ao longo da jornada educacional. É possível explorar uma infinidade de assuntos da área de física por meio do simulador *PhET*.

REFERÊNCIAS

BEHRENS, M. A. **Projetos de aprendizagem colaborativa em um paradigma emergente**. São Paulo: Papirus, 2000.

CALOMENO, Carolina. Simuladores Educacionais: definições e aprimoramento como objetos de aprendizagem. *Educação Gráfica*, v. 21, n. 1, p. 257-269, 2017.

CARVALHO, Mizael Pereira De et al. **Uso da ferramenta Phet no ensino-aprendizagem da segunda lei de newton**. Anais VI CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2019.

LUIZ, Francisco Carraro. **Simuladores virtuais do PhET no ensino de Física**. Universidade estadual de Maringá, 2014.

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

MOREIRA, Marco Antônio. **Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados**, São Paulo, v.32, n.94, p.255-268, 2018.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica 1: mecânica**. 4.ed., revisada. SÃO PAULO: Edgard Blücher, 2002., 328. p.

PEREIRA, Danilo Moura; SILVA, Gislane Santos. **As tecnologias de informação e comunicação (TIC's) como aliadas para o desenvolvimento**. Fevereiro, 2021.

SANCHO, J.M. **De tecnologias da informação e comunicação a recursos educativos**. In: SANCHO, J. M. et al. *Tecnologias para transformar a educação*. Porto Alegre: ArtMed, 2006. p. 15-41.

SANTAROSA, Lucila Maria Costi. **Compartilhando e aprendendo junto com o aluno; experiências de processo mediado pela web**. Porto Alegre. 2010.

TERRA, José Cláudio Cyrineu. **Inovação: Quebrando paradigmas para vencer**. São Paulo: Saraiva, 2007

VEIT, E.A e TEODORO, V.D. **Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. *Revista brasileira de ensino de Física*, v.24, n.2, junho, 2002.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

INFORMAÇÕES DO PARTICIPANTE

Qual sua idade? _____

Você já utilizou alguma Tecnologia de Informação e Comunicação para estudar Física? Sim(☐) Não(☐). Se sim, qual? _____

Em uma escala de 1 a 3, o quanto você acha que o simulador PhET pode ajudar na compreensão das Leis de Newton?

- (☐)1-Não ajuda
- (☐)2-Ajuda Moderadamente
- (☐)3- Ajuda Bastante
- (☐)Não sei opinar

Você recomendaria o simulador PhET para seus colegas de outras classes como uma ferramenta de aprendizado para as Leis de Newton?

- (☐)Sim
- (☐)Não
- (☐)Tanto faz ou não sei opinar

QUESTIONÁRIO

1. Relacione cada item com as suas respectivas definições.

- A - 1ª Lei de Newton (*Lei da Inércia*)
- B - 2ª Lei de Newton (*Princípio Fundamental da Dinâmica*)
- C - 3ª Lei de Newton (*Lei da Ação e Reação*)

- (☐) Para cada ação, há uma reação igual e oposta, ou seja, o objeto 1 exerce uma força sobre o objeto 2, e o objeto 2 exerce uma força sobre o objeto 1 de mesma magnitude, mesma direção, e sentido oposto.
- (☐) Um objeto em repouso tende a permanecer em repouso e um objeto em movimento tende a permanecer em movimento, a menos que seja aplicado uma força externa sobre ele.
- (☐) A força aplicada a um objeto é igual à massa do objeto multiplicada pela sua aceleração. $F=m \cdot a$

2. O que acontece com a aceleração de um objeto se a força aplicada a ele é dobrada, enquanto sua massa permanece constante?

- a) A aceleração é reduzida pela metade.
- b) A aceleração é dobrada.
- c) A aceleração permanece a mesma.
- d) A aceleração é triplicada.

