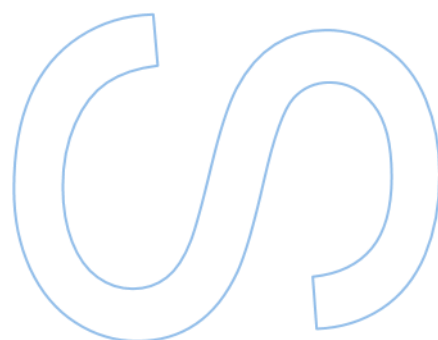
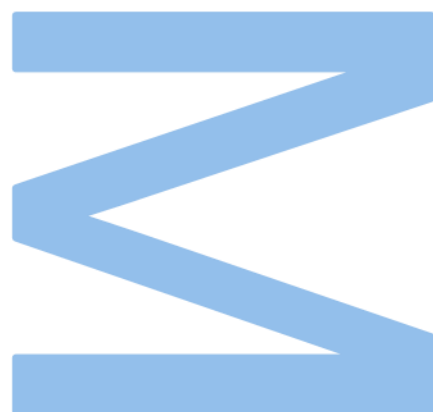


Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

Maria Gorette Antónia da Silva
Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências
Unidade de Ensino das Ciências
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2024



Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

Maria Gorette Antónia da Silva

Dissertação

Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2024

Orientador

Paulo Simeão de Oliveira Ferreira de Carvalho, Professor
Associado,

Departamento de Física e Astronomia

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Marcelo Dumas Hahn, Professor Auxiliar convidado,

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Dedicatória

Aos meus filhos e o meu marido.

Aos meus pais e aos meus sogros.

Aos meus irmãos e a todas as minhas famílias Silva, Antunes e Vaz.

À memória dos meus avós.

Agradecimentos

No final deste processo que conduziu está a investigação, importa aqui deixar o meu reconhecimento a todas as pessoas e entidades que me apoiaram, tanto ao nível moral com espiritual, ao longo do curso.

Em primeiro lugar, ao Deus Todo Poderoso e à Nossa Senhora do Rosário de Fátima por serem os meus fiéis companheiros durante toda a minha vida, pelo dom da vida, saúde e disposição para enfrentar os desafios durante a realização deste curso.

Ao meu diretor do curso Professor Paulo Simeão de Oliveira Ferreira de Carvalho, ao mesmo como orientador do meu trabalho, por toda sua orientação, profissionalismo, confiança, disponibilidade e principalmente paciência em todos os aspectos, que me apoiou ao longo do curso de ensino e divulgação das ciências. Muito obrigada por tudo.

Ao Professor Marcelo, como professor do Curso de Mestrado em ensino e divulgação da Física, por partilhar comigo a sua sabedoria e o seu conhecimento, contribuindo decisivamente para o meu crescimento no trabalho.

Ao Instituto Camões e à Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTIL), por todo o apoio financeiro que me ajudou durante dois anos neste curso.

Ao meu marido Eldinho dos Santos Antunes, que sempre me deu coragem e espírito de luta ao longo deste curso.

Aos meus filhos, Tristan José Marçal dos Santos, Fredylton José Marçal dos Santos e Grecilya Rosita da Silva Antunes, pela minha ausência no sentido de concluir este trabalho.

Aos colegas do grupo de investigação em Ensino e Divulgação das Ciências, Kristiani, Debora, Barbara e Fredson pela troca de experiências e ideias, que me fizeram enxergar além do que pudera.

Aos estudantes do primeiro ano do departamento de ensino da física na Faculdade de Educação, Arte e Humanidades da Universidade Nacional Timor Lorosa'e em Timor-Leste, que participaram nesta investigação, obrigado pela sua disponibilidade e pela colaboração que tornou possível este trabalho.

Resumo

Cada vez mais, os professores de ciências usam as simulações computacionais como ferramentas de ensino e aprendizagem nas suas aulas, pois estas permitem abordar conteúdos com elevado grau de abstração e visualizar fenômenos dificilmente reproduzidos em contexto escolar. Além disso, as simulações permitem uma abordagem diferenciada, focada num método ativo e centrado nos estudantes, de modo a aumentar a motivação pelo tema e também a compreensão do mesmo. Devido à ausência de laboratórios didáticos em muitas das escolas timorenses, o ensino realizado é maioritariamente expositivo o que dificulta a compreensão por parte dos estudantes dos conceitos associados à termodinâmica que são, regra geral, abstratos. Neste trabalho, estudou-se o efeito da utilização de uma simulação computacional PhET sobre os gases ideais na aprendizagem de conteúdos de termodinâmica, num curso introdutório de termodinâmica. O estudo foi realizado na Universidade Nacional Timor Lorosa'e em Timor-Leste, com uma amostra de conveniência constituída por 20 estudantes do curso de ensino de física. A metodologia utilizada foi o estudo de caso descritivo. A recolha de informação foi feita através de inquérito por questionário, com questões de resposta numa escala do tipo Likert e com questões abertas, bem como a observação de campo com notas naturalistas. Os resultados encontrados apontam para uma maior motivação dos estudantes com a utilização da simulação computacional como ferramenta didática, bem como a perceção de um melhor entendimento conceptual dos conteúdos lecionados, o que leva à conclusão de que a implementação da simulação computacional, no caso investigado, pode ser considerada como um sucesso educativo nas condições da investigação. Perspetiva-se, no futuro, a continuação da utilização de simulações no ensino da termodinâmica e outras áreas da física, para fortalecer a aprendizagem dos estudantes timorenses.

Palavra Chave: Perceção dos estudantes sobre a aprendizagem por simulações computacionais, simulação PhET, termodinâmica, aprendizagem ativa, ensino por simulações computacionais.

Abstract

Increasingly, science teachers are using computer simulations as teaching and learning tools in their classes, as these allow for addressing highly abstract content and visualizing phenomena that are difficult to reproduce in a school context. Furthermore, simulations enable a differentiated approach, focused on an active and student-centered method, which increases motivation for the subject and also enhances understanding. Due to the lack of educational laboratories in many Timorese schools, teaching is predominantly expository, making it difficult for students to understand the concepts associated with thermodynamics, which are generally abstract. This study investigated the effect of using a PhET computer simulation on ideal gases in learning thermodynamics content in an introductory thermodynamics course. The study was conducted at the National University of Timor Lorosa'e in Timor-Leste, with a convenience sample of 20 undergraduate physics students. The methodology used was descriptive case study. Data collection was carried out through a questionnaire survey, with questions answered on a Likert scale and open-ended questions, as well as field observation with naturalistic notes. The results indicated greater student motivation with the use of computer simulation as a teaching tool, as well as a perception of better conceptual understanding of the content taught. This leads to the conclusion that the implementation of the computer simulation, in the case investigated, can be considered an educational success under the conditions of the research. The future perspective is to continue the use of simulations in teaching thermodynamics and other areas of physics, to strengthen the learning of Timorese students.

Keywords: Perception of students on learning through computer simulations, PhET simulation, thermodynamics, active learning, teaching through computer simulations.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Tabelas	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Abreviaturas	ix
Lista de Apêndices	xii
Introdução.....	1
1. Contextualização da investigação.....	3
1.1. Contexto educacional de Timor - Leste.....	3
1.2. A Universidade Nacional Timor Lorosa'e	4
1.3. Utilização de simulações em física	6
1.4. Simulação PhET	7
1.5. Conceitos de termodinâmica	8
1.5.1. Gás ideal	8
1.5.2. Leis dos gases ideais	10
1.6. Simulação PhET em termodinâmica.....	13
1.6.1. Introdução dos gases ideais	13
1.6.2. Leis dos gases.....	15
2. Problema e objetivo da investigação.....	16
2.1. Justificação e problema da investigação	16
2.1.1. Justificação do problema	16
2.1.2. Questão da investigação	16
2.2. Objetivos da investigação	17
3. Metodologia da investigação.....	18
3.1. Características da investigação	18
3.3.1. População.....	19
3.3.2. Amostra	20
3.4. Técnica e instrumento da recolha de dados da investigação	20
3.4.1. Recolha de dados por inquérito	20
3.4.2. Instrumento da recolha de dados por inquérito	21
3.4.3. A Recolha de dados por observação	22
3.4.4. O instrumento da recolha de dados por observação.....	22
3.5. Técnica de análise de dados da investigação.....	23

4. Resultados e Discussão	24
5. Considerações gerais e conclusões.....	56
Referências Bibliográficas	58
APÊNDICES	62

Lista de Tabelas

Tabela 3. 1 Características da população.	19
Tabela 3. 2 Tabela de respostas às questões com uma escala para o tipo Likert.	21
Tabela 4. 1 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 1 da parte I.	25
Tabela 4. 2 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 2 da parte I.	27
Tabela 4. 3 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 3 da parte I.	29
Tabela 4. 4 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 4 da parte I.	31
Tabela 4. 5 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 5 da parte I.	33
Tabela 4. 6 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 6 da parte I.	35
Tabela 4. 7 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 7 da parte I.	36
Tabela 4. 8 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 1 da parte II.	40
Tabela 4. 9 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 2 da parte II.	41
Tabela 4. 10 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 3 da parte II...	43
Tabela 4. 11 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 4 da parte II...	45
Tabela 4. 12 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 5 da Parte II.	47
Tabela 4. 13 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 6 da parte II.	49
Tabela 4. 14 Transcrições das respostas dos estudantes na questão 7 da parte II.	52

Lista de Figuras

Figura 1. 1 Características do gases ideais.	9
Figura 1. 2 Gráfico relação pressão e volume (isotérmica).	10
Figura 1. 3 Figura relação volume e temperatura (isobárica).	11
Figura 1. 4 Relação entre pressão e temperatura a volume constante (isocórico).	12
Figura 1. 5 Página inicial da simulação do PhET.	13
Figura 1. 6 Visualização inicial sobre a introdução para escolha da simulação com as características dos gases e as leis dos gases.	14
Figura 1. 7 Movimentos as partículas pesadas e leves em um recipiente.	14
Figura 1. 8 Página inicial da simulação leis dos gases.	15
Figura 4. 1 Frequência dos estudantes que responderam às questões da parte I e parte II.	24
Figura 4. 2 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 1 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	26
Figura 4. 3 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 2 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	28
Figura 4. 4 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 3 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	30
Figura 4. 5 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 4 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	32
Figura 4. 6 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 5 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	34
Figura 4. 7 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 6 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	36
Figura 4. 8 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 7 na parte I. Resultado mostrado em termos do número de estudante.	38
Figura 4. 9 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 1 na parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	41
Figura 4. 10 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 2 na Parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	43
Figura 4. 11 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 3 na Parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	44
Figura 4. 12 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 4 na Parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.	46

Figura 4. 13 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 5 na parte II.
Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.

