



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

MEILY RIBEIRO DE SOUSA

**O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA DE ENSINO**

SÃO RAIMUNDO NONATO

2024

MEILY RIBEIRO DE SOUSA

O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA DE ENSINO

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.

Orientador: Prof. Esp. Marcus Vinícius Oliveira
Viana.

SÃO RAIMUNDO NONATO

2024

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

Sousa , Meily Ribeiro de
S725u O uso de simulações computacionais no ensino de física : uma proposta de ensino / Meily Ribeiro de Sousa . - 2024.
51 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 Esp. Marcus Vinícius Oliveira Viana.

1. simulações computacionais. 2. comportamento dos gases.
3. aprendizagem significativa. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Uliscley Silva Gomes CRB 15/938

MEILY RIBEIRO DE SOUSA

O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA DE ENSINO

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.

Aprovada em: 05/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Antônio Sousa Ribeiro
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Geuid Cavalcante da Silva Filho
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho a futura eu, que
colherá os frutos desta jornada de
aprendizado e crescimento

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus por ter me protegido e segurado até aqui, sem Ele, nada seria.

A minha amada família, meu porto seguro, meus exemplos de vida, meus pais Margarida e Jurandir. Vocês que trabalham incansavelmente para nos proporcionar o melhor, que me ensinaram o valor da honestidade, da perseverança e do amor ao próximo. Vocês, que me apoiaram em cada decisão, me incentivaram em cada desafio e me ampararam em cada queda. Agradeço a Deus todos os dias por ter me dado pais tão maravilhosos. Amo vocês mais do que as palavras podem expressar.

Ao meu querido irmão Junier, meu companheiro de aventuras, meu confidente, meu amigo para todas as horas. Agradeço por cada abraço e palavra de apoio, mesmo sendo o mais novo você é meu porto seguro, meu presente de Deus. Te amo muito.

Aos meus colegas de turma, pela trajetória que vivemos até aqui, desejo do fundo de meu coração que cada um de nós realize muitos outros sonhos.

Em nome dela Camila, gostaria de registrar o quão importante foi ter amigos e amigas, que conquistei nesta cidade sempre ao meu lado, vibrando, apoiando para chegar ao objetivo. Vocês com certeza fizeram essa caminhada se tornar mais sutil.

Ao IFPI campus de São Raimundo Nonato, por permitir-me de realizar o sonho da graduação.

Aos meus professores, mestres que iluminaram minha jornada acadêmica grata pelos ensinamentos, incentivos e por acreditarem em meu potencial. Em especial ao meu orientador, Prof. Esp. Marcus Vinícius Oliveira Viana, meu reconhecimento pela sua competência e paciência, que foram fundamentais. Expressar também a minha alegria e gratidão ao prof. Nelson Galvão, que com muita maestria cedeu o espaço para aplicação dessa pesquisa.

Aos membros da banca, minha mais profunda gratidão pelas valiosas contribuições e sugestões que ajudarão a enriquecer este trabalho, tornando-o ainda mais completo.

Por fim, mas não menos importante, meu sincero agradecimento a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta etapa tão importante da minha vida. Cada palavra de apoio, cada gesto de carinho e cada sorriso de incentivo foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Vocês moram em meu coração.

O conhecimento é a única coisa que
Ninguém pode tirar de você.
Albert Einstein.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso de simulações computacionais PhET no ensino do comportamento térmico dos gases, visando promover uma aprendizagem significativa. A pesquisa foi conduzida em duas turmas do 2º ano do ensino médio do CEEP - Gercílio de Castro Macedo, em São Raimundo Nonato, abordando o conteúdo de Propriedades dos Gases na disciplina de Física. A metodologia adotada foi de natureza qualitativa, complementada por uma análise quantitativa, e dividida em três etapas: aplicação de um questionário inicial para avaliar o conhecimento prévio dos alunos, desenvolvimento do projeto com atividades teóricas e práticas utilizando simulações PhET, e reaplicação do questionário para medir a evolução na compreensão dos conceitos. Os resultados mostraram uma melhora significativa no entendimento das leis dos gases, com aumento nos índices de acertos das questões após a intervenção pedagógica. Os alunos relataram maior confiança e engajamento ao aprender através das simulações, o que reflete a eficácia da abordagem interativa no ensino de conceitos abstratos em Física. As conclusões reforçam a importância de integrar tecnologias educacionais ao currículo escolar, demonstrando que as simulações PhET podem ser uma ferramenta valiosa para facilitar a aprendizagem e promover um ensino mais cativante e eficaz.

Palavras-chave: simulações computacionais; comportamento dos gases; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the feasibility of using PhET computer simulations in teaching the thermal behavior of gases, aiming to promote meaningful learning. The research was conducted in two classes of the 2nd year of high school at CEEP - Gercílio de Castro Macedo, in São Raimundo Nonato, addressing the content of Gas Properties in the Physics discipline. The methodology adopted was of a qualitative nature, complemented by a quantitative analysis, and divided into three stages: application of an initial questionnaire to assess the students' prior knowledge, development of the project with theoretical and practical activities using PhET simulations, and reapplication of the questionnaire to measure the evolution in the understanding of the concepts. The results showed a significant improvement in the understanding of the gas laws, with an increase in the rates of correct answers to the questions after the pedagogical intervention. The students reported greater confidence and engagement in learning through the simulations, which reflects the effectiveness of the interactive approach in teaching abstract concepts in Physics. The findings reinforce the importance of integrating educational technologies into the school curriculum, demonstrating that PhET simulations can be a valuable tool to facilitate learning and promote more captivating and effective teaching.

Keywords: computer simulations; gas behavior; meaningful learning.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tendências no desempenho em matemática, leitura e ciências Resultados do PISA 2022 - (Volume 1 - 2) - Notas do País: Brasil. Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) 15

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 JUSTIFICATIVA	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 O uso de simulações no ensino de física	17
3.2 Limitações das simulações computacionais no ensino da física	23
3.3 A plataforma phet no ensino de física.....	26
3.4 O comportamento térmico dos gases.....	30
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 ETAPAS I – Aplicação do questionário.....	30
4.2 ETAPA II – Desenvolvimento do projeto.....	31
4.3 ETAPA III – Reaplicação do questionário.....	31
5 ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	32
6 CONCLUSÃO	39
7 REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A – PLANO DE AULA.....	45
APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO	47
APÊNDICE C - DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	48
ANEXO A - IMAGENS DA PLATAFORMA PHET.....	52

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física apresenta desafios constantes para professores em qualquer que seja seu nível e modalidade. Tais desafios se constituem em parte pela forma como certos conceitos e determinados fenômenos da natureza nos são apresentados, ou seja, em muitos casos a natureza fenomenológica de determinados conceitos e teorias são modelados, podemos assim dizer, por meio de equações e notações que, não obstante, vem acompanhado de ideias que fogem do dito “senso comum”.

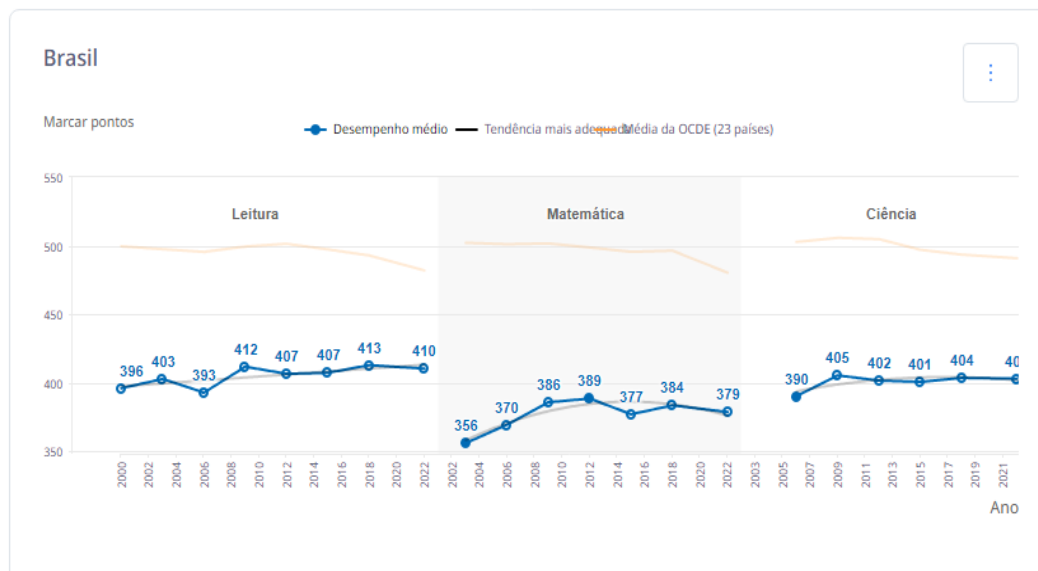
Diante do que foi dito, tem-se falado na necessidade do emprego de novas metodologias de ensino dentro das práticas educacionais. Tal discurso reverbera de forma mais intensa quando tratamos da última etapa da formação básica, o ensino médio. Isso decorre da percepção dos educadores de que há necessidade de incorporar no ensino diferentes ferramentas metodológicas que visam fornecer para os alunos competências e habilidades que dificilmente seriam adquiridas pelos mesmos, pelo simples ato de repetição e memorização.

São diversas as discussões de como vem sendo trabalhado e do quão eficiente são os processos de ensino aprendizagem nas salas de aula do Brasil. É de conhecimento que muitos estudantes concluem a formação fundamental e o ensino médio com baixo ou nenhum entendimento efetivo das disciplinas da formação básica. Concordando com Mc Dermott (1993, p.25) que nos diz: “Em todos os níveis de ensino a diferença entre o que é ensinado e o que é aprendido frequentemente é maior do que reconhece a maioria dos professores”; tal reflexão ressalta a importância para avaliarmos os métodos e os mecanismos de ensino para que possamos garantir uma compreensão efetiva por parte dos estudantes.