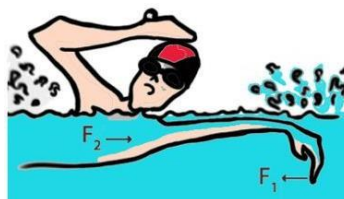
3. Um operário puxa por uma das extremidades uma corda grossa presa pela outra extremidade a um caixote depositado sobre uma mesa. Em suas mãos o operário sente uma força de reação à força que ele realiza. Essa força é exercida:

- a) Pela corda
- b) Pela mesa
- c) Pelo chão
- d) Pelo caixote

4. Um ônibus com passageiros viaja em trajetória retilínea. Ao se deparar com uma vaca que cruza repentinamente a estrada, o motorista freia bruscamente e as pessoas são "lançadas para frente". O que acontece é que as pessoas continuam em movimento em relação ao ônibus, agora parado. Este fenômeno acontece porque

- a) Elas têm uma força de inércia que as mantém em movimento retilíneo uniforme.
- b) Elas têm uma força de atrito com o ar que as empurra para frente.
- c) Elas têm uma força de reação do ônibus que as lança para frente.
- d) Elas têm uma tendência natural de resistir à mudança do seu estado de movimento devido à inércia.

5. Um nadador, conforme mostrado na figura, imprime uma força com as mãos na água (F_1) trazendo-a na direção de seu tórax. A água, por sua vez, imprime uma força no nadador (F_2) para que ele se mova para frente durante o nado.



- a) Esse princípio obedece à Lei da Inércia, uma vez que o nadador permanece em seu estado de movimento.
- b) Obedecendo à Lei da Ação e Reação, o nadador imprime uma força na água para trás e a água, por sua vez, empurra-o para frente.
- c) O nadador puxa a água e a água empurra o nadador, obedecendo à Lei das Forças (segunda Lei de Newton).
- d) O nadador poderá mover-se, pois a força que ele aplica na água é maior do que a resultante das forças que a água aplica sobre ele.

6. Analise as afirmações a respeito da inércia e marque a alternativa falsa:

- a) Na falta de atrito, um corpo em movimento permanecerá em movimento perpetuamente.

- b) A situação de movimento retilíneo uniforme é denominada de equilíbrio dinâmico.
- c) A tendência de um corpo em movimento uniforme e com aceleração constante é manter-se em movimento perpetuamente.
- d) O princípio da inércia é enunciado para corpos que estejam em repouso ou em velocidade constante.

7. Aplica-se uma força de 20 N a um corpo de massa m . O corpo desloca-se em linha reta com velocidade que aumenta 10 m/s a cada 2 s. Qual o valor, em kg, da massa m ?

- a) 5.
- b) 4.
- c) 3.
- d) 2.

8. Em que situação as leis de Newton não são válidas?

- a) Quando a massa dos objetos é pequena.
- b) Quando os objetos estão sujeitos a forças muito grandes.
- c) Quando as velocidades dos objetos são muito altas.
- d) Quando os objetos estão sujeitos a forças muito pequenas.

9. Qual é a principal propriedade de um referencial inercial em relação às leis do movimento de Newton?

- a) Ele não está sujeito às leis do movimento de Newton.
- b) As leis do movimento de Newton se aplicam sem necessidade de correções.
- c) As leis do movimento de Newton se aplicam com correções.
- d) Ele invalida as leis do movimento de Newton.

10. Quais são os critérios e métodos utilizados para identificar um referencial no qual a lei da inércia é válida?

- a) Observando se os objetos em movimento continuam em movimento retilíneo uniforme ou em repouso na ausência de forças externas.
- b) Verificando se a soma das forças atuando sobre os objetos é nula.
- c) Utilizando um sistema de coordenadas acelerado para analisar o movimento dos objetos.
- d) Comparando o comportamento dos objetos com as previsões feitas pela mecânica quântica.

APÊNDICE B- IMAGENS DA REALIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E DA APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS

Momento de simulações Físicas utilizando o Phet



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)

Aplicação do questionário para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)

Aplicação do segundo questionário após o uso do Phet para comparação com o primeiro questionário



Fonte: Elaborado pelo autor, (2024)