

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA
CAMPUS MACAPÁ

ELIAN BRITO DO CARMO

**O USO DO SIMULADOR PHET NO ENSINO DO CALOR LATENTE E CALOR
SENSÍVEL**

MACAPÁ-AP

2024

ELIAN BRITO DO CARMO

**O USO DO SIMULADOR PHET NO ENSINO DO CALOR LATENTE E CALOR
SENSÍVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso licenciatura plena em física como requisito para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Dr. Willians Lopes de Almeida.

MACAPÁ-AP

2024

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C287u Carmo, Elian Brito
O uso do simulador Phet no ensino do calor latente e calor sensível /
Elian Brito Carmo - Macapá, 2024.
33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá,
Licenciatura em Física, 2024.

Orientadora: Dr. Willians Lopes Almeida.

1. Phet. 2. Calor latente. 3. Calor sensível. I. Almeida, Dr. Willians
Lopes, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).


ELIAN BRITO DO CARMO

**O USO DO SIMULADOR PHET NO ENSINO DO CALOR LATENTE E CALOR
SENSÍVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação do curso licenciatura plena em física
como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Física.


Orientador: Dr. Willians Lopes de Almeida.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **WILLIANS LOPES DE ALMEIDA**
Data: 10/01/2025 10:37:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Willians Lopes de Almeida (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 **ELYS DA SILVA MENDES**
Data: 08/01/2025 21:02:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Elys da Silva Mendes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 **ASTROGECILDO UBAIARA BRITO**
Data: 09/01/2025 20:58:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Astrogecildo Ubaiara Brito

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 06/12/2024.

Conceito/Nota: 100

Aos meus pais que não mediram esforços para que eu tivesse uma educação baseada em adquirir conhecimentos, aos professores que ajudaram nesse processo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Willian Lopes de Almeida.

A minha família, minha mãe, e pai pelo incentivo de estudar e dar sempre o melhor de mim.

Aos professores do colegiado de física do IFAP, que sempre desempenharam um papel fundamental na trajetória até a formação e, pelo incentivo e ensinamento.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.”

(Paulo Freire).

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo exploratório e qualitativo sobre a utilização do simulador PhET (Physics Education Technology) como recurso didático para o ensino de calor latente e calor sensível. O objetivo principal foi investigar a eficácia dessa ferramenta virtual dentro do processo de aprendizagem, e obter dados sobre a sua contribuição para o entendimento dos conceitos relacionados a calor latente e calor sensível. O ensino de Física sempre foi desafiador, visto que muitos alunos temem a disciplina, uma vez que o ensino tradicional, embora eficaz, apresenta algumas especificidades que podem ser aperfeiçoadas quando usado outros meios para desenvolver conceitos físicos, como as TDIC (Tecnologias digitais da informação e comunicação). Este estudo foi realizado no Instituto Federal do Amapá (câmpus Macapá), com uma turma de ensino médio, a fim de analisar através de aulas expositivas e lúdicas com o simulador, a efetividade e o impacto que o simulador traz sobre os alunos. Portanto, através dos dados obtidos, comprovou-se a eficácia do simulador sobre calor latente, foi observado a curiosidade e o entusiasmo dos alunos para manipular o simulador, entretanto o simulador é limitado quando se trata de calor sensível. O simulador é uma ótima ferramenta tecnológica a se usar, apesar de suas limitações, pode ser usado em várias aulas de física, sobre conteúdos diferentes, auxiliando o professor a conduzir o aluno ainda mais pela busca de conhecimento, e fazer com que ele entenda a importância da aprendizagem no seu cotidiano.

Palavras-chave: Phet; calor latente; calor sensível; TDIC.

ABSTRACT

This work presents an exploratory and qualitative study on the use of the PhET (Physics Education Technology) simulator as a didactic resource for teaching latent heat and sensible heat. The main objective was to investigate the effectiveness of this virtual tool within the learning process, and to obtain data on its contribution to the understanding of concepts related to latent heat and sensible heat. The teaching of Physics has always been challenging, since many students fear the discipline, since traditional teaching, although effective, it has some specificities that can be improved when using other means to develop physical concepts, such as DICT (Digital Information and Communication Technologies). This study was carried out at the Federal Institute of Amapá (Macapá campus), with a high school class, in order to analyze through expository and playful classes with the simulator, the effectiveness and impact that the simulator brings on students. Therefore, through the data obtained, the effectiveness of the simulator on latent heat was proven, curiosity was observed and the enthusiasm of the students to manipulate the simulator, however the simulator is limited when it comes to sensible heat. The simulator is a great technological tool to use, despite its limitations, it can be used in several physics classes, on different contents, helping the teacher to lead the student even further through the search for knowledge, and make him understand the importance of learning in his daily life.

Keywords: PhET simulator; Latent heat; Sensitive heat; DICT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface inicial do site do Phet.....	21
Figura 2 - Experiencia “Estados da matéria”.....	22
Figura 3 - Interface da experiência já selecionada (Estados da Matéria)	22
Figura 4 - Interface da experiência “Mudança de fase”.	23

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
HTML	Hypertext Markup Language
IFAP	Instituto Federal do Amapá
PHET	Physics Education Technology
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TDIC	Tecnologias digitais de informação e comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	Conceitos de Calor latente e sensível	15
3.2	O uso de Tecnologias para o ensino de física	16
3.3	Teorias cognitivas de aprendizagem	17
4	METODOLOGIA	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	29
	ANEXO I	31
	ANEXO II	32

1 INTRODUÇÃO

Uma grande parte dos estudantes do ensino médio demonstram dificuldades em compreender os assuntos de Física, ainda mais quando se trata de relacionar com seu cotidiano. Este trabalho apresenta parte do conteúdo sobre calor latente e calor sensível com a aplicação do simulador no portal PhET¹ (PHYSICS EDUCATIONAL TECHNOLOGY).