Visando verificar o nível de aprendizagem de jovens de 15 anos por meio de provas de Leitura, Matemática e Ciências, o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), realizado a cada três anos pela OCDE, produz indicadores que contribuem, dentro e fora dos países participantes, para a discussão da qualidade da formação básica e que possam subsidiar políticas nacionais para o desenvolvimento da educação básica. A Pisa realizou, em 2022, uma avaliação em Leitura, Matemática

e Ciências cujo desempenho foi analisado numa escala de 0 a 550. A tabela 1 mostra o resultado dessa pesquisa.

Tabela 1: Tendências no desempenho em matemática, leitura e ciências Resultados do PISA 2022 (Volume I e II) - Notas do País: Brasil. Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)



Fonte: Brasil (2024).

A partir dessa tabela fica claro que o aprendizado dos alunos está abaixo do esperado, uma vez que as médias estão muito inferiores à nota máxima que é 550. Por exemplo, podemos observar que os resultados médios de 2022 praticamente não destoam dos que nos são apresentados em 2018 em matemática, leitura e ciências. Portanto, nos surgem as seguintes questões: Quais os motivos dos alunos estarem aquém do esperado? Existe alguma proposta educacional para reverter este quadro? E qual parte, neste processo, nos cabe fazer como professores para que os mecanismos de ensino aprendizagem possam ter melhorias significativas?

Ao se observar tais resultados no ensino de matemática e leitura, é possível perceber que não é diferente quando se trata o ensino de Física, uma vez os conteúdos sendo lecionados somente à custa de aulas expositivas e, ainda mais, quando desprovido de qualquer caráter científico experimental, ele fará pouco ou nenhum sentido para os alunos.

Na tentativa de tornar mais motivador e significativo o ensino de Física no EM, existe um movimento crescente do uso de ferramentas tecnológicas como, por exemplo, o uso de simulações cujo objetivo é incentivar a investigação científica de

forma a oferecer interatividade tornando visível o que é invisível, ou seja, mostrar de forma fácil e prática modelos mentais.

O objetivo geral deste estudo é analisar a eficácia das simulações computacionais do PhET na compreensão dos conceitos de comportamento térmico dos gases por alunos do 2º ano do ensino médio. Seus objetivos específicos consistem em: avaliar o nível de entendimento dos alunos sobre o comportamento térmico dos gases antes e depois do uso das simulações do PhET; identificar quais aspectos das simulações é mais eficaz na promoção da aprendizagem dos conceitos térmicos; e comparar a compreensão dos alunos que utilizaram as simulações com a daqueles que seguiram métodos tradicionais de ensino.

Esses três capítulos contêm as ideias teóricas sobre as quais baseou a pesquisa deste trabalho. Com o uso de simulações no ensino de física, discutindo a importância dessas práticas para apoiar e abordar as dificuldades enfrentadas pelos alunos na disciplina e assim melhorar a compreensão e a participação deles. Em seguida, enfatiza as limitações das simulações computacionais, que estabelecem uma relação entre o conhecimento prévio dos alunos e novas informações em uma situação que é significativa para eles. Posteriormente, realizou-se uma análise com o PhET, com o intuito de mostrar a possibilidade da utilização dessa ferramenta como uma nova possibilidade para demonstrar a versão da utilização dessa ferramenta como uma nova técnica educacional.

2 JUSTIFICATIVA

O ensino tradicional de Física, em muitos casos, apresenta problemas como a apresentação desarticulada e descontextualizada de conceitos, leis e equações. Essa abordagem, distanciada da realidade dos alunos e professores, dificulta a compreensão dos diversos fenômenos físicos e suas aplicações tecnológicas. Tal modelo de ensino prioriza o que era proposto, por exemplo, por Skinner no século XX. Segundo o qual a aprendizagem ocorreria mediante ao esforço e a prática da repetição, desta forma o ensino deve criar condições para que as respostas fossem dadas inúmeras vezes.

Uma das metodologias tradicionais que ainda persistem no ensino de Física é a baseada na repetição e memorização. Essa abordagem, exemplificada pelos modelos de exercícios resolvidos e listas de problemas em livros didáticos, favorece a aprendizagem mecânica e desmotiva os alunos.

Diante desses desafios, diversos estudiosos e pesquisadores buscam alternativas para melhorar o ensino de Física. Uma das soluções promissoras é o uso de ferramentas computacionais na modalidade de ensino híbrido.

Para Melo (2009, p.2):

Tais dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino, particularmente o de Física, não são recentes e têm sido diagnosticados há muitos anos, levando grupos distintos de estudiosos e pesquisadores a trabalharem em cima de suas causas e consequências.

O ensino de Física é fundamental para a formação dos alunos, pois desenvolve habilidades como raciocínio lógico, pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

No entanto, o ensino tradicional de Física pode apresentar desafios, como a abstração de alguns conceitos e a falta de atividades práticas.

O ensino híbrido com o uso de ferramentas computacionais surge como uma alternativa promissora para enfrentar esses desafios. Essa metodologia combina atividades presenciais e online, proporcionando aos alunos um ambiente de

aprendizagem mais dinâmico e interativo. As simulações computacionais, por exemplo, permitem que os alunos explorem fenômenos físicos de forma autônoma e aprofundem sua compreensão dos conceitos. Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso de ferramentas computacionais no ensino de física térmica na modalidade híbrida, visando melhorar a aprendizagem dos alunos. A física térmica abrange diversos temas, como o comportamento térmico dos gases, os quais serão explorados para entender como essas simulações podem contribuir efetivamente para o processo educacional.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O Uso de Simulações Computacionais no Ensino de Física

O emprego de simulações computacionais do ensino de Física tem sido revelado uma abordagem inovadora e eficiente, possibilitando que os estudantes visualizem e compreendam conceitos complexos de forma interativa. O progresso da tecnologia fez com que essas ferramentas se tornassem cada vez mais acessíveis, oferecendo uma alternativa útil ao ensino tradicional.

3.1 O uso de simulações no ensino de física

Sabemos que no atual cenário tecnológico que o mundo se encontra estamos cada vez mais em busca de avanços tecnológicos que nos permita termos acessos mais rápidos e confiáveis de informações que estamos constantemente em busca. O exemplo disto pode citar o mercado de ações que, por sua vez, necessita de computadores e equipamentos tecnológicos que permita prever com maior rapidez e segurança, por exemplo, onde determinadas ações podem valorizar, prever a alta ou a queda de determinada moeda comercial entre outras transações financeiras que exigem cada vez mais repostas rápidas e precisas. Por outro lado, quando dispomos do uso destas tecnologias no campo educacional percebemos que cada vez mais informações são produzidas e disponibilizadas com muita rapidez, isto nos faz refletir sobre o fato de que cada vez mais nossos estudantes queiram resolver seus problemas e atividades com a mesma velocidade com que as informações chegam, isto é, eles não buscam desprenderem um tempo mais amplo em seus estudos com vistas à promoção de uma aprendizagem significativa.

O uso de tecnologias educacionais permite que auxilie no ensino aprendido estimulando a criatividade, tornando as aulas mais atraentes e chamando mais a atenção dos alunos promovendo uma aprendizagem através da interação. Dessa forma, um dos meios de assegurar a continuidade de processo educativo é o uso de ferramentas como simuladores interativos, um ambiente virtual de aprendizagem.

Desta forma, Moreira (2015, p. 27) argumenta sobre os simuladores que:

Os simuladores são recursos de aprendizagem que permitem ao aluno observar o comportamento de um determinado sistema ou fenômeno representado através de um modelo, ou seja, através de representações matemáticas, gráficas ou simbólicas. Servem então como uma forma de amenizar os problemas citados acima e auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

Ao fornecer representações complementares como textos, imagens e gráficos, o uso de simulações computacionais permite aos alunos descobrirem propriedades, promover habilidades e melhorar a compreensão de características físicas. Jaime e Lenoel (2024) afirmam que essas ferramentas são essenciais para criar um ambiente de aprendizado mais dinâmico e eficaz.

A tecnologia tem desempenhado um papel fundamental em diversas áreas da nossa vida cotidiana, transformando a maneira como trabalhamos, nos comunicamos e aprendemos. No campo da educação, a incorporação de ferramentas tecnológicas tem revolucionado os métodos de ensino, proporcionando novas formas de interação e aprendizado. Essas inovações permitem que os educadores adotem abordagens mais dinâmicas e envolventes, facilitando a compreensão de conceitos complexos e estimulando o interesse dos alunos.

O avanço do uso de ferramentas tecnológicas se intensificou significativamente durante o período pandêmico, com a migração repentina do ensino presencial para o remoto. Segundo dados da UNESCO, em 2020, mais de 1,5 bilhão de estudantes em todo o mundo foram afetados pelo fechamento das escolas, o que levou à adoção massiva de tecnologias digitais para garantir a continuidade da educação. No Brasil, uma pesquisa do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) revelou que 91% das escolas públicas e privadas utilizaram algum tipo de ferramenta tecnológica para aulas remotas durante a pandemia. Esse movimento persistiu no período pós-pandêmico, consolidando o uso das tecnologias educacionais como uma prática permanente e essencial no processo de ensino-aprendizagem.

No ensino de Física, o uso de simulações tem se destacado como uma das ferramentas tecnológicas mais eficazes para auxiliar na superação das dificuldades enfrentadas pelos alunos. As simulações permitem que os estudantes visualizem fenômenos físicos de maneira interativa, compreendendo conceitos abstratos por

meio de experimentos virtuais. Esse tipo de abordagem não só melhora a compreensão dos conteúdos, mas também aumenta a participação e o engajamento dos alunos, ao proporcionar uma experiência de aprendizado mais cativante e prática.