49

Figura 4. 14 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 6 na Parte II.
Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.

51

Figura 4. 15 Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 7 na parte II.
Resultado mostrado em termos do número dos estudantes

54

Lista de Abreviaturas

EBTC	ENSINO BÁSICO TERCEIRO CICLO
ESG	ENSINO SECUNDÁRIO GERAL
ESTV	ENSINO SECUNDÁRIO TÉCNICO VOCACIONAL
FEAH	FACULDADE EDUCAÇÃO, ARTES E HUMANIDADES
PhET	PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY
PPP	PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO
PQLP	PROGRAMA DE QUALIFICAÇÃO DOCENTE E ENSINO DE LÍNGUA PORTUGUESA
RDTL	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DE TIMOR-LESTE
UNTAET	UNITED NATIONS TRANSITIONAL ADMINISTRATION IN EAST TIMOR
UNTL	UNIVERSIDADE NACIONAL TIMOR LOROSA'E

Lista de Apêndices

Apêndice 01.a	Roteiro da 1ª parte da atividade da simulação PhET- professor de termodinâmica
Apêndice 01.b	Roteiro da 2ª parte da atividade da simulação PhET - professor de termodinâmica
Apêndice 02.a	Roteiro do estudante ao simulações PhET termodinâmica (introdução dos gases)
Apêndice 02.b	Roteiro do estudante ao simulações PhET termodinâmica (leis dos gases)
Apêndice 03	Questionário
Apêndice 04.a	Painel dos questionário aos professores (consultado)
Apêndice 04.b	Painel dos questionário aos professores (validação)
Apêndice 05	Nota de campo durante pesquisa na UNTL em Timor-Leste

Introdução

A educação em física é uma atividade que envolve ensino e aprendizagem, na qual coexistem sempre a teoria e a prática, sendo que as atividades práticas ajudam particularmente a reduzir as dificuldades dos estudantes na compreensão de conceitos científicos (Hofstein & Lunetta, 2004). Conforme explicado por Pereira & Moreira (2017) a realização de atividades experimentais, como uma estratégia de ensino adquirida, é altamente eficaz para os estudantes superarem dificuldades na aprendizagem e os professores melhorarem as suas práticas no ensino da física, de maneira significativa e sequencial.

Então, como afirma por Cunha (2008), os trabalhos práticos são ações que quando realizados em laboratório com instrumentos de laboratório, os estudantes podem conduzir suas próprias pesquisas. Esse equipamento deve ser adequado para facilitar aos estudantes e professores a realização das atividades laboratoriais.

Neste caso, as atividades práticas em laboratório envolvem o uso de instrumentos de laboratório disponíveis e, por vezes, é possível usar equipamentos simples e de baixo custo para realizar as experiências. No entanto, tudo isso não é suficiente para explicar todos os conceitos existentes na ciência física, pois a ciência possui conceitos abstratos e concretos.

Percebemos, com base em nossa experiência em sala de aula, o desinteresse da maioria dos estudantes em participar das aulas teóricas e práticas de física, devido à falta de equipamentos ou instrumentos (recursos educativos) que facilitem a compreensão dos conceitos de física. Às vezes, eles também precisam imaginar coisas que nunca imaginaram ver com olhos normais. Um exemplo é instruir os estudantes a imaginarem o fluxo de eletricidade ou gás, e que por vezes eles descrevem de maneira que não corresponde ao que esperamos.

A disciplina de física é uma das áreas do ensino secundário e pré-secundário onde os estudantes enfrentam mais dificuldades na compreensão dos conteúdos. Isso torna o trabalho dos professores de física mais desafiador, especialmente considerando as limitações de instrumentos nas escolas timorenses. Essa limitação de recursos é um obstáculo que os professores precisam superar ao buscar métodos que facilitem a explicação da relação entre teoria e prática.

Diante deste cenário, a tecnologia da informação e comunicação desempenha um papel crucial na educação. Com a globalização, os professores devem ser criativos e

inovadores para atrair e motivar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem, buscar alternativas que possam transformar o sistema convencional de aprendizagem em um sistema mais eficaz e eficiente, com o suporte de ferramentas computacionais.

É neste contexto que, no âmbito desta investigação, foi usada uma simulação computacional (adiante designada simplesmente por simulação) da plataforma online PhET, para o ensino de conteúdos específicos da termodinâmica, nomeadamente as leis dos gases ideais, aos estudantes do curso do ensino de física. A escolha deste tópico da física deve-se à dificuldade que, habitualmente, os estudantes manifestam ter na aprendizagem dos conteúdos de termodinâmica, pelo facto de esta abordar conceitos abstratos cuja interpretação ao nível macoscópico e até micoscópico se revela difícil.

Assim, procurou-se estudar se o uso de ferramentas de ensino e aprendizagem simples como as simulações computacionais, podem ser engajantes para a realização de atividades práticas e se o uso de software tecnológico pode ser interpretado pelos estudantes como uma ajuda para analisar e interpretar conceitos físicos abstratos na área da termodinâmica.

1. Contextualização da investigação

1.1. Contexto educacional de Timor-Leste

Timor-Leste é um pequeno país localizado no continente asiático, que celebrou o dia da sua restauração da independência em 20 de maio de 2002. Desde a conquista da independência, Timor-Leste tem dedicado esforços significativos para melhorar o sistema educacional, visando assegurar a qualidade dos recursos humanos. Grandes progressos foram alcançados, especialmente no que diz respeito ao acesso à educação, ao desenvolvimento e reabilitação das escolas, à elaboração de currículos e à formação de professores, como está escrito na CONSTITUIÇÃO RDTL (2002), art. 59.1):

“O Estado reconhece e garante ao cidadão o direito à educação e à cultura, competindo-lhe criar um sistema público de ensino básico universal, obrigatório e, na medida das suas possibilidades, gratuito, nos termos da lei”

Portugal e Indonésia tiveram sistemas educacionais diferentes, conforme afirmado por Soares (2020), que influenciaram o sistema de ensino em Timor-Leste, resultado de 450 anos de colonização portuguesa com um sistema educacional restrito a certas pessoas, enquanto a Indonésia teve 24 anos com um sistema educacional aberto a todos. Desde 2002, então na realidade Timor-Leste implementou um sistema educacional semelhante ao da Indonésia, garantindo que todas as crianças e adultos tenham acesso à educação de forma equitativa.

Dentro deste contexto, Timor-Leste passou por várias fases de transição e transformação no sistema educacional e no método de ensino, conforme citado por Carvalho (2018). Após o período de colonização portuguesa com o uso exclusivo da língua portuguesa, a entrada da Indonésia resultou na implementação do currículo indonésio, utilizando o idioma indonésio.

Entretanto, durante a transição no período de 1999-2000, houve uma mudança do uso do indonésio para a língua portuguesa, e assim sucessivamente, até a promulgação da Lei Base da Educação em 2008. Relacionado à transição linguística, Timor-Leste estabeleceu suas línguas oficiais como o tétum e o português. Na prática, em Timor-Leste é mais dominante o uso do tétum, considerando o português como uma língua principalmente na escrita no ensino e aprendizagem.

Portanto, o sistema educacional timorense focaliza principalmente na elaboração de um currículo relevante às condições e situações em Timor-Leste. Isso porque o currículo

serve como guia para conduzir o processo de aprendizagem nas escolas, visando preparar recursos humanos com qualidade.

O currículo é considerado um documento de orientação concreto implementado de forma inter-relacional entre estudantes e professores (Pacheco, 2002; Soares, 2020). Portanto, após a implementação da reforma curricular, foi necessário realizar uma avaliação para rever se a reforma do currículo era relevante para as condições e situações na educação, especialmente dentro da sala de aula, para atingir o objetivo que existe.

No entanto, Timor-Leste já realizou uma reforma curricular desde o ensino básico até ao ensino secundário. De acordo com Martins & Ferreira (2013), o novo currículo foi implementado pelo Ministério da Educação da RDTL no décimo ano, com foco intensivo em todas as áreas, especialmente naquelas relacionadas à infraestrutura e formação dos professores. Apesar dos esforços que têm sido realizados pelo Ministério da Educação, muitos ainda não atingiram os padrões desejados. Baseado no ME-RDTL (2017, p. 109), Albino (2020) escreve que:

“Relativamente às questões curriculares, foram identificados como desafios: (i) assegurar a consistência e coerência dos conteúdos e das metodologias dos diferentes níveis de ensino, “uma vez que o desenvolvimento de cada um deles decorreu em momentos distintos”; e (ii) reforçar o investimento na formação contínua dos docentes e assegurar a distribuição “do número adequado de manuais e materiais didáticos para todos os professores e estudantes” (p.44).

O autor também acrescenta que a falta de recursos humanos para lidar com esse problema e também a falta de recursos nas escolas em termos de equipamentos e materiais para facilitar o processo de ensino, incluindo laboratórios e bibliotecas, são alguns dos desafios.