Este simulador foi iniciado por Carl Wieman, no qual recebeu o prêmio Nobel em Física de 2001 por conseguir a condensação de Bose-Einstein. O PhET oferece simulações de ciência e matemática divertidas, gratuitas, interativas e baseadas em pesquisa. Desta forma, testamos e avaliamos extensivamente cada simulação para garantir a eficácia educacional. Esses testes incluem entrevistas com alunos e observação do uso da simulação em salas de aula. As simulações são escritas em HTML (Hypertext Markup Language) que é uma linguagem de marcação de hipertexto (com algumas simulações logadas em Java ou Flash), e podem ser executadas online ou baixadas para o seu computador. Todas as simulações são de código aberto. Vários patrocinadores apoiam o projeto PhET, permitindo que esses recursos sejam gratuitos para todos os alunos e professores.

Segundo Vieira et al. (2017) O uso do simulador Phet apresenta muitas vantagens, como interatividade e participação mais efetiva dos alunos, baixo custo, pouco tempo de duração e os alunos podem trabalhar um experimento com muitas variáveis. Além disso, esse software também pode ser usado nos cursos de Ensino à distância, que são cada vez mais procurados pelos estudantes.

Conforme Vieira et al. (2017) o ensino de física nas escolas é feito geralmente por um método tradicional, com pincel e lousa em que, em alguns casos, os alunos não conseguem absorver o assunto na sua plenitude, então, por que não estimular os alunos a querer aprender assuntos de física através das TDIC (tecnologia de informação e comunicação).

De acordo com Cabral et al. (2023) no século atual, a humanidade foi inundada pelas TDICs; além de se tornarem uma parte da vivência humana, em que está empregada no nosso cotidiano. Os PCNs mencionam sobre a questão da inserção das TDIC no ensino, o mais novo documento norteador da educação básica no Brasil, a Base Nacional Comum Curricular, (BNCC) (Brasil, 2018), traz fortemente à tona a questão do letramento digital, fazendo das TDIC protagonistas de muitos processos educativos. O documento prevê, para cada campo de atuação humana, o desenvolvimento de habilidades e competências voltadas para as práticas sociais contemporâneas, o que inclui, a aquisição da capacidade do estudante de “produzir, de

configurar, de disponibilizar, de replicar e de interagir” (Brasil, 2018, p. 68) a partir dos mais diversos gêneros multissemióticos e multimidiáticos.

O ensino de física tem sido estruturado de forma simples, priorizando o formalismo matemático e a resolução de problemas de lápis e papel, amplamente repetidos pelos estudantes. Assim, ao fazer isso o processo de ensino-aprendizagem de Física se torna tedioso, “levando professores e estudantes a formarem uma imagem rígida e estéril do próprio conhecimento científico” (Peduzzi, 2008, p. 127).

Coelho (2002, p. 39) apresenta outras vantagens quanto ao uso de simulações virtuais no ensino:

... os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro e giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas.

Tal recurso tem grande potencial para auxiliar no ensino da física, não só com o assunto de calor latente, mas com vários assuntos diferentes, pois o Simulador PhET possui diversas simulações sobre vários assuntos na física, química e matemática.

Com o intuito de aprimorar o ensino de física, em especial os assuntos de calor latente e calor sensível, esse projeto foi realizado no Instituto Federal do Amapá (campus Macapá), em duas turmas no ensino médio para analisar a efetividade do simulador no ensino. Assim é importante ressaltar que o simulador de forma alguma vai substituir o professor, mas o recurso tecnológico vem com a intenção de auxiliar o professor em sala de aula, com a finalidade de proporcionar aulas lúdicas e melhorar a didática.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Utilizar o simulador PhET como ferramenta para o ensino e aprendizagem sobre calor latente e de calor sensível em uma turma no Ensino Médio.

2.2 Objetivos específicos

- 1) Realizar uma pesquisa objetiva sobre o uso de tecnologias digitais para o ensino de física;
- 2) Avaliar qualitativamente a utilização do uso do simulador PhET para reforçar os conceitos de calor latente e sensível.
- 3) Analisar a percepção dos estudantes em relação a utilização do simulador PhET para a compreensão dos conceitos de calor latente e sensível.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conceitos de Calor latente e sensível

Quando se fala sobre calor específico e calor latente, é importante começar falando de capacidade térmica. A capacidade térmica C de um objeto é a constante de proporcionalidade entre o calor Q recebido ou cedido pelo objeto e a variação de temperatura ΔT do objeto, a palavra “capacidade” nesse contexto pode ser enganadora, pois sugere uma analogia com a capacidade que um balde possui de conter certa quantidade de água. A analogia é falsa, pois, você não deve pensar que um objeto “contém” calor ou possui uma capacidade limitada de absorver calor. É possível transferir uma quantidade ilimitada de calor para um objeto, contanto que uma diferença de temperatura seja mantida. É claro, porém, que o objeto pode fundir e vaporizar-se no processo.

O calor sensível, segundo Santos (2023), é a energia térmica em trânsito que flui entre os corpos em razão da diferença de temperatura entre eles. Dessa forma, imagine uma barra de metal em que o ferreiro geralmente usa em seu dia-a-dia, o calor se propaga por meio da condução térmica. Esse processo resulta no aumento da temperatura do material, no entanto, seu estado físico permanece o mesmo (sólido), pois recebe ou perde certa quantidade de calor (Q). Esse calor que a barra recebeu ou perdeu calor esse fenômeno é denominado de calor sensível, pois ele provoca apenas variação na temperatura do corpo sem que ocorra mudança em seu estado de agregação, ou seja, se o corpo é sólido, continua sólido. O calor específico, é determinado pela letra c (minúscula), é avaliado da seguinte forma:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{Equação (01)}$$

onde:

- Q é o calor absorvido ou liberado (em joules),
- m é a massa da substância (em quilogramas),
- c é a capacidade térmica específica da substância (em J/kg. °C),
- ΔT é a variação de temperatura (°C).