Dessa maneira, o uso dos simuladores como uma metodologia inovadora para ensinar a disciplina de Física possibilita ao professor tornar suas aulas mais interessantes, promovendo maior engajamento e interesse dos alunos pela disciplina. Segundo Melo e Melo (2005, p. 57), as simulações "proporcionam um tipo de interação com o programa que permite ao aluno visualizar eventos que acontecem em nível microscópico, fazendo assim suas próprias inferências e previsões". Ainda nessa concepção, Guimarães, Santana e Silva (2021) discutem que "ao utilizar recursos lúdicos como simulações, o professor possibilita que o estudante participe ativamente do processo educacional".

Diante disso, pode-se observar que as simulações permitem a visualização de fenômenos abstratos e concentrado no aluno a participar ativamente do processo educacional tornando um aprendizado interativo e cativante na disciplina. Além disso, aos alunos experimentarem as simulações permite que eles descubram os princípios Físicos por si só, o que pode despertar curiosidades e incentivá-los a aprender os conceitos profundos e significativos da disciplina.

Neste viés Guimarães, Santana e Silva (2021) discutem sobre o aluno manusear uma simulação tendo a possibilidade de testar, experimentar, diferentes recursos, que talvez nem fossem incluídos em uma aula padrão, tornando todo o processo mais interativo e possivelmente mais interessante para o estudante. Nesse sentido, os alunos explorando e manipulando simulações como meios de aprendizagem torna o entendimento mais dinâmico e enriquece a compreensão de conceitos físicos.

Aos professores, explorar novas ferramentas torna seu currículo menos tradicional e ajuda desenvolver habilidades inovadoras e investigativas, preparando os alunos para desafios futuros na sociedade. Para Gomes, Franco e Rocha (2020, p. 50), "o professor tem a função social de promover a aprendizagem do seu aluno e, para efetivar esse ato educativo, é preciso criar possibilidades de acesso físico a esse conhecimento". Assim, o uso de simuladores nas aulas de Física é utilizado por meio das tecnologias, e dessa forma os autores destacam sobre esse meio de inserção educacional.

Inserção das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC s) no ambiente escolar apresenta-se como uma alternativa viável que proporciona ao aluno um espaço mais envolvente. Nesse cenário é possível que o aluno desenvolva suas habilidades cognitivas e aprenda de uma maneira mais atraente e significativa, os conteúdos que são requeridos pela instituição educacional. Entretanto, para que isso ocorra, é necessário que os professores estejam seguros quanto ao uso dessas mobilidades tecnológicas com objetivos claros de aprendizagem; caso contrário, serão utilizados com finalidades diversas, menos a aprendizagem dos conteúdos escolares (Gomes; Franco; Rocha, 2020, p. 50).

“Atualmente, direta ou indiretamente, fazemos o uso das TIC, no entanto, devemos sempre utilizar procedimentos e recursos adequados e viáveis para a solução de cada problema do nosso cotidiano” (Araújo et al., 2015, p. 147). Nesse sentido, ao utilizar as simulações no ensino de Física é utilizado à tecnologia gradualmente tornando enriquecedor o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, integrar tecnologia no ensino por meio do uso das simulações torna a educação relevante e eficaz para os discentes.

Para os autores Miranda Filho *et al.* (2023, p. 3) as “simulações constituem um recurso importante de trabalho para os Professores de Física, uma vez que refletem sua criatividade aliada ao interesse e à curiosidade dos alunos”. Nesse modo, o professor há de buscar essas simulações para dentro de sala de aula com intuito de promover uma aprendizagem relevante e tornar suas aulas criativas buscando o interesse dos estudantes na disciplina a partir desse método criativo, a fim de diversificar o ensino da disciplina e distanciar do ensino tradicional visto nas escolas de Ensino Médio e com propósito do aluno relacionar conteúdos vistos em sala de aula com o seu dia a dia.

Cardoso e Dieckman (2012, p. 893), fala sobre modificação na educação que:

A educação passa pela necessidade de modificar a estrutura de ensino, que surge em função de proporcionar ao aluno uma formação com conhecimento para o mundo contemporâneo, que esteja apto a viver socialmente e engajado no mercado de trabalho (Cardoso; Dieckman, 2012, p. 893).

Desta forma, ao professor utilizar essas ferramentas tecnológicas como as simulações no processo de ensino da Física permite que os alunos explorem fenômenos complexos e não aprendem só as teorias Físicas, desenvolvendo habilidades para sua vida social e profissional futura.

Além disso, capacita os estudantes para uma participação ativa e bem-sucedida na sociedade. Guimarães, Santana e Silva (2021) acreditam que um ensino distante da realidade do aluno deixa os conteúdos de Física abstratos, só com representações de cálculos nos livros didáticos e com pouca utilidade no dia a dia do estudante, e por isso essas simulações são interessantes para trazer elementos do cotidiano sabendo que a Física está presente em todos os locais de variadas maneiras e os professores ainda estão atrelados em situações hipotéticas e ideias.

Nesse contexto, sendo discutido sobre a simulação proporcionar um ensino mais dinâmico e significativo é importante discutir sobre o uso delas. De acordo com Guimarães, Santana e Silva (2021) discutem essa pauta que não é apenas trazer essas simulações para dentro de sala de aula para os alunos utilizarem, mas sim tem que ter um planejamento de aula que maximize o uso do recurso e tornar um ensino por investigação, e que diferente de experimentos que necessitam de vários materiais, as simulações podem ser realizadas pelos estudantes utilizando um celular em casa. Então, para potencializar o ensino-aprendizagem, os professores necessitam escolher simulações relacionadas com o objetivo de aprendizagem, provocando a reflexão nos estudantes de um determinado conteúdo. Assim, elas se tornam ferramentas importantes para promover um aprendizado ativo e profundo.

Todavia, é importante lembrar que a utilização dessas simulações não deve ser totalmente substituída pelas atividades específicas. Por outro lado, essa modelagem computacional utilizada dentro de sala de aula ajuda na deficiência, na falta de interesse dos alunos na disciplina de Física, e assim provocando um ensino-aprendizagem por investigação e crítico.

Neste contexto, Veit e Araújo (2005, p. 5) fala que:

A modelagem computacional aplicada a problemas de Física transfere para os computadores a tarefa de realizar os cálculos - numéricos e/ou algébricos - deixando o físico ou o estudante de Física com maior tempo para pensar nas hipóteses assumidas, na interpretação das soluções, no contexto de validade dos modelos e nas possíveis

generalizações/expansões do modelo que possam ser realizadas (Veit; Araújo, 2005, p. 5)

Com a utilização dos simuladores, os estudantes visualizam e manipulam os modelos complexos de maneira intuitiva concentrando mais na compreensão dos conceitos dos fenômenos físicos profundos e no desenvolvimento de habilidades críticas proporcionando um aprendizado significativo e dinâmico. Falando sobre aprendizado significativo, o autor David Ausubel discute sobre a aprendizagem significativa utilizando metodologias diferentes como o uso dos simuladores no ensino.

Essa aprendizagem significativa acontece quando uma nova ideia se relaciona com conhecimentos prévios que o aluno possui, ou seja, o aluno conhece algo no seu cotidiano e quando vai para sala de aula observando fenômenos com o uso de simuladores associam-se os conteúdos com seu dia a dia provocando uma aprendizagem crítica e investigativa.

Na visão de Moreira (2012) aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Araújo *et al.* (2015) discute sobre a aprendizagem na perspectiva de Ausubel que, a maneira com que as informações são passadas para o sujeito da aprendizagem faz com que o mesmo, assimilando essas informações, transforme o conhecimento prévio presente no seu cognitivo.

Nesse contexto do uso dos simuladores em relação à teoria de Ausubel Cardoso e Dieckman (2012, p. 896) acrescenta que:

A simulação computacional torna o aprendiz parte ativa no processo de ensino e aprendizagem, pois proporciona interatividade que, quando aliada às ideias de Ausubel, permite que o aluno realize atividades conceituais que levam à aprendizagem significativa, ou seja, à aquisição do conhecimento. Além disso, a utilização de simulações computacionais promove a diversificação das aulas de Física, através da exposição de situações inusitadas que não podem ser vistas facilmente (Cardoso; Dieckman, 2012, p. 896).

Essa abordagem metodológica dos simuladores no ensino aprendizagem não apenas engaja os estudantes ou torna dinâmico e interativo o ambiente de sala de aula, ela facilita a compreensão de conceitos físicos abstratos aos estudantes experimentarem e observar os fenômenos de forma prática, visual e manuseando a

ferramenta enriquecendo esse ambiente mais atraente e cativante, além disso, proporcionando um aprendizado eficaz.

Portanto, o uso de simulações no Ensino de Física torna-se benéfico para o aprendizado da disciplina. Estas abordagens citadas pelos autores proporcionam uma visão e compreensão sobre a utilização dessa ferramenta dentro de um ambiente escolar proporcionando aos alunos interesse e motivação promovendo uma visão mais positiva no aprendizado dos estudantes. Além disso, integrar essas simulações computacionais no currículo de Física pode transformar a educação, preparando os alunos para enfrentar desafios futuros.

3.2 Limitações das simulações computacionais no ensino da física

As simulações computacionais oferecem uma variedade de opções para o ensino de Física, permitindo que os alunos explorem conceitos complexos de maneira interativa e visual. No entanto, essas ferramentas também apresentam limitações importantes que precisam ser consideradas. De acordo com Medeiros e Farias (2002), uma das principais limitações está na simplificação dos modelos físicos. Muitas simulações utilizam representações simplificadas para tornar os conceitos mais acessíveis, o que pode comprometer a precisão e a compreensão completa dos fenômenos físicos.