Com tudo isso, torna-se um desafio para os professores que ensinam em áreas de estudo baseadas no ensino experimental, como a física. Isso ocorre devido ao fato de o conteúdo sempre envolver práticas para compreender conceitos que, na realidade, desde o ensino fundamental até à universidade, maioritariamente ainda utilizam equipamentos simples para realizar experiências.

1.2. Universidade Nacional Timor Lorosa'e

A Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL) é a única universidade geral em Timor-Leste como estabeleceu pelo United Nations Transitional Administration in East Timor

(UNTAET) em 2000, com o objetivo de assegurar a formação superior aos estudantes que ainda não concluíram os estudos na Universitas Timor-Timur (Untim) e aos estudantes da Politeknik Hera, criados durante o período de ocupação indonésia (Silva et al., 2022). Esta Universidade foi fundada pelos professores que lecionam nas duas instituições mencionadas (DL N.º 6/2010).

A UNTL é considerada uma instituição de ensino superior geral em Timor-Leste, sendo que o nível de ensino subsequente para os estudantes que terminaram a educação no ensino secundário e se preparam para alcançar autonomia pessoal e intelectual (Queiró, 2017). Portanto, com a criação desta instituição, o Plano Estratégico de Desenvolvimento Nacional 2011-2030 acrescenta que:

“A UNTL serve os propósitos nacionais de ensino e de investigação com vista ao conhecimento especializado da comunidade, promovendo a liberdade de pensamento e fortalecendo a cultura e a democracia timorense (DE, 2011)”.

Neste contexto, a UNTL pode ser considerada como um centro de excelência em ciências pertencente ao estado de Timor-Leste. Portanto, é esperado que ela desempenhe um papel fundamental, com a responsabilidade de fornecer formação de qualidade para recursos humanos, utilizando tecnologia adequada (Freitas, 2023).

Neste momento, a UNTL tem 9 faculdades, incluindo a Faculdade Educação e Artes Humanidade (FEAH), que abrange vários departamentos. Um deles é o departamento de ensino da física, com o propósito de formar, treinar e capacitar os professores para lecionar a disciplina de Física nos Ensinos Básico Terceiro Ciclo (EBTC), Ensino Secundário Geral (ESG) e Ensino Secundário Técnico Vocacional (ESTV), tendo como objetivo final a preparação de indivíduos competentes para a sociedade (Freitas 2023).

Para alcançar este objetivo, é essencial disponibilizar espaços adequados, recursos educativos apropriados e profissionais qualificados, com conhecimentos e competências. Mas, na realidade, a maioria dos professores continua ainda a utilizar métodos tradicionais e o equipamento disponível é frequentemente insuficiente. Assim, é crucial que o governo, em especial as instituições pertinentes, esteja atento a esta situação. Atualmente, o governo de Timor-Leste implementou medidas em relação ao uso da língua portuguesa, nomeadamente através do Projeto Político Pedagógico (PPP) do Programa de Qualificação Docente e Ensino de Língua Portuguesa (PQLP), como explicam Scartezini & Carvalho (2016).

No entanto, na FEAH ainda não há programas de formação contínua específicos de cada área, nomeadamente na de ensino de física. Seria importante criar alguma

formação de capacitação sobre métodos de ensino, para aprimorar abordagens dos professores ao ensino na sala de aula, porque essa seria uma forma de os professores saberem mais sobre como ensinar e poderem escolher quais as abordagens potencialmente mais eficazes para implementar em sala de aula, de acordo com a era tecnológica atual, já que a maioria dos professores ainda utiliza métodos tradicionais.

Portanto, na realidade atual em Timor-Leste, os professores desafiam-se apenas em aprender como utilizar a língua portuguesa na sala de aula, sem estarem plenamente conscientes de que estamos numa era tecnológica, onde poderíamos facilitar o processo de ensino de uma maneira mais eficiente.

1.3. Utilização de simulações em física

A simulação pode ser interpretada como um processo de imitação de um equipamento ou processo de operação, que utiliza um computador como um sistema que geralmente descreve características abstratas que se tornam reais para o utilizador. No entender de Barbosa (2016), uma simulação é uma programação baseada em computador que, no processo, fornece animação sobre eventos ou fenómenos abstratos e reais. Para Santos (2022), no ensino da física, as simulações computacionais permitem colocar os estudantes em contacto imediato com o computador, como elementos dinamizadores das soluções ali desenvolvidas, uns tentando reproduzir e outros abordando fenómenos físicos reais, sendo possível manipular algumas grandezas físicas e constatar imediatamente esses resultados. Segundo Fiolhais e Trindade (2003), uma simulação é uma situação em que o modo de operação não é claro ou está envolto em mistério ou imaginação.

Assim, as simulações computacionais em ciência são recursos para apresentar ou imitar condições reais na forma de números e símbolos utilizando programas de computador, de modo que se torne mais fácil para os estudantes aprenderem sobre ciência. Para Ferreira (2016), a utilização das simulações computacionais no ensino da física é um processo que permite ao estudante verificar com o fenómeno real e operar com grandezas física, enquanto Escórcio (2018) uma aproximação explica que o uso de simulações surge como uma premissa que incluir animação, visualização e interatividade nas atividades laboratoriais.

Portanto, a simulação é um recurso usado para uma abordagem atual na educação em ciências, baseada em computador. Tem como vantagem o uso de tecnologia que é acessível para todos e pode auxiliar todos aqueles que desejam aprender sobre ciência em qualquer área, e os professores podem utilizar em sala de aula em atividades de

ensino e aprendizagem para melhorar os conhecimento dos estudantes, e também atrair o interesse dos estudantes sobre os conceitos abstratos.

1.4. Simulação PhET

O PhET é um projeto educacional criado pela Universidade do Colorado. As simulações são de acesso livre a partir o URL <http://phet.colorado.edu> e, na versão em português, pode ser acedido através do URL http://phet.colorado.edu/pt_BR. O projeto PhET visa simular situações envolvendo conceitos abstratos das disciplinas de física, química, biologia e matemática, permitindo que os estudantes sejam ativos e interativos na melhoria da sua compreensão (Sampaio, 2017).

De acordo com Boechat (2012), as simulações PhET são ferramentas que podem auxiliar o processo de ensino-aprendizagem da física, proporcionando situações em que os estudantes estudam em grupo, em condições mais ativas e interativas entre eles. Além disso, eles podem utilizar as simulações para realizar atividades em casa. Dessa forma, os estudantes não apenas estudam na escola, mas também têm a oportunidade de explorar as simulações em casa e em qualquer outro lugar.

O uso das simulações permite que os estudantes aprendam por meio de problemas, absorvendo melhor o conteúdo conceptual e também facilita a compreensão de aspectos práticos que envolvem o uso de instrumentos de laboratório (Zara, 2011). As simulações PhET auxiliam não apenas os estudantes, mas também os professores no processo de ensino-aprendizagem. Fiolhais e Trindade (2003) acrescentam que a plataforma PhET pode ajudar os professores a preparar aulas dinâmicas, onde os estudantes trabalham em grupos para realizar experiência e, posteriormente, discutir os resultados obtidos na simulação. Nesse caso, o papel do professor é facilitar e orientar os estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem.

Wieman et al. (2008) no afirmam que as simulações PhET têm diversos efeitos positivos na aprendizagem da física. Alguns desses impactos incluem: (1) proporcionar aos estudantes uma boa compreensão dos conceitos básicos da ciência; (2) fazer com que os estudantes se sintam como cientistas enquanto estudam; (3) tornar o aprendizagem do mais interessante, pois os estudantes podem aprender com as simulações; e (4) ser utiliza como uma abordagem de aprendizado que requer o envolvimento e a interação dos estudantes.

Portanto, esse tipo de recurso educativo deve ser implementado na sala de aula para atrair a atenção e motivação dos estudantes na participação nas aulas e também melhorar a aprendizagem dos estudantes de conteúdos específicos.

1.5. Conceitos de termodinâmica

A termodinâmica é um dos ramos da física e pode ser definida como a ciência que estuda os fenómenos que envolvem causas e efeitos envolvendo a variação de temperatura, pressão e volume. Silvestre et al. (2022) afirmam que a termodinâmica é a ciência que trata especificamente da transferência de energia térmica em um sistema, possibilitando a descrição das propriedades macroscópicas do material. Lesche (2021) acrescenta que a termodinâmica introduz uma nova medida na definição macroscópica da matéria, correspondendo a uma distribuição contínua de matéria.

Oliveira et al. (2017) sustentam que a termodinâmica é um ramo da física e da química que estuda as relações entre pressão, volume e temperatura. Segundo Silvester et al. (2022), O estado termodinâmico de um sistema é descrito de forma quantitativa por grandezas como volume, pressão, temperatura, estrutura e quantidade total de matéria que o constitui, conhecidos como variáveis de estado de grandeza macroscópica

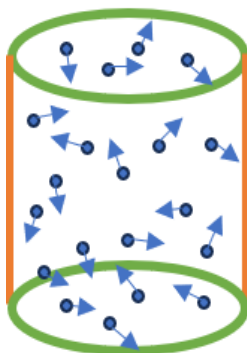
Portanto, a termodinâmica pode ser interpretada como uma ciência que explica a relação entre variáveis de estado macroscópicas, descrevendo o comportamento de sistemas físicos.