Essa relação informa a quantidade de calor em 1J que um quilo de substância deve receber ou ceder para que nela aconteça a variação de um grau Celsius de temperatura. Essa é uma unidade prática, ou seja, a que é mais utilizada no dia a dia. Contudo, no Sistema

Internacional de Unidades (SI), o calor específico pode ser dado de duas formas: J/kg. K ou em J/kg. °C.

Conforme Santos (2023), diferentemente do calor sensível, quando fornecemos energia térmica a uma substância, a sua temperatura não varia, mas seu estado de agregação modifica-se, chamamos esse fenômeno de calor latente. Essa é a grandeza física que informa a quantidade de energia térmica (calor) que uma unidade de massa de uma substância deve perder ou receber para que ela mude de estado físico, por exemplo, passe do estado sólido para o líquido, do líquido para o gasoso e assim por diante.

Determinado pela letra L, o calor latente de uma substância é calculado por meio da razão entre a quantidade de calor (Q) que a substância deve receber ou ceder e a massa (m).

O calor absorvido por um material pode produzir uma mudança de fase do material, da fase sólida para a fase líquida, por exemplo. A energia por unidade de massa necessária para mudar a fase (mas não a temperatura) de um material é chamada de calor de transformação (L). Assim,

$$Q = m.L \qquad \text{Equação (02)}$$

onde:

- Q é o calor absorvido ou liberado (em joules),
- m é a massa da substância (em quilogramas),
- L é o calor latente (J/kg), que depende do tipo de mudança de fase (fusão, vaporização, etc.).

3.2 O uso de Tecnologias para o ensino de física

A aprendizagem baseada em tecnologia oferece uma ampla faixa de benefícios, como maior engajamento dos alunos, personalização do aprendizado, maior flexibilidade, acesso a recursos educacionais de alta qualidade e melhoria do desempenho acadêmico.

As TDIC (tecnologias digitais de informação e comunicação) segundo Cabral (2023), são tecnologias eficazes usadas em diversas áreas, dentro do ensino essas tecnologias são muito eficazes. Através delas os alunos conseguem manipular no próprio celular, e em casa, visto que essa tecnologia é gratuita e só basta ter acesso à internet o que facilita o professor ministrar sobre temas específicos com maior ludicidade.

Segundo Leal et al. (2020), a utilização de simuladores virtuais tem grande impacto na vida do aluno, principalmente quando se trata de ciências, pois através desse senso investigativo

o aluno tende a participar mais da aula. Sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos do seu cotidiano.

Nessa linha de raciocínio, Valente (2013, p. 127) diz:

Assim, situações vivenciadas no circuito real podem ser simuladas pelo software, fornecendo gráficos e tabelas que permitem diferentes representações de fenômenos e, com isso, os alunos têm outros meios de confrontar resultados com aspectos teóricos trabalhados.

Bernardi (2010) reforça a discussão sobre a importância do tema, afirmando que os softwares simuladores possibilitam várias formas de desenvolver conceitos, além de ajudarem a desenvolver na criança a aprendizagem ativa, a capacidade de representação (do virtual para o real), a autonomia, a reflexão sobre suas ações, a visão do erro numa perspectiva construtiva, a tomada de decisão e a expansão da sua visão de mundo.

Tendo em vista essas novas tecnologias digitais descritas, esse objetivo comprova-se nesta competência, prevista para a área de Linguagens na BNCC:

Compreender e utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares), para se comunicar por meio das diferentes linguagens mídias, produzir conhecimentos, resolver problemas e desenvolver projetos autorais e coletivos. (Brasil, 2018, p. 65)

3.3 Teorias cognitivas de aprendizagem

As teorias cognitivas abordam como os indivíduos processam, armazenam e utilizam informações. Focando em processos mentais como percepção, memória, raciocínio e resolução de problemas, essas teorias sugerem que a cognição desempenha um papel fundamental na aprendizagem e no comportamento humano. Jean Piaget (1976) estudou o desenvolvimento infantil, propondo que as crianças passam por estágios distintos de desenvolvimento cognitivo, enquanto Lev Vygotsky (1978) enfatizou a importância da interação social na construção do conhecimento.

Tendo em vista os conceitos apresentados acima, também se faz necessário introduzir uma teoria da aprendizagem que está diretamente relacionada à pesquisa, sobre a teoria cognitiva de aprendizagem que, desenvolvida por Piaget e Vygotsky, enfatiza a construção ativa do conhecimento pelo aluno. Essa teoria sugere que os alunos constroem seu próprio entendimento por meio da interação com o ambiente e com outros alunos. Nesse contexto os alunos irão explorar como o uso do simulador Phet pode facilitar a construção do conhecimento sobre o calor latente e sensível.

Marco (2011) fala sobre como essa teoria define o conhecimento humano, destacando que o conhecimento é uma construção própria do homem. Pedronzo (2012) a partir do construtivismo, entende-se que para o processo de aprendizagem é fundamental que os indivíduos sejam participativos, dinâmicos e interativos. Por esse motivo, consideram que a interação social (com o ambiente, com as pessoas e objetivos que as cercam) incentiva e favorece o aprendizado das pessoas.

Nessa pesquisa, assim como na teoria de Piaget descreve, o processo de conhecimento vem muito pela interação dos alunos em sala de aula, e é claro com a interação com o simulador. De forma geral, essas teorias se encaixam bem na dinâmica da pesquisa, visto que os alunos foram mais participativos e também interagiram mais com o objeto de pesquisa. Além de questionários que foram aplicados ao final das aulas. O conteúdo de calor latente e sensível não é considerado um conteúdo muito extenso, está incluído na termodinâmica.

4 METODOLOGIA

Para Demo (2000, p. 20), “pesquisa é entendida tanto como procedimento de fabricação do conhecimento, quanto como procedimento de aprendizagem (princípio científico e educativo), sendo parte integrante de todo processo reconstrutivo de conhecimento”.