Além disso, a efetiva integração das simulações no currículo escolar depende de recursos tecnológicos adequados e da competência dos usuários. A dependência da tecnologia e a falta de interação prática são desafios significativos, pois a eficácia das simulações frequentemente requer a mediação ativa do professor e o acesso a equipamentos adequados, como computadores com software específico. Se o uso de simulações não for complementado com práticas experimentais diretas, o aprendizado pode se tornar superficial. É crucial levar em consideração essas limitações ao utilizar simulações computacionais como recursos pedagógicos no ensino de Física.

Hsu (2016, p.112) observa que "simulações computacionais, enquanto oferecem um ambiente controlado para a experimentação, frequentemente falham em representar a variabilidade e as complexidades dos fenômenos reais". Essa limitação é crucial nas discussões sobre o uso de simulações no ensino, pois, ao simplificar a

complexidade do mundo real, elas podem deixar de capturar aspectos importantes para uma compreensão abrangente dos fenômenos naturais. Portanto, é essencial considerar essas restrições ao utilizar simulações como ferramenta pedagógica.

Finkelstein et al. (2005, p.45). "embora as simulações ofereçam uma forma interativa de explorar conceitos físicos, elas podem não fornecer o contexto necessário para uma compreensão profunda do comportamento real dos sistemas". Finkelstein e colegas discutem a possibilidade de falha em fornecer o contexto real essencial para uma compreensão abrangente dos conceitos físicos em simulação. Para garantir uma compreensão abrangente, é crucial combinar simulações com outras modalidades de ensino.

Medeiros e Farias, C. (2002, p. 82). "as simulações muitas vezes utilizam modelos simplificados para tornar o ensino mais acessível, mas essas simplificações podem levar a uma compreensão limitada dos fenômenos físicos reais". Segundo para Medeiros e Farias muitas simulações usam modelos simplificados na tentativa de tornar a Física mais compreensível. Assim, Farias diz que muitas simulações usam modelos simplificados em um esforço para tornar os conceitos físicos mais compreensíveis. Neste viés, facilita o ensino, mas pode levar a uma representação inadequada da complexidade dos fenômenos do mundo real. Para discutir como a simplificação pode impactar a profundidade do aprendizado dos alunos, é relevante considerar isso.

Para Medeiros e Farias (2002, p.80):

Tais como as simulações computacionais, possibilitaram uma mudança radical no modo de se ensinar a Física. Em muitos aspectos, essa mudança equivale à quebra de um antigo paradigma educacional baseado em aulas expositivas e laboratórios tradicionais (Medeiros; Farias, 2002, p.80).

Ressaltando a relevância das simulações computacionais no ensino de Física, sublinhando seu impacto transformador na educação, eles afirmam que as simulações provocaram uma mudança significativa, rompendo com o paradigma tradicional de ensino, que dependia de aulas expositivas e laboratórios físicos. Essa transformação não somente modernizou uma abordagem pedagógica, mas também permitiu novas

formas de interação e compreensão dos conceitos físicos, tornando o aprendizado mais dinâmico e acessível.

Embora as simulações computacionais ofereçam uma poderosa ferramenta para o ensino de Física, permitindo aos alunos explorarem conceitos de maneira interativa e visual, elas também possuem limitações significativas.

Segundo Hestenes et al. (1992, p.340):

Simulações são frequentemente limitadas pela complexidade dos modelos que podem representar e pela capacidade dos alunos de interpretar os resultados corretamente embora simulações possam ser ferramentas valiosas, elas não substituem a necessidade de uma compreensão teórica sólida e de uma abordagem prática para a resolução de problemas. A dificuldade de representar todos os aspectos de um fenômeno físico de forma precisa e a tendência dos alunos de se concentrar mais nas representações visuais do que nos princípios subjacentes são desafios significativos que devem ser considerados ao integrar simulações no currículo (Hestenes et al., 1992, p.340).

Essa citação enfatiza que as simulações computacionais, enquanto ferramentas pedagógicas possuem suas limitações. Seu principal objetivo, no contexto de sala de aula, é tornar visíveis determinados experimentos que, devido à sua complexidade, só poderiam ser realizados e visualizados em grandes laboratórios de ponta. No entanto, uma compreensão superficial dos conceitos por parte dos alunos pode limitar a capacidade da simulação de representar toda a complexidade do fenômeno em estudo, conforme ressaltado por Hestenes e colaboradores. Além disso, uma ênfase excessiva em representações visuais pode levar os alunos a negligenciar a compreensão teórica e prática, que é essencial para a resolução de problemas. Portanto, é fundamental que as simulações sejam utilizadas como um complemento ao ensino teórico e prático, e não como um substituto para esses métodos convencionais.

Nas simulações computacionais, além das especificações mencionadas acima, enfrentam desafios práticos e técnicos. Hardware e software apropriados são necessários para a aplicação eficaz dessas ferramentas o que pode representar um obstáculo significativo em escolas com recursos limitados. Para garantir precisão e relevância, as simulações também devem ser mantidas e atualizadas regularmente, exigindo tempo e esforço contínuo dos educadores. A diversidade dos aprendizados

é outro aspecto relevante. Alguns alunos agradecem muito das representações visuais e interativas, enquanto outros podem achar as simulações menos intuitivas e preferir abordagens mais convencionais.

O planejamento adequado é fundamental para a integração das simulações no currículo. Sem uma aplicação estratégica, elas podem ser usadas de forma superficial, sem contribuir significativamente para uma compreensão profunda dos conceitos. Além disso, avaliar o impacto das simulações na aprendizagem dos alunos pode ser desafiador. É crucial desenvolver métodos eficazes para medir essa aprendizagem e fornecer feedback significativo, garantindo que os alunos possam aplicar o conhecimento adquirido em contextos teóricos e práticos. Portanto, embora as simulações ofereçam benefícios significativos, é essencial abordar suas limitações para maximizar seu valor educacional.

3.3 A plataforma phet no ensino de física

Desenvolvida pela Universidade do Colorado Boulder, a plataforma PhET Interactive Simulations é uma das ferramentas mais amplamente reconhecidas e utilizadas no ensino de Física. O PhET visa tornar o aprendizado de conceitos científicos acessível e eficaz para estudantes de todos os níveis educacionais, oferecendo uma ampla variedade de simulações interativas que facilitam a compreensão e o engajamento dos alunos.

O ensino de Física é transformado pelas características inovadoras da plataforma PhET Interactive Simulations. Em prol do aprendizado ativo, ela fornece uma vasta variedade de simulações interativas que permitem a manipulação de variáveis em tempo real. A compreensão de temas complexos é simplificada pela visualização intuitiva de conceitos abstratos, como campos elétricos e ondas. A plataforma está disponível de forma gratuita, é acessível por meio de vários dispositivos e suporta vários idiomas, o que aumenta seu alcance global. Ainda mais aprimorando o processo educacional, o PhET inclui materiais didáticos, planos de aula e atividades integráveis ao currículo, além das simulações.

De acordo com Carraro e Pereira (2014, p. 4), o uso dos simuladores virtuais do PHET:

Busca-se colocar o estudante mais ativo no processo de ensino de forma que observe os modelos físicos, avance na construção de conceitos, eis e teorias, coleta dados das simulações, elabore hipóteses e teste a validade das mesmas, confronte o seu conhecimento prévio com o conhecimento científico, questione, estabeleça relação entre teoria e prática na compreensão dos fenômenos físicos presentes no seu dia a dia.

A utilização da plataforma PhET Interactive Simulations em Física tem um efeito significativo no envolvimento dos alunos. Os estudantes se sentem mais motivados e engajados a participar ativamente no processo de aprendizagem por meio das simulações, tornando as aulas mais dinâmicas e interativas. Durante as simulações, os alunos podem explorar e descobrir conceitos científicos por conta própria, manipulando variáveis e observando os resultados em tempo real. Essa abordagem interativa não apenas aumenta o envolvimento, mas também melhora a retenção e a compreensão do conteúdo, tornando o estudo da Física mais atraente e acessível.

Segundo Filgueira e Soares (2015, p.12), Silva (2002, p.18) e Neide (2019, p.90):

O uso de softwares educacionais no ensino de Física pode se relacionar com várias metodologias e possibilitar a inserção de atividades lúdicas e em grupo, o debate de ideias e soluções com maior participação do aluno e a compreensão de fenômenos físicos através de modelagem e simulação.

O uso de software educacional desempenha um papel fundamental no ensino de Física, enriquecendo o ambiente de aprendizagem e facilitando o desenvolvimento de habilidades críticas e a compreensão profunda dos conceitos físicos. Essas ferramentas introduzem atividades lúdicas e colaborativas, que promovem uma abordagem mais engajada e participativa. Além disso, a capacidade de simular e modelar fenômenos físicos oferece aos alunos uma maneira visual e interativa de explorar teorias complexas, facilitando o aprendizado prático e a aplicação do conhecimento. Em resumo, a integração de tecnologias educacionais tem o potencial de transformar a educação.

O uso de simulações computacionais, como as disponibilizadas pela plataforma PhET, facilita a visualização dos conceitos de comportamento térmico dos gases.

Essas simulações permitem explorar variáveis como temperatura, pressão e volume de forma interativa (ver Anexo C).

3.4 O comportamento térmico dos gases

Os princípios de física, que estabelecem a relação entre a temperatura, a pressão e o volume de um gás, podem ser utilizados para compreender o comportamento térmico dos gases. As moléculas de um gás estão em constante movimento e desordenado, conforme a teoria cinética dos gases, e a temperatura estão diretamente relacionadas à energia cinética média dessas moléculas. Consequentemente, quanto maior a temperatura de um gás, maior será sua energia cinética por molécula. (TIPLER; MOSCA, 2009).

As leis dos gases podem ser usadas para descrever matematicamente o comportamento e descrever os gases. A Lei de Boyle, por exemplo, estabelece que, como a temperatura é constante, o volume de um gás é inversamente proporcional à pressão. Relação direta entre a temperatura e a pressão de um gás enquanto o volume do gás permanece constante. (HALLIDAY; RESNICK, 2011).