1.5.1. Gás ideal

O gás é um dos estados da matéria. Os gases adotam a forma e o volume do recipiente que os encerram e seus constituintes mantêm um movimento desordenado, não estando sujeitos a quaisquer interações intercorpúsculares. Quando a temperatura aumenta, isso resulta num aumento da velocidade média dessas moléculas, diferenciando-se ainda mais do estado líquido, no qual as moléculas estão mais próximas entre si. Nos gases ocorrem colisões que provocam alterações nas trajetórias das moléculas, mas não se considera existir perturbação proveniente das forças intermoleculares (Silva, 2019), como mostra a figura 1.1 No livro “Fundamentos de Física 2”, de Halliday et al. (1983, p.209), explica-se que o modelo do gás ideal pode descrever e prever alguns dos comportamentos de gases reais.

Figura 1. 1

Características do gases ideais.



Fonte: acervo da autora

No entanto, o gás é visto como corpúsculos. A teoria corpuscular da matéria busca explicar as características da matéria em uma escala maior, conectando-as à estrutura e ao comportamento dos átomos ou moléculas que a constituem (Young et al, 2008). Adicionalmente, há uma teoria específica que procura descrever as propriedades do gás ideal, conhecida como teoria cinética dos gases.

No estudo de Martins (2020), ele aborda a teoria cinética dos gases, a qual se apoia em um conjunto de suposições sobre os gases ideais:

1. Constituição:

- Um gás é constituído por um número muito elevado de átomos ou moléculas (partículas).
- As partículas estão, em média, separadas por distâncias muito superiores às suas dimensões.

2. Características:

- As partículas têm massa mas o seu volume é muito pequeno (desprezável).
- As partículas do gás são todas idênticas. O gás é uma substância.

3. Movimento:

- Por terem massa, o seu movimento é descrito pelas leis de Newton.
- Contudo, o movimento das partículas confinadas a um recipiente é aleatório.

4. Comportamento

- O choque das partículas, entre si e com as paredes do recipiente, é elástico.
- Da hipótese anterior resulta que a energia das partículas do gás é constante.

5. Interações:

Não há qualquer interação, atrativa ou repulsiva, entre as partículas de um gás ideal.

6. Domínio de validade:

- As hipóteses anteriores só são válidas a pressões baixas e temperaturas elevadas.

- Aumentando a pressão e/ou reduzindo a temperatura, há redução da distância de separação entre as partículas, aumento da interação entre elas e o seu volume deixa de ser desprezável.

1.5.2. Leis dos gases ideais

Os gases perfeitos obedecem a três leis bastante simples, que são a lei de Boyle, a lei de Gay-Lussac e a lei de Charles Charles. Essas leis são formuladas segundo o comportamento de três grandezas que descrevem as propriedades dos gases: a pressão, o volume e a temperatura absoluta.

1.5.2.1. Lei de Boyle

O químico britânico Robert Boyle (1627-1691), por volta de 1662, realizou uma série de experiências, nos quais determinou o efeito da pressão sobre o volume de uma certa massa de gás, que define:

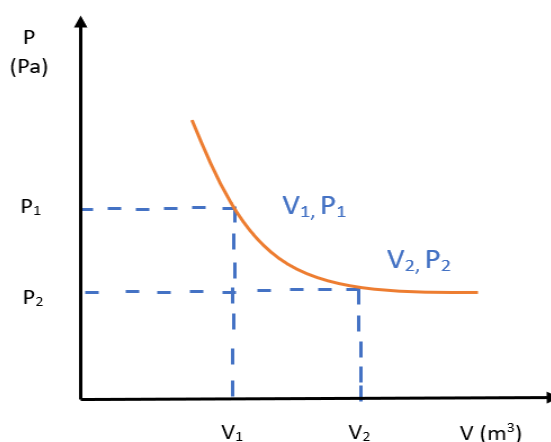
“Se mantivermos a temperatura e o número de moléculas do gás constantes, o volume do gás é inversamente proporcional à sua pressão” (Silvester et al., 2022, p.315).

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} \iff P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (1)$$

O resultado desta fórmula pode ser representado graficamente, como se observa na figura 1.2, que mostra uma curva denominada *isotérmica*, que corresponde a uma linha em que a variação de pressão e de volume ocorre a temperatura constante.

Figura 1. 2

Gráfico relação pressão e volume (isotérmica).



Fonte: acervo da autora

1.5.2.2. Lei de Charles

Mais de um século depois, os investigadores franceses Jacques Alexandre Cesar Charles, em 1787, e Joseph Louis Gay-Lussac, em 1808, desenvolveram, de forma independente, uma relação entre a temperatura e o volume de uma amostra de gás mantida à pressão constante. Eles observaram que o volume de uma quantidade fixa de gás aumenta linearmente com a temperatura, independentemente da sua natureza, desde que a pressão seja baixa.

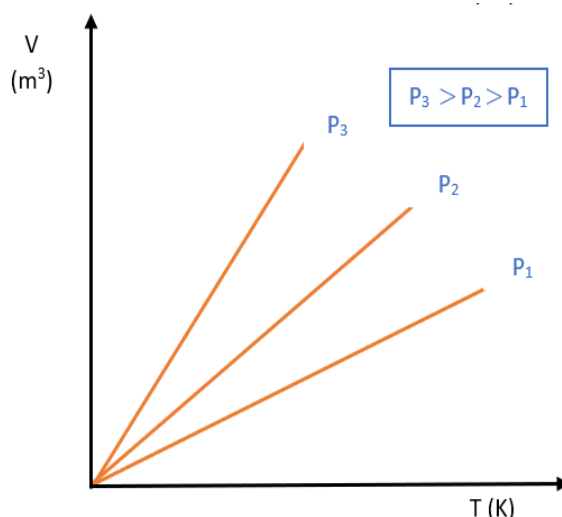
“Se mantivermos a pressão e o número de moles de moléculas do gás constantes, o volume do gás é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta”
(Silvester et al., 2022,p.315)

$$V \propto T \text{ ou } \frac{V}{T} = \text{constante} \quad (2)$$

A expressão (2) traduz a relação entre o volume e a temperatura a pressão constante e constitui a lei de Charles. A sua representação gráfica é apresentada na figura 1.3. A curva chama-se *isobárica* e cada uma indica o comportamento do sistema termodinâmico a pressão constante.

Figura 1. 3

Figura relação volume e temperatura (isobárica).



Fonte: acervo da autora

1.5.2.3. Lei de Gay-Lussac

Gay-Lussac observou experimentalmente que, quando o hidrogénio e o oxigénio reagem entre si para formar vapor de água, dois volumes de hidrogénio sempre reagem com um volume de oxigénio para formar dois volumes de vapor de água. Observações experimentais deste tipo levaram-no a propor a lei de combinação dos volumes.

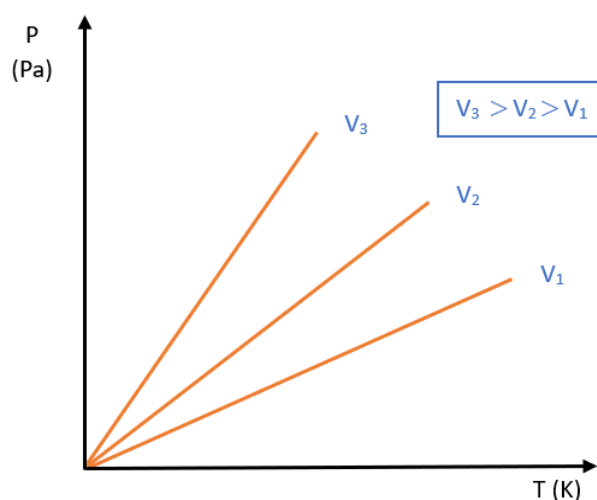
“Se mantivermos o volume e o número de moles de moléculas do gás constantes, a pressão do gás é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta” (Silvestre et al., 2022, p.315)

$$P \propto T \quad \text{ou} \quad \frac{P}{T} = \text{constante} \quad (3)$$

A equação da lei de Gay-Lussac revela uma relação de linearidade entre a pressão do gás e a temperatura a que ele se encontra, a volume constante e é expressa graficamente conforme mostra a figura 1.4, cuja curva é denominada *isovolumétrica* ou *isocórica*.

Figura 1. 4

Relação entre pressão e temperatura a volume constante (isocórico).



Fonte: acervo da autora

1.5.2.4. Equação de gases ideais

A equação de estado de um sistema gasoso é uma expressão que relaciona a pressão (P), a temperatura (T), o volume (V) e o número de moléculas de uma substância. A equação de gás ideal é um tipo simples de equação do estado que significa de descrever o comportamento de um gás em um recipiente fechado (Young & Freedman, 2008, p. 218).

A equação de estado dos gases ideais é o resultado das três leis físicas atrás descritas: a lei de Boyle, $PV = \text{constante}$, a lei de Charles, $\frac{V}{T} = \text{constante}$ e a lei de Gay-Lussac, $\frac{P}{T}$

= constante. Então, as três proporcionalidades acima podem ser juntando-as formam-se a equação de gases ideais:

$$PV = nRT \text{ ou } PV = NkT \quad (4)$$

Legenda:

P= Pressão dos gases (Pa)

V= Volume dos gases (m^3)

N= O número de moléculas dos gases

n= O número de mol (mol)

T= Temperatura (K)

k= Constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

R= Constante dos gases ideais ($8,134 \text{ J/mol K}$) ou ($0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

1.6. Simulação PhET em termodinâmica

As simulações utilizadas nesta investigação focam-se nas propriedades dos gases e na Leis dos gases. De seguida, apresentam-se os passos necessários para utilizar a simulação PhET, a partir das simulações disponíveis na plataforma.