De início a pesquisa se caracteriza com a junção de diferentes classificações de pesquisa. De acordo com César (2013), uma pesquisa bibliográfica é aquela elaborada a partir de algo que já foi publicado, podendo ser: Livros, revistas, publicações em periódicos, ou artigos, mas que tenha o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com o material já escrito. Como essa pesquisa faz parte de uma aula sobre calor latente e sensível com o simulador Phet, muito já se foi escrito e publicado sobre o assunto, então essa pesquisa se baseia também em outros materiais já publicados, como o uso do simulador em outras escolas e sobre outros conteúdos. Considerando os aspectos descritos acima, esta pesquisa tem um caráter bibliográfico, visto que o referencial teórico contribuiu para a determinação do tema.

Segundo Cesar (2013), uma pesquisa pode se classificar de diferentes formas, dependendo de seu intuito e finalidade. A pesquisa apresentada se classifica quanto aos seus objetivos como exploratória, pois tem a finalidade de trazer mais informações sobre o simulador, de como ele pode auxiliar o professor nas aulas.

No processo também ocorrerá a fase da pesquisa de campo. Segundo Cesar (2013, p. 59), “pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de obter informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta.” É uma abordagem em que envolve coleta de dados em um ambiente natural, como uma sala de aula, para conseguir informações, nesse caso será utilizado o simulador Phet para coletar dados sobre a interação dos alunos com a ferramenta.

Além disso, essa pesquisa foi desenvolvida de forma qualitativa, pois nessa abordagem irá envolver a coleta de dados descritivos, como observações, e foram aplicados questionários para entender a experiência sobre o simulador e perspectiva. Ao realizar as entrevistas com os alunos para perceber como o uso do simulador PhET se caracteriza no processo de ensino de aprendizagem sobre calor latente e calor sensível.

A pesquisa foi aplicada no Instituto Federal do Amapá, Câmpus Macapá, em uma turma do ensino médio integrado (3º ano), com 22 alunos, dada a devida liberação e autorização do professor de Física da turma. No momento da aplicação foram utilizadas duas aulas, cada aula foi executada em um tempo de 50 minutos, foram ministradas duas aulas na turma. A escolha do campus Macapá foi feita por questão de logística e disponibilidade com os professores e

horários. A turma teve a aula no laboratório de informática, onde puderam manipular, junto com o pesquisador da aula a simulação do Phet, é importante ressaltar que a turma que recebeu a aula no laboratório (com o simulador Phet), e que não foi usado somente a simulação, mas também foi utilizado o pincel e o quadro branco, pois o objetivo da pesquisa não é provar que a simulação pode substituir um professor ou aula tradicional, mas que ela vem para agregar no ensino de aprendizagem, mostrar que o simulador pode ser uma ferramenta que o professor poderá usar em aulas em diversos assuntos e deixar o aluno ainda mais entusiasmado para estudar.

Logo no início, quando a turma toda se encontrava em sala de aula, foi feita uma introdução de forma geral do simulador, apresentando-o aos alunos e com o auxílio do pincel preto e quadro branco, foi dado em um espaço de tempo de 30 minutos, uma aula introdutória apresentando os conceitos de forma geral de calor latente e calor sensível, da mesma forma que foi apresentado aos alunos as fórmulas matemáticas. Em seguida, com o simulador já aberto nos computadores, a segunda parte da aula começou apresentando o Phet aos alunos, suas aplicações, e é claro, ministrando a aula, fazendo com que os alunos manipulassem o Phet, fazendo modificações nas simulações, e ao mesmo tempo fazendo perguntas a eles, de forma que eles iam respondendo de acordo com a interação deles com o mesmo. Logo após as aulas, foram aplicados dois questionários na turma, cada questionário continha perguntas tanto sobre o conteúdo quanto a satisfação deles com o simulador. O Anexo 02 consistiu em 5 perguntas, todas elas relacionadas ao assunto referente a Calor sensível e Calor Latente, depois foi feito um comparativo de assertividade entre a turma e verificar esse grau de entendimento. Além de ser aplicado um segundo questionário (Anexo 01), este por sua vez, foi aplicado em questão de satisfação sobre a aula usando o simulador. Após coletados esses dados, foram feitas as análises qualitativas das suas respostas e como simulador pode impactar no ensino de aprendizagem de forma geral. Os dois questionários aplicados geraram dados que foram tabulados com o auxílio de uma planilha eletrônica, para controle dos dados e melhor visualização.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados obtidos e sobre a observação feita em sala de aula com eles, o que se esperava dos alunos é fossem capazes de explicar o conceito de calor latente e calor sensível e sua relação com a mudança de fase da matéria usando exemplos específicos. Os alunos demonstraram uma compreensão clara das mudanças de temperatura e energia envolvidas nos processos de fusão e evaporação. Da mesma forma, ao final, os alunos usaram a simulação do Phet para fazer previsões sobre as mudanças de temperatura e energia que ocorrem durante os processos de mudança de fase. Assim, espera-se que os alunos sejam capazes de aplicar o conceito de calor latente e calor sensível para explicar fenômenos relacionados à mudança de fases da matéria, bem como relacionar esses conceitos com situações do seu cotidiano.

Ao início da aula, foi feita uma aula teórica com o auxílio de quadro branco e pincel, destacando os principais conceitos de calor latente e calor sensível, além de mostrar e ensinar como usar as fórmulas matemáticas. Logo após é pedido para cada aluno entrar no site do Phet, todos ao mesmo tempo, juntamente com o professor que está com o mesmo aberto no seu notebook junto ao monitor, ao abrir o site a primeira coisa a se fazer é a escolha da disciplina de física que aparece logo na interface, conforme a figura 01.