Além disso, uma proposta de estado é frequentemente utilizada para caracterizar o comportamento dos gases ideais.

$$PV = nRT$$

Onde estão os gases pressão, o volume, o número de mols, a constante universal e a temperatura absoluta pressão, volume? Número de mols, constante universal e temperatura absoluta? Esta pesquisa, que é frequentemente usada em cálculos termodinâmicos, relaciona-se às variáveis macroscópicas que determinam o estado ideal de um gás. (SEARS; ZEMANSKY, 2008).

O outro fator significativo é a capacidade calorífica dos gases, que indica a quantidade de energia necessária para alterar a temperatura de um gás em uma quantidade específica. Esse o tamanho pode variar de acordo com o tipo de transformação que o gás sofre, como, por exemplo, isobárica (pressão constante), adiabática (sem perda de calor) e isotérmica (temperatura constante). (CALLISTER, 2014).

No estudo do comportamento térmico dos gases, a utilização de simulações computacionais pode contribuir para uma maior compreensão dessas tendências, pois permite a visualização de processos dinâmicos como expansão, especificações e trocas de calor de forma interativa. Essas ferramentas são especialmente úteis no ensino de física, pois facilitam a análise de variáveis e a condução e análise de variáveis e experimentos virtuais, a realização de experimentos virtuais que seriam difíceis de replicar em um ambiente de laboratório. (MARTINS; PEREIRA, 2016).

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar a eficácia das simulações computacionais do PhET na compreensão dos conceitos de comportamento térmico dos gases por alunos do 2º ano do ensino médio. Tiveram como objeto de estudo duas turmas do ensino médio de 2º ano sendo uma de eventos e outra de secretariado (Manhã e Tarde) do CEEP - Gercílio de Castro Macedo, em São Raimundo Nonato. O mesmo localiza-se no Bairro Aldeia/ AV João Dias, 1231, na cidade de São Raimundo Nonato - PI. A aplicação do projeto deu-se nesta mesma instituição de ensino citada a pouco e contemplou o conteúdo de Propriedade dos Gases, da disciplina de Física. A pesquisa teve caráter qualitativo, com intenção de obter uma expressão positiva quanto ao uso de simulações computacionais como ferramenta de ensino, e não deixando de salientar que na análise dos dados a pesquisa assume um caráter quantitativo.

A execução do trabalho constou de três etapas bem definidas são elas: I- Aplicação de um questionário (via apêndice), cujo intuito foi avaliar o desenvolvimento prévio dos discentes acerca do conteúdo que iria ser abordado em sala de aula. II- Desenvolvimento do projeto, onde se trabalhou um breve resumo da parte teórica do assunto (propriedades dos gases) e a parte prática que foi a aplicação da simulação PhET (plano de aula via apêndice). III- Reaplicação do mesmo questionário do início da realização do projeto, a fim de analisar a evolução dos alunos diante da metodologia de ensino que foi utilizada.

4.1 Etapa I – Aplicação do questionário

Na primeira etapa foi utilizado um questionário (via apêndice) com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema de comportamento térmico dos gases com simulações PhET. O questionário versava sobre perguntas que estavam vinculados a problemas e aplicações práticas comumente vivenciadas pelos alunos em seu dia a dia.

4.2 Etapa II – Desenvolvimento do projeto

A segunda parte do trabalho se deu com a aplicação das atividades teórica e simulações desenvolvidas com ajuda dos alunos das turmas, onde foi explorada uma atividade de simulação. A atividade realizada nas duas turmas foi desenvolvida com um total de 02 (duas) aulas de 50 minutos em cada turma, totalizando 04 (quatro) aulas ao todo, no primeiro semestre do ano letivo, nos meses de maio e junho de 2024, onde foi trabalhada a parte teórica e experimental referente ao conteúdo de propriedades dos gases.

A realização das atividades de simulações tinha por finalidade, partindo de fenômenos relacionados ao dia a dia dos alunos, mostrar que atividades práticas se constituem de ferramentas metodológicas de fundamental importância quando o objetivo final é a busca por resultados teóricos significativos no ensino-aprendizado. Desta forma, foram apresentados para as turmas experiências relacionadas ao fenômeno de comportamento térmico dos gases com simulações PhET, experimento este que mais se aproximava de aplicações facilmente vivenciadas pelos alunos. Como exemplos podem citar as variáveis de estado dos gases, onde quando estudamos um gás, temos que estudar suas três grandezas fundamentais: pressão, volume e temperatura.

4.3 Etapa III – Reaplicação do questionário

A terceira e última etapa do trabalho se deu com a reaplicação do questionário (via apêndice) para as duas turmas do segundo ano do curso técnico em eventos e secretariado integrado ao médio. Este teve como finalidade avaliar como as atividades de simulações, em sala de aula, podem influenciar de maneira significativa na compreensão dos conteúdos, ou seja, mostrar de que maneira os conteúdos teóricos estão vinculados a situações de experiências dos alunos, permitindo, portanto, eles perceberem o significado e a importância de estudar física.

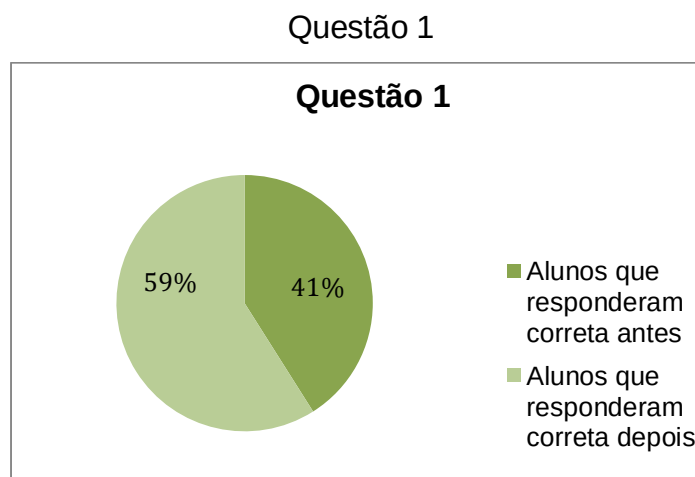
5 ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com intuito de analisar a eficácia das simulações computacionais do PhET na compreensão dos conceitos de comportamento térmico dos gases, foi aplicado um questionário antes e depois da implementação da ferramenta metodológica citada, que forneceu insights valiosos sobre a eficácia no uso das simulações.

Os resultados iniciais, aplicado o questionário na primeira fase, indicam que uma parte dos alunos tem um conhecimento prévio na compreensão do conteúdo. No entanto, após a aplicação das simulações PhET, foi possível observar que houve uma melhoria significativa nos resultados, com um aumento na compreensão do conteúdo.

Com a utilização de gráficos a seguir, detalha-se a interpretação dos resultados obtidos para cada questão do questionário, com foco nas mudanças no conhecimento dos alunos sobre o comportamento térmico dos gases. Os mesmos demonstram as respostas do questionário antes e depois da aplicação das simulações do Phet realizadas pelos alunos.

Analizando a questão 1 (via apêndice):

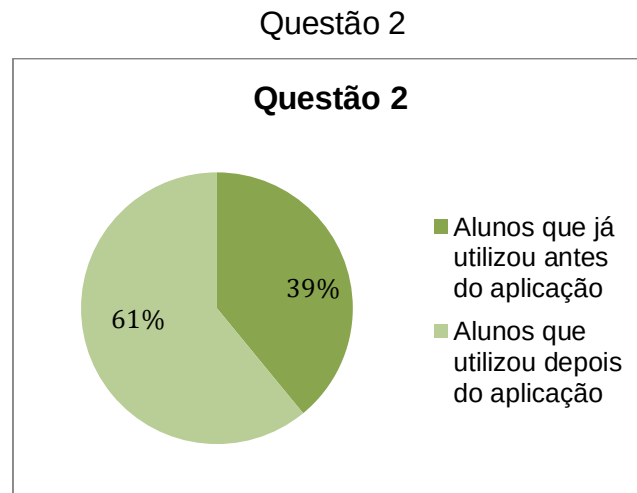


Fonte: Sousa (2024)

Esta questão visava avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre gases e suas aplicações. Os resultados mostraram que 41% dos alunos responderam corretamente antes da ferramenta utilizada, indicando que alguns discentes apresentam dificuldades em responder corretamente essa questão. Logo após a aplicação das simulações, essa porcentagem teve um aumento significativo com

percentual de acertos aumentando para 59%. Embora, as respostas indiquem que alguns dos alunos tinham um entendimento básico sobre a presença dos gases em aplicações comuns, como no ar e em processos como combustão e refrigeração com o uso das simulações melhorou o rendimento de aprendizagem por parte dos estudantes.

Analizando a questão:

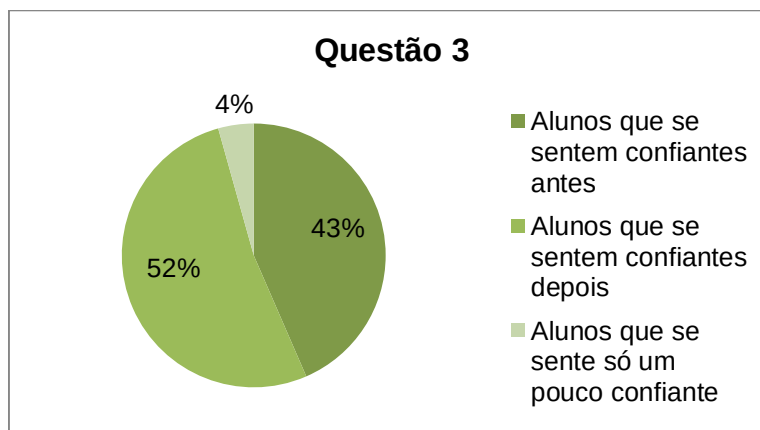


Fonte: Sousa (2024)

Os resultados revelam que antes da intervenção 39% dos alunos já haviam utilizado simulações interativas, ou seja, já tinham contato com a ferramenta. Após a aplicação da ferramenta 61% dos estudantes passaram a utilizá-la. Essa informação sugere que uma parte dos alunos já tinha algum grau de familiaridade com a ferramenta discutida, o que pode ter facilitado a adaptação e o uso das simulações PhET durante as aulas práticas. A familiaridade prévia com simulações contribuiu para uma experiência de aprendizado mais eficiente.