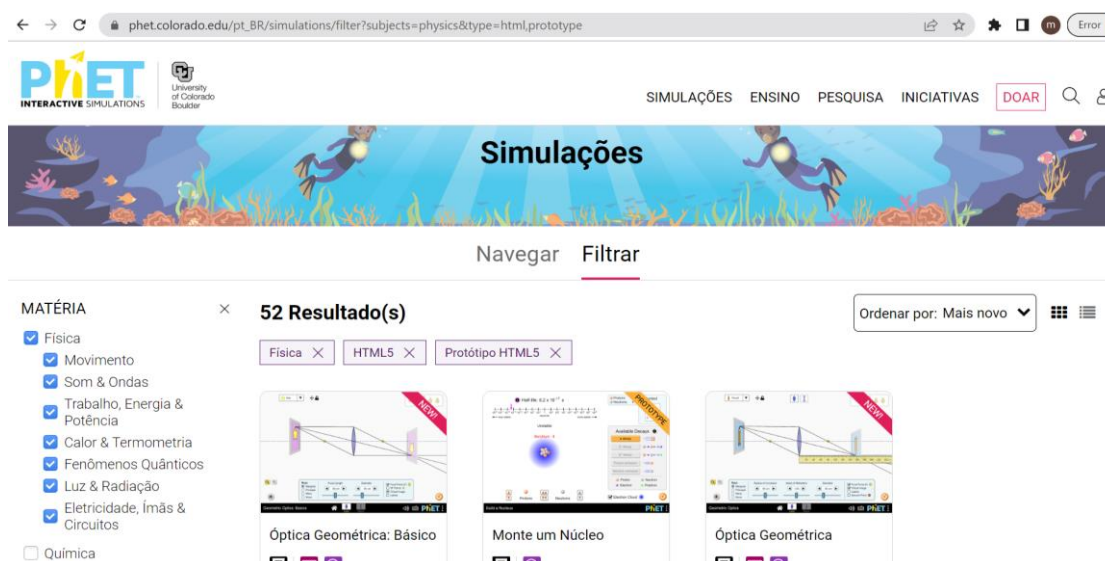
1.6.1. Introdução dos gases ideais

Começar por abrir a primeira página ou aparição inicial na web:

http://phet.colorado.edu/pt_BR, depois aparecerá uma tela como mostra na figura 1.5.

Figura 1. 5

Página inicial da simulação do PhET.

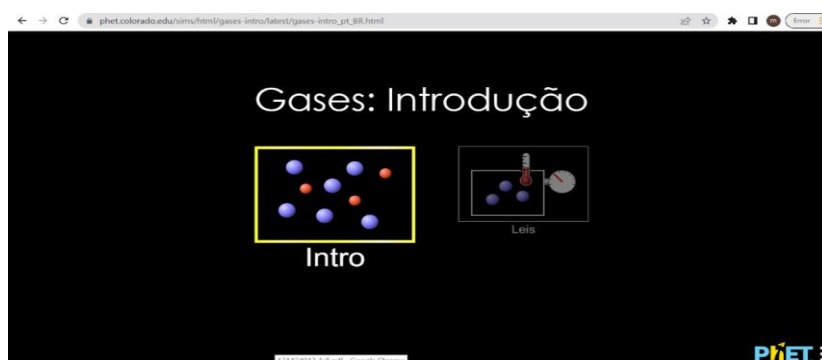


Fonte : http://phet.colorado.edu/pt_BR

A página inicial ou página principal de um *site* / aplicativo contém um resumo de todo o conteúdo, com o objetivo de ajudar os estudantes a entenderem mais facilmente os conteúdos presentes, antes de explorar todas as guias com a página inicial. Depois, a figura 1.6 tem como objetivo levar aos estudantes à escolha da simulação com as propriedades de um gás em um recipiente fechado.

Figura 1. 6

Visualização inicial sobre a introdução para escolha da simulação com as características dos gases e as leis dos gases.

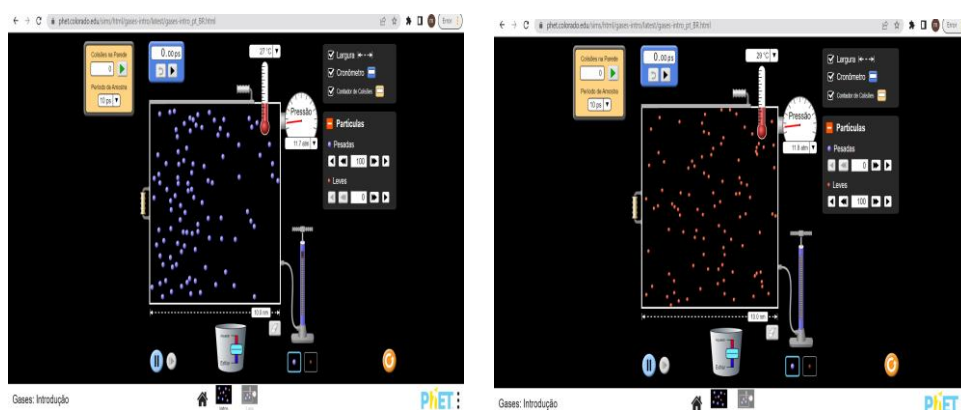


Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_all.html?locale=pt_BR

Além disso, a figura 1.7 mostra que a simulação levará os estudantes a observar o movimento das partículas “pesadas” e das partículas “leves”, num recipiente fechado.

Figura 1. 7

Movimentos as partículas pesadas e leves em um recipiente.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

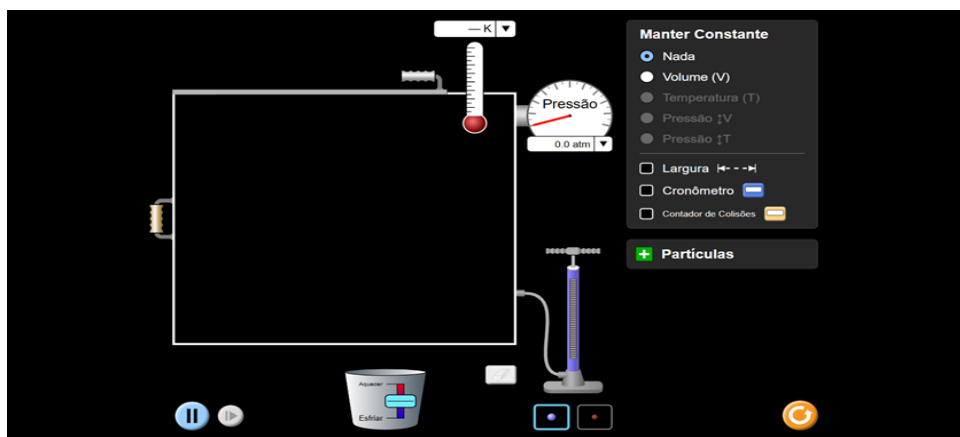
1.6.2. Leis dos gases

A relação do movimento das partículas com as leis dos gases pode ser feita utilizando o website: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html.

Ao aceder, aparecerá uma tela como mostra na figura 1.8.

Figura 1. 8

Página inicial da simulação leis dos gases.



Fonte : https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

A simulação permite levar os estudantes a simular o comportamento dos gases ideais num recipiente fechado, também com o objetivo de eles poderem fazer uma experiência virtual e observar como é a relação entre volume, pressão e temperatura, se um deles for mantido constante: com a lei de Boyle, estudam-se transformações à temperatura constante (isotérmica), com a lei de Charles, transformações à pressão constante (isobárica) e com a lei de Guy-Lussac, transformações na qual o volume é constante (isovolumétrica ou isocórica).

2. Problema e objetivo da investigação

2.1. Justificação e problema da investigação

2.1.1. Justificação do problema

A razão para escolher esta temática é que as escolas em Timor-Leste enfrentam limitações no acesso a equipamento científico laboratorial na prática das ciências físicas. Muitas vezes, os professores enfrentam dificuldades para realizar atividades práticas devido à falta de equipamento disponível. A solução usual é os estudantes prepararem as atividades com instrumentos simples e, posteriormente, realizarem as experiências na escola com a supervisão dos professores.

Esta situação também se verifica no ensino superior, nomeadamente no departamento de ensino de física na Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL), em que não existem condições laboratoriais adequadas. Como resultado, a maioria dos estudantes formados neste departamento não adquire competências em práticas laboratoriais, o que pode prejudicar a implementação de um ensino de qualidade, que mais tarde refletir-se-á no ensino e aprendizagem dos estudantes do terceiro ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. A questão que se coloca neste estudo é se a realização de atividades experimentais virtuais através de simulações computacionais, pode ajudar a ultrapassar a carência de atividades experimentais de laboratório, no ensino e aprendizagem da termodinâmica.

Assim, a utilização das simulações PhET para o ensino da termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e visa ajudar os estudantes a compreender melhor os conceitos mais abstratos da física. Isso proporciona também uma mudança no pensamento dos futuros professores, porque incentiva-os a utilizar simulações como uma ferramenta para tornar, expectavelmente, as aulas mais participadas, interativas e eficazes na aprendizagem. Dessa forma, a proposta visa não apenas aprimorar o entendimento dos estudantes mas também promover uma abordagem de ensino centrada nos estudantes, contrária ao método texpositivo (dito tradicional) centrado no professor.

2.1.2. Questão da investigação

Com base no problema identificado, podemos formular a seguinte questão orientadora deste trabalho de investigação: qual a perceção dos estudantes sobre a utilização das simulações PhET (introdução aos gases e leis dos gases) no processo de ensino e aprendizagem da termodinâmica?

A partir desta questão, podemos formular as seguintes questões de investigação:

1. De que forma a utilização de simulações pode motivar os estudantes no ensino dos conceitos de gases?
2. As simulações são um recurso vantajoso para a participação dos estudantes nas aulas sobre gases?
3. Que percepção têm os estudantes sobre a aprendizagem de conceitos de termodinâmica através do uso de simulações?