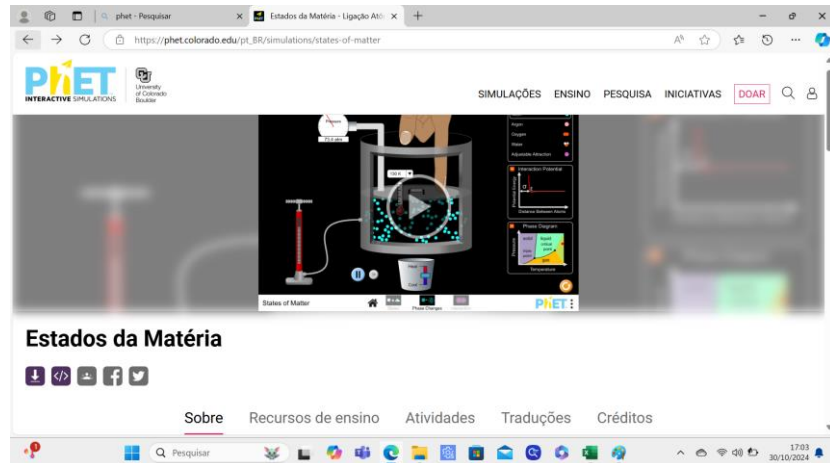
Figura 1 - Interface inicial do site do Phet



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/phase-change>. Acesso em: 10 julho. 2024.

Depois de disponibilizar 5 minutos para eles terem familiaridade com a plataforma de ensino, iniciou-se a primeira parte da atividade, na qual tiveram que escolher uma experiência denominada de “Estados da matéria” conforme a figura 02.

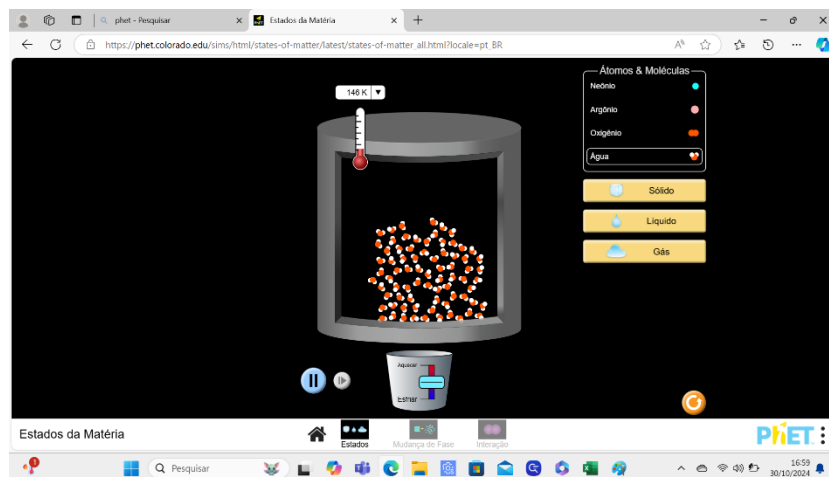
Figura 2 - Experiência “Estados da matéria”



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/phase-change>. Acesso em: 10 julho. 2024.

Depois da turma ter selecionado a experiência, o simulador dá a opção de escolher suas novas interfaces que são denominadas de “Estados” e “Mudanças de Fases”, é pedido para os alunos selecionarem primeiro a “Estados”, conforme a figura 03.

Figura 3 - Interface da experiência já selecionada (Estados da Matéria)



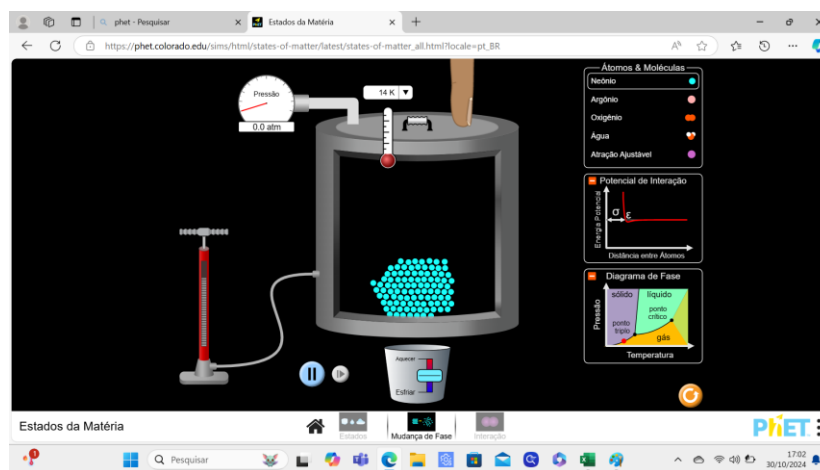
Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/phase-change>. Acesso em: 10 julho. 2024.

Os alunos com a interface aberta nos computadores, começando de fato sua interação com a atividade manipulando diferentes moléculas como: Neônio, argônio, oxigênio e água, e observando o agrupamento das moléculas em nos estados sólido, líquido e gasoso. O objetivo é fazer com que eles já alterando alguns fatores físicos como a opção de aquecer ou resfriar consigam observar o comportamento das moléculas, assim espera-se que aconteça uma certa

compreensão sobre os estados sólido, líquido e gasoso, a plataforma dá a opção de escolher diferentes moléculas, e assim observar de acordo com a temperatura, como estão interligadas, pois é possível ver a temperatura(Celsius ou Kelvin) e ver sua variação de acordo com a opção de aquecer puxando a puxando a alavanca para cima, ou esfriar puxando para baixo.

Ainda na plataforma, como já foi dito, tem uma segunda interface chamada de mudança de fase, que é parecido com a primeira já trabalhada, mas com a introdução da pressão no experimento (atm- pressão atmosférica), e a possibilidade de colocar mais partículas no recipiente, e o gráfico de diagrama de fases, conforme a figura 04.

Figura 4 - Interface da experiência “Mudança de fase”.



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/phase-change>. Acesso em: 10 julho. 2024.