Analizando a questão:

Questão 3

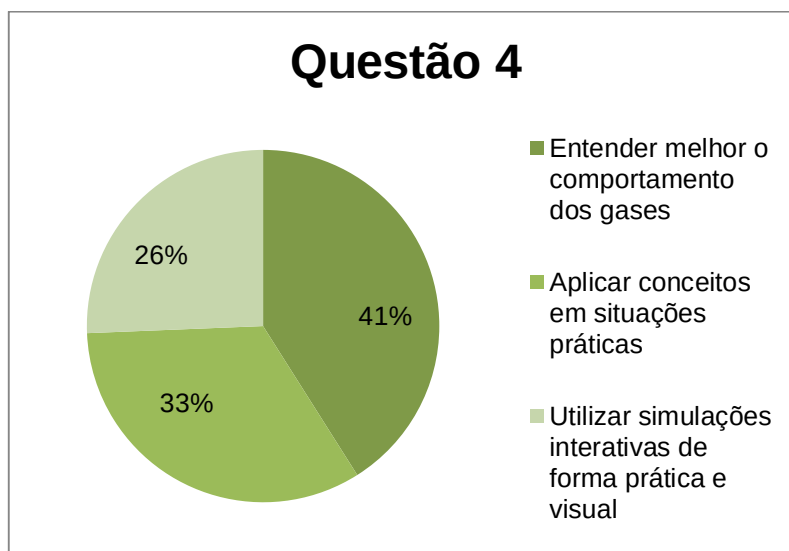


Fonte: Sousa (2024)

Os dados mostram que 43% dos alunos relataram sentirem-se confiantes para explorar o tema usando simulações antes de ser utilizada a ferramenta em sala de aula, enquanto 4% se sentem só um pouco confiante. Após a intervenção, os alunos se sentiam mais confiantes aumentando o percentual para 52%. Esse aumento mostra a eficiência do uso dessa ferramenta dentro de sala de aula, permitindo que os alunos se engajem mais efetivamente nas atividades e tirem melhor proveito das simulações.

Analisando a questão:

Questão 4

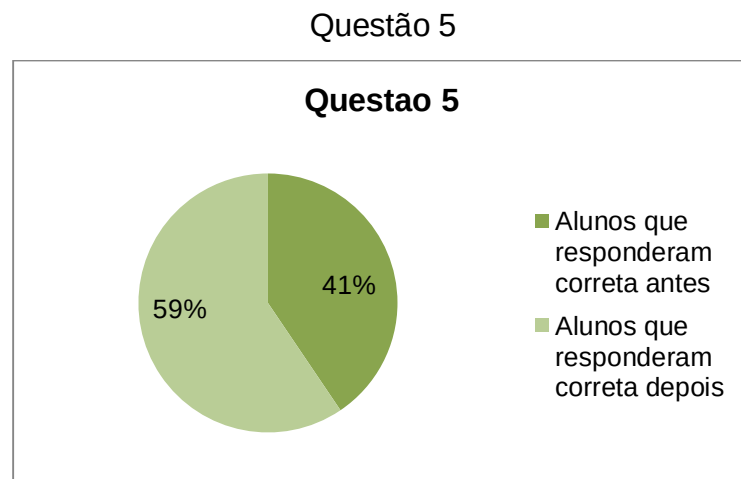


Fonte: Sousa (2024)

Esta questão aberta forneceu uma visão qualitativa das expectativas dos

alunos. As respostas revelaram um interesse geral em entender melhor o comportamento dos gases e aplicar os conceitos aprendidos em situações práticas. As expectativas alinhadas ao uso de simulações interativas indicam que os alunos estavam motivados e esperavam uma abordagem prática e visual para a aprendizagem.

Analisando a questão:

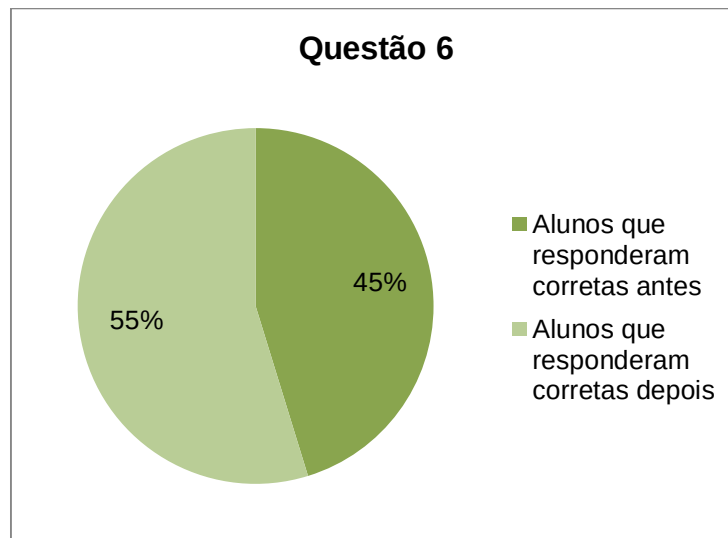


Fonte: Sousa (2024)

Antes da intervenção, 41% dos alunos acertaram esta questão antes da ferramenta ser utilizadas, enquanto 59% dos estudantes acertaram a questão depois do uso das simulações. Após a intervenção, percebe-se que o número de acertos obteve um percentual significativamente, indicando que as simulações ajudaram a melhorar a compreensão da Lei de Boyle. A compreensão correta dessa relação fundamental é crucial para entender o comportamento térmico dos gases.

Analisando a questão:

Questão 6

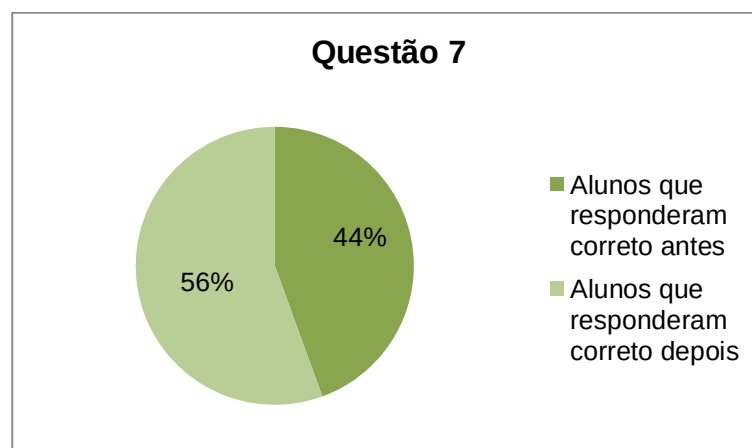


Fonte: Sousa (2024)

Nessa questão é possível observar que a ferramenta está se mostrando cada vez mais ativa na aprendizagem dos alunos. No entanto, antes da aplicação da mesma, 45% os alunos responderam a questão correta, logo, depois da aplicação houve um percentual maior subindo para 55%. Esse resultado mostra que o uso das simulações teve efeito positivo, no aprimoramento da compreensão dos alunos do conteúdo referido.

Analizando a questão:

Questão 7

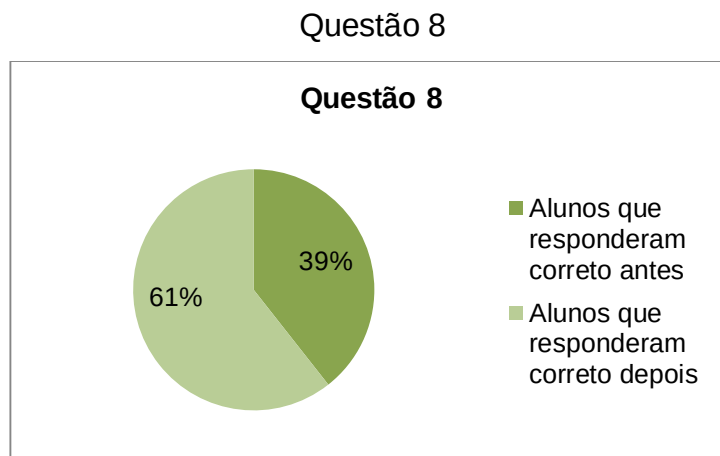


Fonte: Sousa (2024)

Antes da aplicação da ferramenta, 44% dos alunos responderam corretamente essa questão, enquanto, após do uso das simulações o percentual de respostas corretas subiu para 56%. Dessa forma, a ferramenta metodológica ajudou os

estudantes a melhorar o entendimento sobre a questão proposta.

Analisando a questão:



Fonte: Sousa (2024)

Antes da intervenção, 39% dos alunos acertaram e 61% depois da aplicação da ferramenta. Após o uso das simulações PhET, o número de acertos aumentou, indicando que os alunos conseguiram internalizar melhor a relação entre pressão e temperatura. A melhoria nas respostas reflete o impacto positivo das atividades práticas na compreensão das leis dos gases.

De acordo com os resultados obtidos houve uma melhoria no número de acertos, embora algumas confusões ainda persistam. Esta questão é importante para avaliar o entendimento dos alunos sobre a Lei dos Gases Ideais, que é fundamental para a compreensão de como os gases se comportam em diferentes condições.