2.2. Objetivos da investigação

Os objetivos desta investigação são:

1. Avaliar o potencial educativo de simulações que possam ser usadas nas aulas sobre gases, promovendo a sua utilização em pequenos grupos.
2. Analisar como os estudantes avaliam as diversas simulações implementadas na investigação.
3. Investigar como os estudantes se sentem motivados pelas atividades envolvendo simulações.
4. Avaliar se a participação dos estudantes nas aulas sofre alteração devido ao uso de simulações.

3. Metodologia da investigação

Nesta investigação foi feita uma abordagem qualitativa e utilizou-se um desenho de estudo de caso descritivo, pois pretendeu-se encontrar uma solução para as dificuldades da aprendizagem dos conceitos e leis da termodinâmica pelos estudantes do departamento do ensino de física da UNTL, encontrando caminhos que conduzissem a essa solução. Portanto, esta seção explicará os procedimentos da metodologia usada durante o processo da investigação.

3.1. Características da investigação

Pereira e Shitsuka (2018) referem que o estudo de caso é um método usado para investigar fenômenos individuais e geralmente baseiam-se no método qualitativo. Neste estudo, o caso considerado foram os estudantes do curso de física que apenas utilizam materiais simples para realizar experiências por causa da limitação de instrumentos de laboratório disponíveis e que, talvez por isso, manifestam dificuldade na aprendizagem dos conceitos e leis da termodinâmica por estes serem abstratos.

Então, pode-se definir que a tipologia desta investigação é a de um estudo de caso com método qualitativo descritivo, porque a investigadora descreve as situações que ocorrem a partir da análise dos dados obtidos no sentido de encontrar uma solução para o problema da aprendizagem dos estudantes tal investigação permitirá ter uma ideia da percepção da aprendizagem pelos estudantes, por investigação guiada, que resulta da utilização da simulação PhET, bem como do grau de participação e motivação dos estudantes que foram envolvidos neste estudo, os quais pertencem ao departamento do ensino de física da UNTL.

3.2. Fases de investigação

Esta investigação foi conduzida em três fases distintas. Inicialmente, houve a fase de preparação, que abrangeu a determinação do tema da investigação, a busca por dados ou informações pertinentes ao tema e a escolha da simulação PhET, devido à sua capacidade de auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos abstratos. Esta fase também incidiu na elaboração do roteiro de exploração da simulação PhET, para o professor (Apêndice 01.a e 01.b) e para os estudantes (Apêndice 02.a e 02.b), o desenvolvimento de instrumentos de coleta de dados (Apêndices 04.a e 04.b), a identificação do local e da população de investigação, bem como a seleção da amostra.

A fase subsequente foi a de implementação da investigação, na qual foram realizadas atividades de ensino conforme o roteiro da simulação PhET. Esta fase decorreu no segundo semestre do curso do ensino de física durante sete aulas, num total de 14 horas letivas. Os estudantes trabalharam colaborativamente e para tal, foram divididos em grupos de 5 elementos cada, sendo que em cada grupo havia sempre pelo menos dois computadores.

Durante esse processo, ocorreu a observação e registro do comportamento dos estudantes em notas de campo naturalistas (Apêndice 05), além da coleta de dados por meio de um questionário (Apêndice 03), visando avaliar opiniões e o grau de motivação dos estudantes durante as atividades com a simulação PhET.

Por fim, a terceira fase consistiu na análise e interpretação dos resultados obtidos na investigação.

3.3. População e amostra

3.3.1. População

A população desta investigação foi constituída pelos estudantes do departamento do ensino de física da Faculdade Educação, Arte e Humanidade (FEAH), da Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL). Na investigação qualitativa, a população é definida como uma área de generalização que consiste em objetos ou sujeitos que possuem características determinadas pelo investigador para serem estudadas e depois tiradas as conclusões. Assim, a população deste estudo são os estudantes que estavam no terceiro ano da licenciatura na universidade, com um total de 100 estudantes divididos em 3 turmas. Mais detalhes sobre as características dos estudantes de cada turma, são mostrados na tabela 3.1.

Tabela 3. 1

Características da população.

Turma	Total estudantes	Masculina	Feminina	Idade (anos)
A	35	17	18	18-20
B	32	12	20	18-20
C	33	19	14	18-20

Fontes: UNTL, faculdade educação arte e humanidade no departamento de ensino da física de Timor - Leste.

3.3.2. Amostra

A amostra é um conjunto tomado como representativo da população e a amostragem é um processo de seleção do número de sujeitos da respondente de uma pesquisa (Coutinho, 2023). Para Vieira (2008), a amostragem é também o processo de determinação de uma parte da população a ser pesquisada.

Assim, a amostra do estudo foi do tipo não-probabilística, selecionada intencionalmente e por conveniência, formada por estudantes do curso do Ensino de Física da Universidade Nacional Timor Lorosa'e. Este tipo de amostra é composta por elementos escolhidos pela investigadora de forma deliberada e a amostra intencional ocorre quando a escolha dos indivíduos é baseada na colaboração necessária, não apenas na representatividade (Vieira, 2008). Assim, a amostragem intencional, também chamada de amostragem discricionária ou amostragem experimental, é utilizada para abordar a questão central da investigação.

No entanto, neste estudo, a investigadora optou por selecionar estudantes representativos da população que possuíam computadores, pois o objetivo principal era utilizar computadores para realizar simulações relacionadas à termodinâmica.

Considerando as limitações dos estudantes, o tamanho da amostra pretendida era de 20% da população, resultando na necessidade de selecionar 100 estudantes. Isso implicou que os estudantes que compuseram a amostra deste estudo foram, portanto, um total de 20 estudantes participando desta investigação.

3.4. Técnica e instrumento da recolha de dados da investigação

A investigação qualitativa é condicionada pelos objetivos, problemas e contexto da própria investigação. Um estudo de caso específico requer a aplicação de diversas formas de coleta de dados, possibilitando a triangulação metodológica. Ou seja, a obtenção de informações sobre o mesmo fenómeno por meio de diferentes métodos visa aumentar a credibilidade e a confiabilidade dos dados. Nesse sentido, utilizou-se o inquérito por questionário e a observação através de notas de campo naturalista, para a coleta de dados neste estudo.

3.4.1. Recolha de dados por inquérito

A técnica de recolha de dados é parte integrante de um método que utilizamos para recolher e tratar da informação sobre a realidade que estamos a investigar. Um dos objetivos deste trabalho foi utilizar o inquérito por questionário, que como afirmam Batista e colaboradores (2021), é a técnica de recolha de dados geralmente utilizada na

área da educação. Tal é também confirmado por Coutinho (2011) em relação ao inquérito por questionário, quando se pretende inquirir um conjunto de indivíduos sobre uma determinada realidade ou fenómeno social.

Por isso, escolheu-se essa técnica para o processo de recolha de dados, uma vez que permite aferir as ideias dos estudantes sobre os fenómenos que são debatidos em sala de aula após o uso da simulação PhET.

3.4.2. Instrumento da recolha de dados por inquérito

O questionário é um instrumento de coleta de dados que consiste em uma série de questões cuidadosamente elaboradas. Conforme explicado por Pereira e Shitsuka (2018) e Mendonca (2014), esse instrumento é utilizado para registar percepções dos respondentes por escrito, a fim de obter informações sobre um tema específico.

Neste contexto, o questionário era constituído por perguntas abertas e fechada que pretendiam conhecer alterações na motivação e na participação dos estudantes após terem utilizado a simulação PhET. Assim, neste caso, foram realizadas perguntas de escolha múltipla, em que o participante indicou seu nível de concordância com certas afirmações através de uma escala do tipo Likert de 6 pontos. Nemoto e Beglar (2014) explicam que a escala de 6 pontos permite categorizar as respostas por duas regiões, considerando-se que de 1 a 3 representam a resposta negativa e de 4 a 6 representam a resposta positiva, conforme categorizado na tabela 3.2. Cada questão era completada por uma resposta aberta onde se pedia ao respondente para justificar a resposta dada anteriormente. As respostas obtidas foram objeto de categorização por análise de conteúdo.

Tabela 3. 2

Tabela de respostas às questões com uma escala para o tipo Likert.

1		2	3	4	5	6
Discordo totalmente		Discordo	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo	Concordo totalmente

Fontes: Nemoto e Beglar (2014).

Há algo relacionado com a validade e fiabilidade do questionário que deve ser tido em consideração antes da sua aplicação à amostra. Isso envolve revisar se o questionário está realmente alinhado com os objetivos e variáveis existentes, assim como com as condições e situações presentes nos locais de investigação.

Boynton e Greenhalgh (2004) afirmam que a reflexão ajudará a esclarecer o propósito do questionário. Além disso, conforme destacado por Dias (1994), é importante refletir sobre as questões da investigação para torná-las relevantes nas condições específicas da investigação.

Portanto, para a validação das questões do questionário também foi consultado um painel de quatro pessoas na FEAH da UNTL, constituído por um doutorado e três mestres, que participaram dessa avaliação no início de outubro de 2023. Como resultado das respostas obtidas nesse painel, surgiram várias questões que foram modificadas, conforme indicado nos apêndices 04.a e 04.b.

Depois, o questionário possuía duas categorias de perguntas, onde a primeira era para verificar o que os estudantes pensavam sobre o uso de simulações em sala de aula, e a segunda era para entender como os estudantes respondiam ao expressar suas opiniões sobre o uso de simulações PhET (introdução e leis) em termodinâmica, relacionadas à sua motivação durante a aprendizagem.

Porém, além do questionário, também existiam instrumentos que apoiaram a recolha de dados, como o roteiro do professor (plano de aula), o roteiro do estudante e a nota de campo.

3.4.3. Recolha de dados por observação

Além da técnica de inquérito, também foi utilizada a técnica de observação para a recolha de dados nesta investigação por ser considerada vantajosa para registar comportamentos dos estudantes em situações de sala de aula. Observar é aplicar os sentidos para obter uma determinada informação sobre algum aspecto da realidade (Simões & Sapeta, 2018) e no caso desta investigação, em que os estudantes exploraram recursos que para eles eram inovadores no contexto letivo, importava registar as suas reações e formas de atuar derivadas do uso das simulações.