Logo após, foi induzido aos alunos observarem o que está acontecendo e, introduzindo perguntas para eles, como: Por que quando introduzimos mais partículas no recipiente a temperatura aumenta? Por que o comportamento das moléculas é diferente? O que isso influencia no diagrama de fases? como tem relação com a fórmula matemática, instigando-os ao máximo para tentar responder, o que fizeram de forma satisfatória, apresentando que tinham compreendido os conceitos.

Após a execução da atividade experimental, foram aplicados dois questionários: O primeiro, em relação a assuntos relacionados com mudanças de fases, calor sensível e calor latente, bem como conceitos, exemplos e aplicações. O outro questionário foi sobre a avaliação quanto ao uso do simulador phet, em relação ao conteúdo. É importante ressaltar que antes de ir para o simulador com os alunos, foi dada uma aula teórica e introdutória com os alunos com o auxílio de quadro branco, pincel e o uso de slide, no qual foi dado os conceitos iniciais,

aplicações, exemplos o uso de fórmulas matemáticas e resolução de problemas, o que durou em média 30 minutos, o restante do tempo foi destinado ao uso do simulador, ensinando primeiro o que era o simulador, como funcionam, quais as limitações, e quais as variações podendo ser feitas.

No anexo 01, respondido por todos os alunos da turma, após a aula com o simulador, que visava descobrir sobre a satisfação dos alunos quanto ao simulador. Constituído de oito perguntas e todas elas direcionadas ao quanto eles tinham proximidade com o simulador e como ele foi importante para uma aula de física, o quanto o uso dessas novas tecnologias podem agregar no ensino aprendido dos alunos, os resultados foram satisfatórios, conforme a tabela 01 abaixo mostra.

Tabela 1 - Respostas referentes a questões contidas no questionário 01

Questionário-01	Respostas dos alunos	Legenda:
Pergunta 01	80%(5) e 20% (4)	DP: Demonstração Prática
Pergunta 02	70%(DP) e 30%(UDS)	UDS: Uso do Simulador
Pergunta 03	60%(UP) e 40%(Sim)	UP: Um pouco (referente ao entendimento dos conceitos)
Pergunta 04	60%(MU) e 40%(UPU)	SIM: Sim (referente ao entendimento dos conceitos)
Pergunta 05	50% (ME) e 50%(MP)	MU: Muito Útil (referente à utilidade do simulador na aula)
Pergunta 06	60%(SIM) e 40%(Não sei)	UPU: Um Pouco Útil (referente à utilidade do simulador na aula)
Pergunta 07	90%(Sim) 10%(talvez)	ME: Mais Envolvente (referente à aula ser mais atrativa em comparação com aulas anteriores)
Pergunta 08	75%(Mais tempo) e (25%mais prática)	MP: Mais Prática (referente à aula ser mais focada na prática do que na teoria)

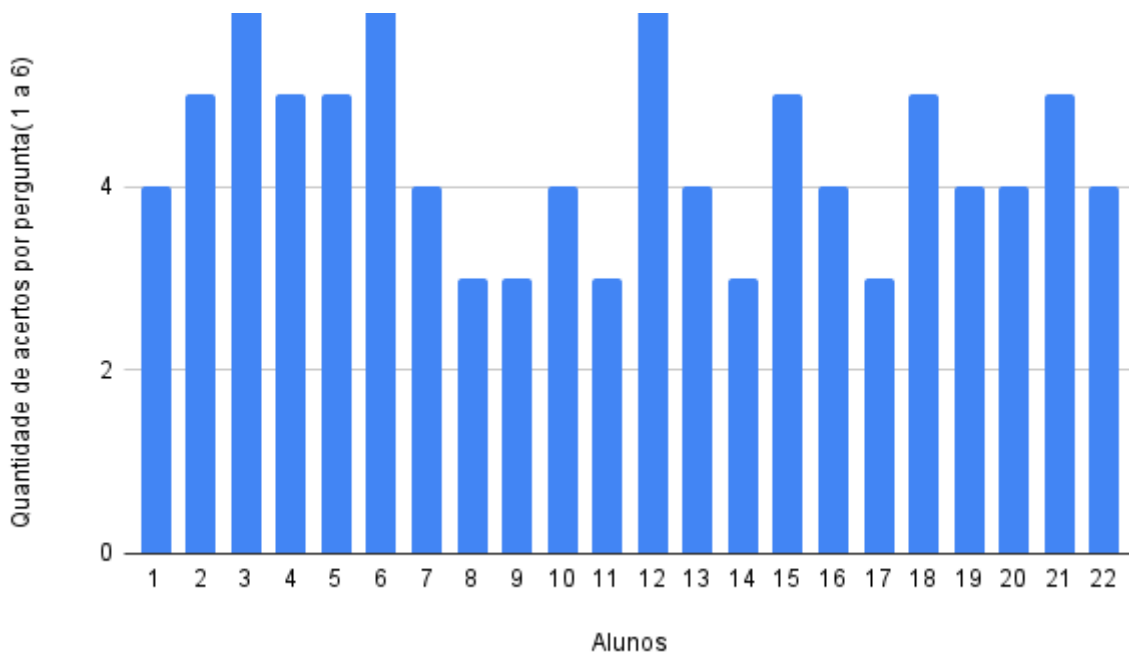
Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Verificando os dados da tabela 1, consta que os resultados foram bem positivos, visto que o questionário 01, constava sobre a ferramenta em si, ou seja, sobre o uso do simulador no ensino de física. Na pergunta 01, na qual pretendia conhecer o nível de satisfação dos alunos quanto ao uso do simulador, como se observa na tabela, 80% dos alunos escolheram valor 5 (nota máxima) para o quanto acharam interessante a aula, e 20% escolheram nota 4 (em uma escala de 1 a 5). Já na pergunta 02, quando se remete a qual aspecto específico da aula os alunos acharam mais interessante, 70% dos alunos preferiu a demonstração prática, (DP) no sentido de observar conceitos mais complexos de forma claro e prática, e 30% fizeram uso do simulador, com a sigla na tabela (UDS). Na pergunta 03, que levava em consideração sobre o

quanto eles entendiam os conceitos de calor latente e calor sensível depois da aula com o simulador, 60% dos alunos escolheram UP (um pouco) e 40% optaram pela opção “sim”. Na pergunta 4, que dizia em que medida o uso do simulador ajudou a esclarecer os conceitos explicados, 60% em MU (muito útil) e 40% em UPU (um pouco útil).