A comparação dos resultados antes e após a intervenção demonstra um avanço geral na compreensão dos conceitos teóricos abordados. As simulações PhET foram eficazes em melhorar a precisão das respostas, especialmente nas questões relacionadas às leis dos gases. A maioria dos alunos apresentou uma melhoria na compreensão dos conceitos teóricos após a realização das atividades práticas.

No entanto, algumas questões ainda apresentaram uma margem de erros, indicando áreas onde o conhecimento pode ser aprimorado. As questões com maior número de acertos após a intervenção sugerem que as simulações ajudaram a esclarecer os conceitos fundamentais e a conectar teoria e prática. A persistência de dificuldades em algumas áreas aponta para a necessidade de reforço adicional e estratégias de ensino mais diversificadas.

Em resumo, a utilização das simulações PhET demonstrou ser uma ferramenta

pedagógica valiosa para o ensino das propriedades dos gases, facilitando uma abordagem mais interativa e visual que ajudou os alunos a melhorarem sua compreensão dos conceitos científicos. A análise dos resultados evidencia que a metodologia aplicada teve um impacto positivo significativo na aprendizagem dos alunos, embora algumas áreas ainda necessitem de mais atenção para garantir uma compreensão completa e precisa.

6 CONCLUSÃO

Na conclusão deste trabalho, é possível afirmar que o uso de simulações computacionais PhET no ensino do comportamento térmico dos gases mostrou-se uma ferramenta eficaz para promover a aprendizagem significativa entre os alunos. A análise dos dados obtidos nas diferentes etapas do projeto, desde a aplicação inicial dos questionários até a intervenção pedagógica com as simulações, revelou um avanço considerável na compreensão dos conceitos relacionados às propriedades dos gases.

O estudo, realizado com duas turmas do 2º ano do ensino médio no CEEP - Gercílio de Castro Macedo demonstrou que os alunos se beneficiaram significativamente da abordagem prática e interativa proporcionada pelas simulações. Os resultados mostraram uma melhora expressiva no entendimento das leis dos gases, como as Leis de Boyle, Charles e Gay-Lussac, além da Lei dos Gases Ideais. Essa melhoria foi observada tanto nos índices de acertos das questões quanto na confiança e no engajamento dos alunos durante as aulas.

A metodologia qualitativa, complementada por uma análise quantitativa dos resultados, destacou a importância de incorporar ferramentas tecnológicas no processo de ensino, especialmente em disciplinas como Física, onde conceitos abstratos podem ser difíceis de visualizar sem recursos práticos. As simulações PhET permitiram que os alunos explorassem os fenômenos físicos de forma interativa, facilitando a construção do conhecimento de maneira mais autônoma e significativa.

Em suma, o uso das simulações PhET contribuiu para a efetiva compreensão dos conteúdos abordados, evidenciando a importância de integrar metodologias inovadoras no currículo escolar. A experiência proporcionada por este estudo reforça a necessidade de continuar explorando e implementando recursos tecnológicos no ambiente educacional, visando sempre a melhoria da qualidade do ensino e a promoção de um aprendizado mais cativante e eficaz.

REFERÊNCIAS

APFELGRÜN, Cristhiane. **Avaliação do uso de atividades experimentais simples no ensino de ciências**. 2014.

ARAÚJO, Francisco Vanderli et al. Uma aplicação do software educacional PhET como ferramenta didática no ensino da eletricidade. **Informática na Educação: Teoria & Prática**, v. 18, n. 2, p. 145-161, 2015.

BRAGA, Marcel Bruno Pereira et al. **Proposta metodológica experimental demonstrativa por investigação**: contribuição para o ensino da física na termologia. Ed. UEA. Amazonas, 2010.

CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

CARDOSO, Fabiola De Souza. **O uso de atividades práticas no ensino de ciências**: na busca de melhores resultados no processo ensino aprendizagem. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso.

CARRARO, Francisco Luiz; Pereira, Ricardo Francisco. **O uso de simuladores virtuais do PHET como metodologia de ensino de eletrodinâmica**. Os Desafios Da Escola Pública Paranaense Na Perspectiva Do Professor Pde, v. 1, 2014.

CLARK, R. C.; Mayer, R. E. **E-learning e a ciência da instrução**: Diretrizes comprovadas para consumidores e designers de aprendizagem multimídia. John Wiley & Sons, Califórnia, 2016.

COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. **O ensino da Física no Brasil**: problemas e desafios. In: ENDUCERE: XII Congresso Nacional de Educação. Anais. 2015.

COUTO, Francisco Pazzini et al. **Atividades experimentais em aulas de física**: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem. Repositório UFMG. Minas Gerais, 2009.

DE OLIVEIRA CARDOSO, Stenio Octávio; Dickman, Adriana Gomes. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 891-934, 2012.

DIAS, Fabiano Vasconcelos. **Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de Física**. Repositório. UFMG, Minas Gerais, 2018.

FILGUEIRA, S. S.; SOARES, M. H. **O lúdico no ensino de física**: elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com temas de física moderna no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, 2015.

FINKELSTEIN, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., & Reid, S. Quando aprender sobre o mundo real é melhor feito virtualmente: um estudo sobre a substituição de equipamentos de laboratório por simulações computacionais. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, 2005.

GOMES, Erica Cupertino; Franco, Xaieny Luiza de Sousa Oliveira; ROCHA, Alexsandro Silvestre da. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino de Física**. 2020.

GRASSELLI, Erasmo Carlos. O Ensino da Física pela Experimentação no Ensino Médio: da Teoria à Prática. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. **Versão Online Cadernos PDE**, v. II, 2014.

GUIMARÃES, Santana; Silva. **O uso de simulações no ensino de Física**: uma nova forma de trabalhar ciências. Repositório. Ufsc, Santa Catarina, 2021.

HALLIDAY, D.; Resnick, R. Fundamentos de Física: Termodinâmica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

HESTENES, D., Wells, M., & Swackhamer, G. Force Concept Inventory. The Physics Teacher, 1992.

HSU, T. T. Simulações computacionais, enquanto oferecem um ambiente controlado para a experimentação, frequentemente falham em representar a variabilidade e as complexidades dos fenômenos reais. In: **EXPLORING computational simulations in education**. Springer, 2016.

JAIME, Danay Manzo; Leonel, André Ary. Uso de simulações: Um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 46, p. e20230309, 2024.

JOHNSON, L.; Adams Becker, S.; Estrada, V.; Freeman, A. **NMC/CoN Horizon Report: Edição K-12 de 2016**. The New Media Consortium, 2016.

KEENGWE, J.; Onchwari, G.; Wachira, P. O uso de ferramentas computacionais para apoiar a aprendizagem significativa. **AACE Journal**, v. 16, n. 1, p. 77-92, 2008.

LEIRIA, T. F.; Mataruco, S. M. C. **O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de física**. In: Anais do Educere-XII Congresso Nacional de Educação. Curitiba-PR, 2015.

LIMA, Kênion Erithon Cavalcante; Teixeira, Francimar Martins. A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 8, 2011.

MARTINS, M. F.; Pereira, J. R. Aplicações de Simulações Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 1-10, 2016.

MC DERMOTT, L. O que ensinamos e o que aprendemos – fechando a lacuna. **American Journal of Physics**, 1993.

MEANS, B.; Toyama, Y.; Murphy, R.; Bakia, M.; Jones, K. **Avaliação de práticas com base em evidências na aprendizagem online: Uma meta-análise e revisão de estudos de aprendizagem online**. Departamento de Educação dos EUA, 2009.

MEDEIROS, A.; Medeiros, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24,

n. 2, p. 77-86, 2002.

MELO, Elda Silva do Nascimento; Melo, João Ricardo Freire de. Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente. **ETD-Educação Temática Digital**, v. 7, n. 1, p. 51-63, 2005.

MELO, João da Silva. As dificuldades no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 3, 2009.

MIRANDA FILHO, Amilson Monteiro et al. O ensino de Física através de simulações e experimentações de baixo custo. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 9, p. e494019-e494019, 2023.

MOREIRA, Luiz Carlos Damasceno. **O uso de simulações computacionais como ferramenta facilitadora do aprendizado dos tópicos de física moderna no ensino médio**. Repositório. Unifesp, 2015.

MOREIRA, Marcos Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Curriculum*, La Laguna, Espanha, 2012.

NEIDE, I. G., et. al. **Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, 2019.

PICCANO, A. G. Teorias e estruturas para a educação online: Em busca de um modelo integrado. **Online Learning**, v. 21, n. 3, p. 166-190, 2017.

PRENSKY, M. **Ensino para nativos digitais: Parceria para aprendizado real**. Corwin Press, 2010.

SEARS, F. W.; Zemansky, M. W. *Termodinâmica*. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

SILVA, W. P., et al. **Apresentação do Software Educacional "Vest21 Mecânica"**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, 2002

TIPLER, P. A.; Mosca, G. *Física para Cientistas e Engenheiros*. 6. ed. Rio de Janeiro:

LTC, 2009.

VEIT, Eliane Ângela; Araújo, Ives Solano. Modelagem computacional no ensino de Física. **Revista do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas - CEDU**, n. 16, p. 115-130, 2005.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA

Plano de Aula	
PROPRIEDADE DOS GASES	Carga Horária: 50 min
Eixo: Formação Geral/ Aplicação de Pesquisa	Curso: Licenciatura em Física
Professor: Meily Ribeiro de Sousa	Módulo: IX
Tema da aula: Hidrostática (Propriedades dos Gases)	
Objetivos	
Geral:	
Explorar as propriedades e comportamentos dos gases utilizando as simulações interativas PhET, promovendo o aprendizado de forma lúdica e significativa.	
Específicos:	
- Identificar as propriedades básicas dos gases, como pressão, volume, temperatura e quantidade de matéria. - Analisar o comportamento dos gases em diferentes situações, utilizando as simulações PhET como ferramenta de investigação científica.	
Competências e Habilidades	
EF07CI12: Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.	
Conteúdo Programático	
Introdução a propriedade dos Gases; Conceituar; Demonstração de como usar as simulações Phet;	
Procedimentos Metodológicos	

A aula será desenvolvida de maneira explicativa e demonstrativa com interações dos alunos;

Para atingir os objetivos propostos serão desenvolvidos questionários com uso de atividade impressa, demonstração do simulador PheT, reaplicação de novo questionário para coleta de dados.