Portanto, nesta investigação foram especificamente utilizadas observações em meio natural e a forma de observação usada foi sistemática, descrevendo situações e comportamentos dos estudantes através da observação da investigadora.

3.4.4. Instrumento da recolha de dados por observação

A coleta de dados por observação pode dar informações detalhadas sobre comportamentos e interações dos estudantes em diversos contextos, sobre a utilização da simulação PhET (introdução e leis dos gases). Nesta investigação, ela ocorreu num ambiente natural por meio de anotações diárias, onde o comportamento não foi influenciado por condições artificiais criadas pelo pesquisador.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a nota de campo é uma ferramenta que alimenta a parte descritiva de uma investigação, onde o investigador se esforça ao máximo para registar de forma objetiva e detalhada os eventos que ocorrem no campo. Dadas as características do trabalho realizado nas aulas em que os estudantes exploravam a simulação e discutiam os resultados em pequenos grupos, considerou-se que esta seria a ferramenta mais adequada para a obtenção dos resultados por observação.

3.5. Técnica de análise de dados da investigação

Baseada em Bogdan e Biklen (1994), a análise de conteúdos é o procedimento que permite procurar e estruturar sistematicamente as anotações de entrevistas, as notas de terreno e outros elementos que forem recolhidos, com o objetivo de melhorar a sua interpretação e de lhe permitir transmitir aos outros o que encontrou, como é o caso nesta investigação das respostas abertas encontradas nos questionários.

A técnica de análise de dados utilizada neste estudo de caso foi a qualitativa descritiva que significa analisar, descrever e resumir sobre a utilização das simulações PhET (introdução aos gases e leis dos gases) no ensino e aprendizagem da termodinâmica, a partir de dados obtidos por meio do preenchimento do questionário.

Portanto, na presente investigação, adotamos a análise do conteúdo, com ênfase na categorização da resposta dos estudantes. Conforme Sousa e Santos (2020) destacam, a fase de exploração dos dados tem como propósito a categorização e codificação em uma investigação. As categorias identificadas nesta fase da investigação envolvem identificar os elementos essenciais de uma analogia significativa¹, bem como o processo de dividir e organizar as partes do texto conforme essas categorias.

¹ elementos comuns encontrados nos vários textos

4. Resultado e discussão

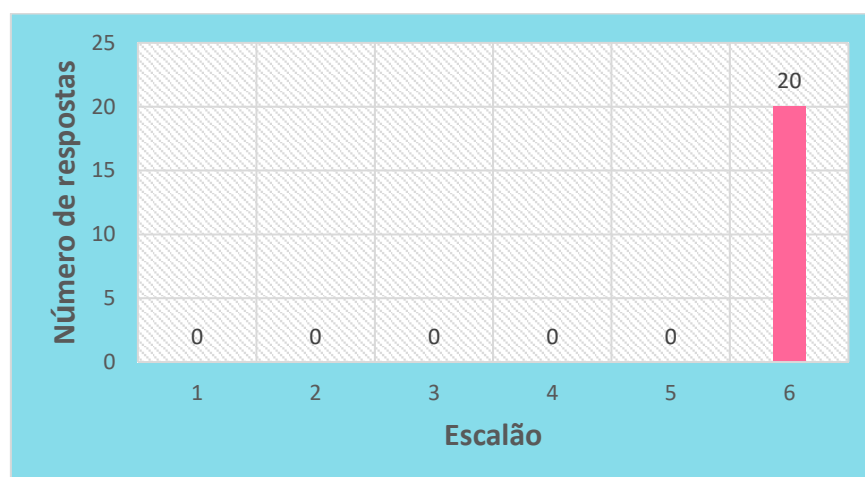
Apesar da implementação da pesquisa no primeiro ano, abrangendo um total de três turmas, nem todos os estudantes foram utilizados como amostra. Apenas aqueles considerados representativos e que tinham acesso a computadores foram incluídos. Com isso, a questão no questionário tinha como foco principal entender como os estudantes davam a sua percepção sobre a utilização das simulações de forma geral e, em particular, a simulação PhET (introdução aos gases e leis dos gases). Para uma compreensão mais completa dos resultados da investigação, apresentam-se os dados em duas partes distintas, nomeadamente: a utilização de simulações na sala de aula e a utilização das simulações PhET (introdução aos gases e leis dos gases) nas aulas de termodinâmica.

4.1. Justificação na escala de Likert

De acordo com o questionário aplicado, a faixa etária dos 20 estudantes varia de 18 a 20 anos de idade. Pelos resultados obtidos, depois foi analisar atravessa de relação entre número de respostas e escalão de Likert apresentaram-se na figura 4.1

Figura 4. 1

Frequência dos estudantes que responderam às questões da parte I e parte II.



Fonte : Acervo da autora

Os resultados da investigação realizada mostram uma situação pouco normal em trabalhos de investigação, pois nas 14 perguntas, todos os estudantes escolheram o mesmo item de Likert correspondente à nota máxima 6.

4.2. Preceção dos estudantes relativamente das simulações

4.2.1. Parte I: Utilização da simulação na sala de aula

Para explicação de cada resposta às sete diferentes questões nesta parte, estão listadas abaixo com suas descrições.

1. As aulas com simulações fornecem uma nova forma de aprendizagem na sala de aula.

As frases de cada estudante que expressaram as opiniões relativamente à questão nº 1 são transcritas na tabela 4.1.

Tabela 4. 1

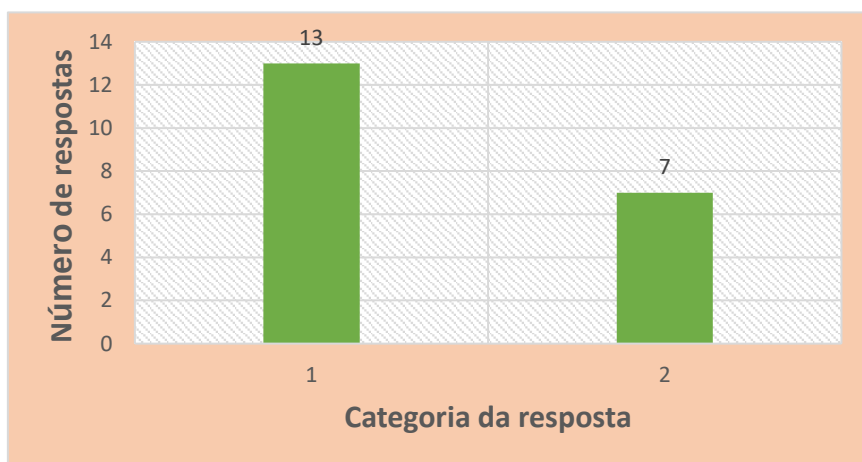
Transcrições das respostas dos estudantes na questão 1 da parte I.

Categoria	Transcrições
1. As simulações oferecem uma aprendizagem através da tecnologia nos computadores.	“Estuda baseada demonstração no computador”. “Eu posso estudar baseada no computador”. “A simulação é uma aprendizagem com demonstração no computador”. “Utilizar o computador fazer a prática” (2 estudantes). “As aulas simulações utiliza laptop para prática virtual”. “As aulas com simulações utiliza tecnologia para aprender a ciência como computador /laptop”. “Estuda baseada no computador” (3 estudantes). “Aprender com animação no computador”. “Realização a prática com computador” (2 estudantes).
2. As aulas com simulações criarão as atividades experimentais no virtual na sala de aula.	“As simulações fornecem práticas virtuais”. “Eu posso fazer praticar no virtual com muitos animações”. “A simulação fornece uma atividade prática virtual que pode realizar na sala de aula”. “Posso aprender teoria e prática juntos”. “A simulação tem prática virtual”. “Aprender prática com animações no virtual”. “Estuda com animações no virtual”.

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas na tabela, verificou-se a existência de duas categorias: 1) As simulações oferecem uma aprendizagem através da tecnologia nos computadores e 2) As aulas com simulações criarão as atividades experimentais virtuais na sala de aula, conforme mostrado na figura 4.2.

Figura 4. 2

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 1 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Treze estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1) e sete estudantes responderam de acordo com a categoria 2). Isto indica que os estudantes consideraram que as simulações foram uma grande novidade para a sua aprendizagem.

2. As simulações parecem ser boas ferramentas para a aprendizagem da física.

As frases de cada estudante que expressaram as opiniões relativamente à questão nº 2 como se descreve na tabela 4.2.

Tabela 4. 2

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 2 da parte I.