Na pergunta 5 do questionário, que tratava sobre como a aula com o simulador foi diferente das outras aulas que ele(a) já tiveram sobre o mesmo conteúdo (visto que foi aplicado em turma de terceiro ano, que já tiveram contato com o conteúdo), 50% escolheram ME (mais envolvente), ou seja, que conseguiu chamar mais atenção deles, e 50% MP (mais prática) que foi uma aula um pouco além da teoria. Na pergunta 6, que perguntava se o uso do simulador e de outros recursos práticos era mais eficaz que alguns métodos tradicionais, 60% retrataram que sim, era mais eficaz e 40% escolheram “não sei”. Na pergunta 07, que buscava saber se eles gostariam de ter mais aula com o simulador, 90% escolheram que “sim” e 10% em “talvez”, como motivação sobre esses 10% terem escolhido essa opção, pode se dar por algumas limitações do simulador, principalmente na aplicação prática de calor sensível. Na última pergunta, a de número 08, que perguntava sobre se qual das sugestões poderiam melhorar ainda mais a aula, 75% escolheram que deveriam ter mais tempo com o simulador e 25% em mais exemplos práticos.

Gráfico 1 – Respostas referentes a questões contidas no questionário 02



No gráfico 1, que corresponde às questões sobre o assunto calor latente e calor sensível e suas aplicações no dia a dia, questões discursivas. Os resultados obtidos através do ANEXO 02, sobre a aplicação do simulador PhET, demonstraram eficácia variada ao abordar os conceitos de calor latente e calor sensível. No que se refere ao calor latente, o simulador se mostrou eficaz, com os dados, foi observado que o simulador permite uma visualização clara e interativa das mudanças de fase da matéria. A simulação possibilita aos alunos observar o comportamento das moléculas durante o processo de fusão e vaporização, o que pode ajudar a compreensão do conceito de calor latente e suas implicações no contexto físico. Isso foi evidenciado pelo alto número de acertos nas questões relacionadas a este tema, indicando que o uso da ferramenta contribuiu significativamente para o entendimento dos alunos. Tanto que as questões 3 e 4 (ANEXO 2) que se tratavam sobre o calor latente, todos acertaram, o que mostra a eficácia do simulador neste conteúdo, uma questão considerada de nível médio a fácil.

Por outro lado, quando se trata do calor sensível, a eficácia do simulador foi limitada. Embora a ferramenta ofereça recursos interativos, as simulações disponíveis não proporcionam uma representação suficientemente lúdica e prática para ilustrar as variações de temperatura durante o aquecimento ou resfriamento de substâncias. As representações visuais para o calor sensível não são tão dinâmicas quanto as oferecidas para o calor latente, o que pode ter dificultado a compreensão dos alunos sobre esse conceito específico. Esse ponto foi refletido em um desempenho relativamente menor nas questões sobre calor sensível, quando comparado ao desempenho em calor latente. Tanto que em relação ao questionário, as poucas pessoas acertaram a questão de número 03, que se tratava de calor sensível (ANEXO 2), pode ser um fator a se pensar, pois é o conceito que o simulador tem mais dificuldade para explicar, e a questão de número 6 também, pois se direcionava a como relacionar os conceitos com o cotidiano, isso mostra como os alunos têm a dificuldade de relacionar conteúdos da física com seu dia a dia. Essa mesma questão tinha o mesmo nível de dificuldade das demais.

Portanto, embora o simulador PhET seja uma ferramenta poderosa para o ensino de calor latente, seu uso no ensino de calor sensível ainda apresenta limitações, sugerindo a necessidade de complementação com outras estratégias de ensino para uma abordagem mais abrangente e eficaz.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do simulador PhET no ensino da física proporciona uma experiência de aprendizagem dinâmica em que os alunos que estão envolvidos veem a física de um ponto de vista mais amplo. Ao interagir com os experimentos virtuais, os alunos puderam explorar conceitos que para eles eram mais complexos de forma prática e mais estimulante.

Uma das principais vantagens do PhET é a sua capacidade de dar aos alunos a oportunidade de manipular variáveis, com diferentes materiais e moléculas, observar as consequências das mudanças e explorar diferentes cenários em tempo real. Essa abordagem permite com que os alunos desenvolvessem um entendimento mais profundo dos princípios fundamentais da física, ao mesmo tempo em que estimula o pensamento crítico sobre resolução de problemas.

Outro ponto do simulador PhET é a sua disponibilidade em relação ao seu acesso gratuito e ele é on-line (o que implica dizer que só pode ser usado com internet), um ponto de que em relação aos alunos ou professores que forem usar a ferramenta deverão estar conectados na internet. Tendo como vantagem que os alunos podem acessar tanto da escola quanto de casa, ampliando as oportunidades de aprendizado além da escola. Essa flexibilidade promove autonomia aos alunos, incentivando-os a explorar assuntos físicos por conta própria, assim ampliando a compreensão dos conceitos físicos.

A teoria de Piaget, que enfatiza a aprendizagem ativa e o desenvolvimento cognitivo em estágios, pode ser essencial na aplicação de uma aula prática sobre o uso do simulador PhET no ensino de calor latente e calor sensível. Ao permitir que os alunos interajam diretamente com o simulador, eles constroem o conhecimento de forma concreta, conforme o conceito de "construção ativa" de Piaget. O simulador promove a experimentação e a descoberta, aspectos fundamentais para a aprendizagem no estágio operacional concreto, onde os alunos começam a aplicar conceitos abstratos em situações práticas. Essa abordagem favorece a internalização dos conceitos de forma mais efetiva, integrando teoria e prática.