Recursos Didáticos

Pincel; Quadro branco; data show; computador; atividade impressa, simulador PheT.

Referências Básicas

VIANNA, Deise M. Assim falava Beatriz Alvarenga sobre laboratório há 33 anos. **Impacto: Pesquisa em Ensino de Ciências**, n. 2, 2023.

SUSSUCHI, Eliana Midori; MACHADO, Samísia Maria Fernandes; DE SOUZA MORAES, Valéria Regina. Os Gases E Suas Propriedades.

Fonte: Sousa (2024).

APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO

1. Marque a(s) alternativa(s) que aponta o seu conhecimento sobre o comportamento térmico dos gases. Em quais lugares podemos encontrá-los?

- ☐ () Não possuo conhecimento prévios sobre o estudo dos gases.
- ☐ () Sei que os gases estão no ar que respiramos.
- ☐ () Sei que os gases podem ser usados em diversos processos, como combustão e refrigeração.
- ☐ () Possuo um conhecimento básico sobre as propriedades dos gases, como pressão, volume e temperatura.
- ☐ () Tenho um conhecimento aprofundado sobre os gases e suas aplicações em diversas áreas da ciência e tecnologia.

2. Você já utilizou simulações interativas para aprender Física ou Química? Se sim, quais?

- ☐ () Nunca utilizei simulações interativas.
- ☐ () Já utilizei simulações interativas em outras disciplinas.
- ☐ () Já utilizei simulações interativas para aprender Física ou Química.
- ☐ () Utilizo simulações interativas com frequência para aprender Física ou Química.

3. Você se sente confiante para explorar e aprender sobre os gases utilizando simulações interativas?

- ☐ () Não me sinto confiante.
- ☐ () Me sinto um pouco confiante.
- ☐ () Me sinto confiante.
- ☐ () Me sinto muito confiante e ansioso(a) para aprender.

4. Quais são suas expectativas para esta aula sobre os gases?

[Resposta pessoal, deve ser preenchida de acordo com suas próprias expectativas e objetivos para a aula.]

5. A Lei de Boyle afirma que, para uma quantidade fixa de gás a temperatura constante, o volume é inversamente proporcional à pressão. Se a pressão sobre um gás aumenta, o que acontece com o volume?

- A) Aumenta
- B) Diminui
- C) Permanece constante
- D) Torna-se zero.

6. De acordo com a Lei de Charles, se a pressão de um gás é mantida constante, como a temperatura afeta o volume do gás?

- A) O volume aumenta conforme a temperatura aumenta
- B) O volume diminui conforme a temperatura aumenta
- C) O volume permanece constante independente da temperatura
- D) O volume varia de forma inversamente proporcional à temperatura.

7. A Lei de Gay-Lussac relaciona pressão e temperatura para uma quantidade fixa de gás a volume constante. O que ocorre com a pressão quando a temperatura aumenta?

- A) A pressão aumenta
- B) A pressão diminui
- C) A pressão permanece constante
- D) A pressão se torna zero.

8. Qual das seguintes equações representa a Lei dos Gases Ideais?

- A) $PV = nRT$
- B) $P + (n/V)^2 = nRT$
- C) $PV = nRT - b(n/V)$
- D) $P(V - b) = nRT$

APÊNDICE C - DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Imagem 1: Alunos assistindo a simulação e aula sobre o comportamento térmico dos gases.

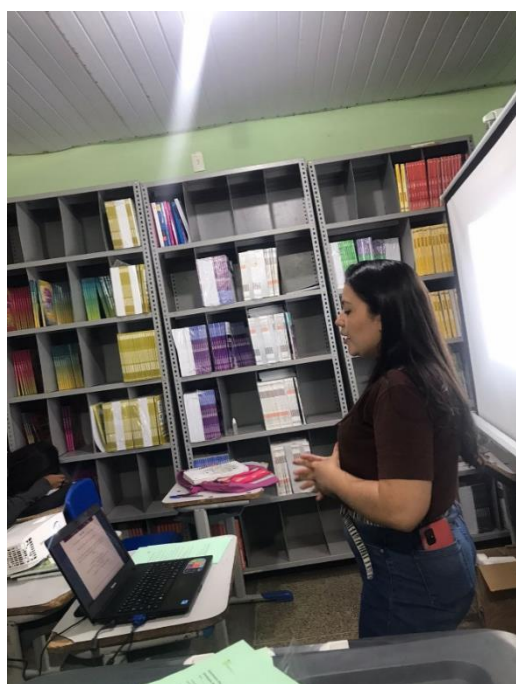


Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

Imagem 2: A autora desse trabalho aplicando a simulação de propriedades dos gases pelo Phet, já na imagem 3 percebe se o improviso de sala sendo na biblioteca da referida escola, por motivos da mesma está passando por reforma.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

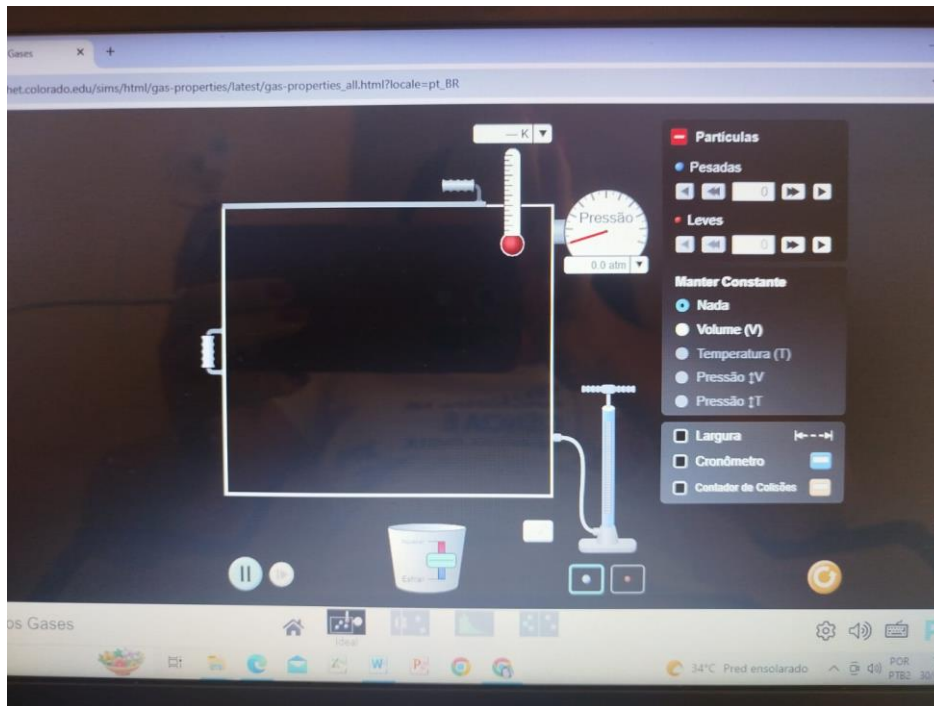
Imagem 4: A autora deste trabalho no momento de explicação do assunto trabalhado e demonstrando como a simulação pode acontecer e de fácil manuseio.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

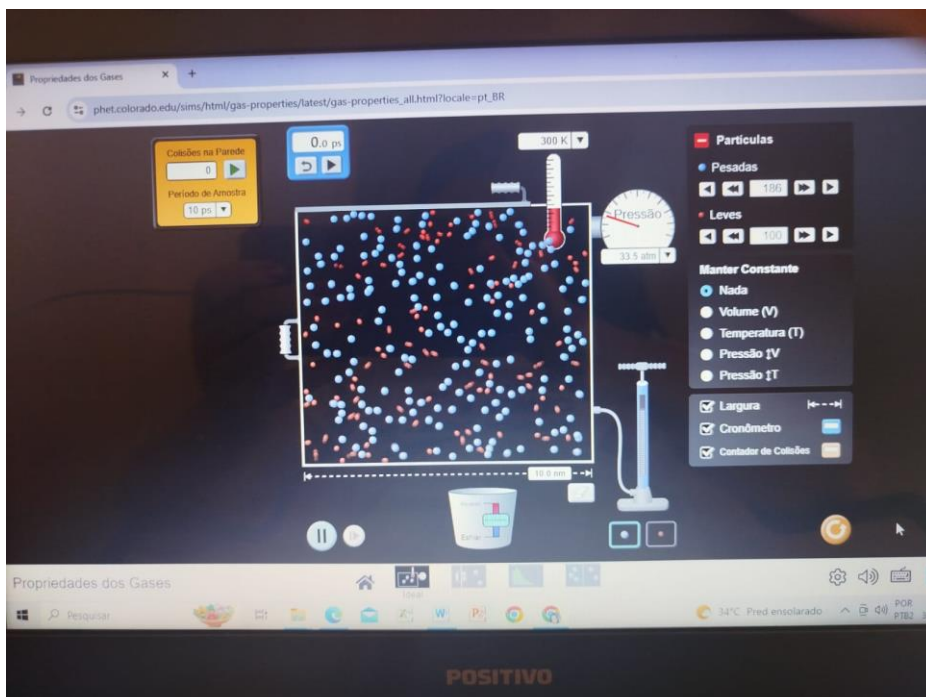
ANEXO A

A seguir, é apresentada imagens da simulação realizada na plataforma PhET, utilizada para o estudo do comportamento térmico dos gases.



Fonte: Print da autora, (2024).

Simulação acontecendo com as partículas em movimento.



Fonte: Print da autora, (2024).