Embora o simulador PhET seja uma ferramenta eficaz para o ensino do conceito de calor latente, apresentando uma visualização clara das mudanças de estado físico e a transferência de calor durante esses processos, ele apresenta uma limitação significativa ao abordar o calor sensível. A simulação foca intensamente nas mudanças de fase, como fusão e vaporização, mas oferece pouca ou nenhuma representação explícita de fenômenos relacionados ao calor sensível, que envolvem variação de temperatura sem alteração no estado físico da substância. Esse aspecto limita a compreensão mais completa dos processos térmicos, especialmente em

situações onde a mudança de temperatura é o principal fator em estudo, como no aquecimento de uma substância sem mudança de fase. Portanto, apesar de ser uma ferramenta valiosa, a simulação poderia ser mais abrangente, incluindo cenários que exploram o calor sensível de maneira mais detalhada.

Em conclusão, o simulador PhET se mostra uma ferramenta valiosa para o ensino de física, mais especificamente nos assuntos de calor latente e calor sensível, oferecendo uma abordagem prática e interativa que aprimora o processo de aprendizagem. Além da capacidade de proporcionar aulas mais lúdicas, e proporcionar experiências virtuais, a adaptabilidade aos diferentes níveis, pois tem uma interface intuitiva e o acesso gratuito online, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

REFERÊNCIAS

- BERNARDI, S. T. Utilização de softwares educacionais nos processos de alfabetização, de ensino e aprendizagem com uma visão psicopedagógica. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 5, n. 10, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 08 maio 2019.
- CASEMIRO FILHO, F. E. A. **Utilização do simulador PhET nas aulas de Física**. 2019. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2019.
- CABRAL, A. L. T.; LIMA, N. V. de L.; ALBERT, S. TDIC na educação básica: perspectivas e desafios para as práticas de ensino da escrita. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, Campinas, SP, v. 58, n. 3, p. 1134–1163, 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/tla/article/view/8655763>. Acesso em: 6 jun. 2023.
- CESAR. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. [s.l.]: Feevale, 2013.
- COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. 2002. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2002.
- DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.
- LEAL, Maycon Marcos et al. A utilização do simulador phet como ferramenta de ensino nas aulas on-line de ciências em uma escola do município de água branca - pi. **Anais VII CONEDU - Edição Online**. Campina Grande, PB, 2020. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/67877>. Acesso em: 31 maio 2023.
- MARCO, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E.P.U, 2011.
- PEDUZZI, Luiz O. Q. **Evolução dos Conceitos da Física**. Florianópolis: UFSC, 2011, p. 2 a p. 136.
- PEDRONZO, M.J. *Teorías del aprendizaje*. [S.l.: s.n.], 2012.
- PIAGET, J. **A psicologia da criança**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1976.
- PhET. **Interactive Simulations da Universidade do Colorado**, 2016. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/about. Acesso em 30 abr. 2023.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. "**Calor sensível e calor latente**". [S.l.]: Brasil Escola, 2023. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/calor-sensivel-calor-latente.htm>. Acesso em 06 jun. de 2023.

VALENTE, J. A. Informática na Educação: uma questão técnica ou pedagógica? **Revista Pátio**, v. 3, n. 9, 1999.

VIEIRA, Jaciara Dos Santos. O uso do simulador phet (physics educational technology) no ensino da física no 2º ano do ensino médio na unidade escolar demerval lobão em angical-pi. **Anais IV CONEDU**. Campina Grande, PB, 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/38007>. Acesso em: 30 maio 2023.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1978.

ANEXO I

QUESTIONÁRIO

Em uma escala de 1 a 5, o quanto você achou a aula interessante?

- 1 (Nada interessante) a 5 (Extremamente interessante) ()

Qual aspecto específico da aula sobre calor latente e calor sensível mais chamou sua atenção?

- Demonstração prática ()
- Uso do simulador PhET ()
- Discussões em grupo ()
- Outro (especifique)()

Você sente que entende melhor os conceitos de calor latente e calor sensível após essa aula?

- Sim ()
- Não ()
- Um pouco ()

Em que medida a simulação do PhET ajudou a esclarecer os conceitos abordados?

- Muito útil ()
- Moderadamente útil ()
- Um pouco útil ()
- Não útil ()

Como essa aula foi diferente de outras aulas que você já teve sobre o mesmo tema?

- Mais interativa ()
- Mais prática ()
- Mais envolvente ()
- Outro (especifique) ()

Você achou a abordagem usando o simulador PhET mais eficaz do que métodos tradicionais de ensino? Por quê?

- Sim ()
- Não ()
- Não sei ()

Você gostaria de ter mais aulas usando simulações como o PhET?

- Sim ()
- Não ()
- Talvez ()

Você tem alguma sugestão para melhorar a abordagem de ensino utilizada nesta aula?

- Mais exemplos práticos ()
- Mais tempo com o simulador PhET ()
- Mais discussões em grupo ()
- Outro (especifique) ()

ANEXO II

QUESTIONÁRIO

Identificação de Mudanças de Fase:

- Usando o simulador, identifique as diferentes fases de uma substância. Como você pode perceber quando ocorre uma mudança de fase?

R:

Medição de Temperatura:

- Utilizando o simulador, como você mediria a temperatura de uma substância durante uma mudança de fase?

R:

Variação de Temperatura no Simulador:

- No simulador, observe como a variação de temperatura está relacionada ao calor sensível. Descreva o que acontece.

R:

Identificação de Calor Latente:

- Como você identificaria a presença de calor latente no simulador durante uma mudança de fase?

R:

Comparação de Calor Latente:

- Compare o calor latente para diferentes substâncias no simulador. O que você observa sobre a quantidade de calor necessário para uma mudança de fase?

R:

Situações Práticas:

- Aplique o que aprendeu no simulador em uma situação prática. Como o conhecimento sobre calor sensível, calor latente e mudanças de fases pode ser útil em um contexto do mundo real?