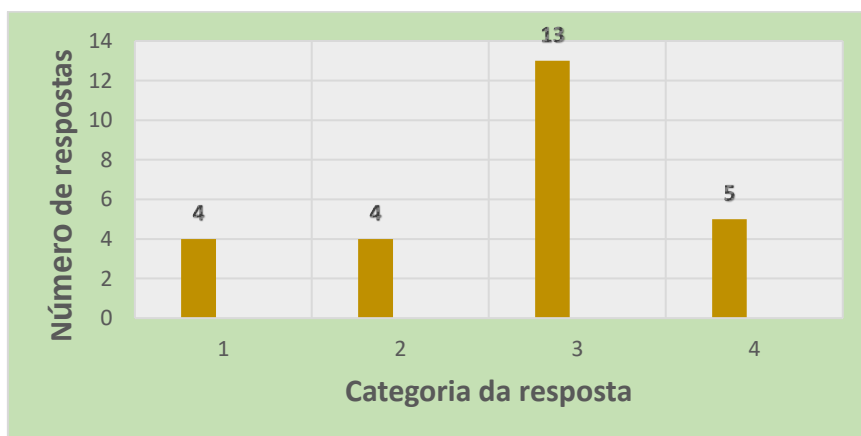
Categoria	Transcrições
1. A facilidade de realizar experiências virtuais para analisar os conteúdos abstratos da ciência física que não é possível analisar com materiais simples.	“Facilitar com maneira fácil para analisar os conceitos da física” (2 estudantes). “Os feramentas pode trocar os instrumentos simples que sempre utilizamos no laboratório e com muitos animação”. “Esta ferramenta pode ajudar nós para fazer a prática no virtual”.
2. Um recurso que permite visualizar os conceitos abstratos da ciência física no computador.	“Facilitar os estudantes para fazer prática no computador para analisar conceito abstrato”. “Essa ferramentas pode visualizar a ciência física no computador”. “Esta ferramenta ajuda nos a projetar ciência física no computador e no telemovel android”. “Boas ferramentas porque ajuda mostrar sobre a ciência da física no computador e no HP”.
3. As simulações são aplicações que podem realizar experiências tanto online quanto offline.	“Acesso utilizar o internet” (5 estudantes). “Pode acesso sem internet quando já fizemos o download antes de usar”. “A simulação é uma ferramenta que pode praticar em qualquer lugar com online e offline”. “Muito fácil de praticar no online ou offline” (3 estudantes). “Mais fácil de acesso no online quanto

	offline”. “Com as simulações eu posso fazer a prática em casa, com sem internet” “Essa ferramenta pode fazer prática no virtual que utiliza internet”.
4. As simulações são o equipamento mais fácil de acessar para compreender a ciência física.	“Fácil de usar para compreender a ciência” (2 estudantes). “A partir desta ferramenta ajudar muitas coisas que ainda não entendemos e compreendemos na nossa aula da física”. “Os ferramentas mais fácil da utilização para entender a ciência física” (2 estudantes).

Após examinar o conteúdo das razões apresentadas nas respostas, foram reconhecidas quatro categorias: 1) A facilidade de realizar experiências virtuais para analisar os conteúdos abstratos da ciência física, que não é possível analisar com materiais simples; 2) Um recurso que permite visualizar os conceitos abstratos da ciência física no computador; 3) As simulações são aplicações que podem realizar experiências tanto online quanto offline; e 4) As simulações são o equipamento mais fácil de acessar para compreender a ciência física, conforme mostrado na figura 4.3.

Figura 4. 3

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 2 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora.

Quatro estudantes deram respostas que se enquadram na categoria 1), quatro estudantes responderam de acordo com a categoria 2), treze estudantes de acordo com a categoria 3) e cinco responderam de acordo com a categoria 4). Todos os estudantes responderam com nota máxima à questão 2. Isto indica que os estudantes consideraram as simulações como bons recursos para o ensino e aprendizagem na sala de aula.

3. As simulações estimulam o raciocínio crítico.

As frases de cada estudante que expressaram as suas opiniões relativamente à pergunta nº 3 são apresentadas na tabela 4.3.

Tabela 4. 3

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 3 da parte I.

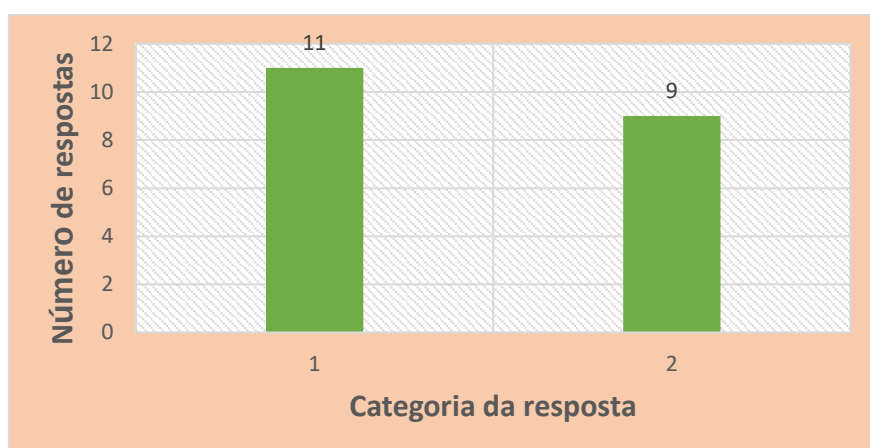
Categoria	Transcrições
1. Através das simulações, conseguiram compreender os processos de observação prática.	“Ajudar nos para compreender na comparação relação entre as grandezas em ciencia fisica” (5 estudantes). “Nesta simulação aumenta muito o nosso conhecimento atravessa de observação”. “Atravessa dessa simulação pode abrir o nosso pensamento para compreender mais sobre a ciência”. “Aumentar o nosso conhecimento atravessa de observação”. “As simulações podem ajudar nos fazer prática e analisa bem para fazer a sua conclusão”. “Compreender a ciência atravessa de uma observação”. “Seremos capaz de abrir o nosso pensamento e entendimento mais rapidamente sobre ciência física”.
2. Através desta simulação, conseguiram aprender a analisar dados através da observação e	“Com prática podemos fazer observação e análise e fazer uma conclusão”. “Fizemos o pratica depois analisar o resultado” (2 estudantes).

posteriormente tirar conclusões com base nos resultados das experiências.	“Fizemos o experiencia, observar, analisar e o conclusao” (2 estudantes). “Ajudar nos para pensar bem baseada numa observação da prática que pode repetida” “Pode analisar alguma coisa baseada numa experiência”. “Nós podemos fazer o pratica depois pode analisar baseada com resultado que nós obtemos” “Nao so fazer o pratica mas ajudar-me como e para analisar e fazer uma conclusão sobre a ciência física”.
---	--

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, constatou-se a existência de duas categorias: 1) Através das simulações, conseguiram compreender os processos de observação prática e 2) Através desta simulação, conseguiram aprender a analisar dados através da observação e posteriormente tirar conclusões com base nos resultados das experiências, conforme mostrado na figura 4.4.

Figura 4. 4

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 3 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Onze estudantes deram respostas que se enquadram na categoria 1) e nove estudantes responderam de acordo com a categoria 2), Isto indica que os estudantes consideraram que a exploração das simulações os leva a refletir sobre os resultados obtidos e as conclusões que daí podem extrair, sendo tal ato benéfico para a aprendizagem.

4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.

As frases de cada estudante que expressaram as opiniões relativamente à pergunta nº 4 são transcritas na tabela 4.4.

Tabela 4. 4

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 4 da parte I.

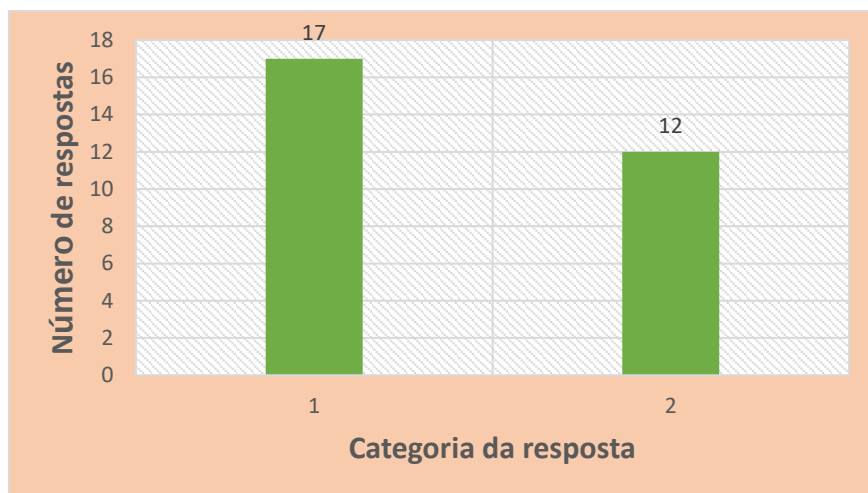
Categoria	Transcrições
1. Estas simulações podem apresentar diversas animações sobre ciência física.	“Mostrar os animações dos movimentos dos objetos sobre as ciências”. “Tem animação que mostrar os conceitos de abstrato”. “Demonstrar os movimentos dos objetos relação com conceito abstrato”. “Mostrar os movimento da figura que representa ciência da física”. “Mostrar o animação da ciência” (4 estudantes). “Tem animação que mostra os movimentos dos objetos” (3 estudantes). “Demonstrar os movimentos dos objetos relação com conceito abstrato” (3 estudantes). “Apresentar os movimentos dos gases” (2 estudantes). “Demonstrar os movimentos de gases”.
2. As simulações demonstram animações relacionadas aos conceitos abstratos.	“ Animação explica conceitos abstratos” (4 estudantes). “ Animação tem como objetivo mostrar como conceitos abstratos não são encontrados na

	prática no laboratório”. “ Animação expressar os conceitos abstratos” (2 estudantes). “Muitas animações mostram conceitos abstratos”. “Muitas animações mostram os conceitos abstratos que não compreender na explicação pelos professores”. “Tem animações sobre gases que não vemos no dia a dia” (3 estudantes).
--	--

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, constatou-se a existência de duas categorias: 1) As simulações podem apresentar diversas animações sobre ciência e 2) As simulações demonstram animações relacionadas com conceitos abstratos, conforme mostrado na figura 4.5.

Figura 4. 5

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 4 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Dezessete estudantes deram respostas que se enquadram na categoria 1) e doze estudantes responderam de acordo com a categoria 2. Isto indica que os estudantes consideraram que as simulações foram capazes de tornar mais fácil aprender conceitos abstratos, pois fornecem imagens que auxiliam na visualização dos conceitos.

5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos.

As declarações de cada estudante que expressaram as opiniões em relação às questões nº 5 na parte I, conforme descrito na tabela 4.5.

Tabela 4. 5

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 5 da parte I.

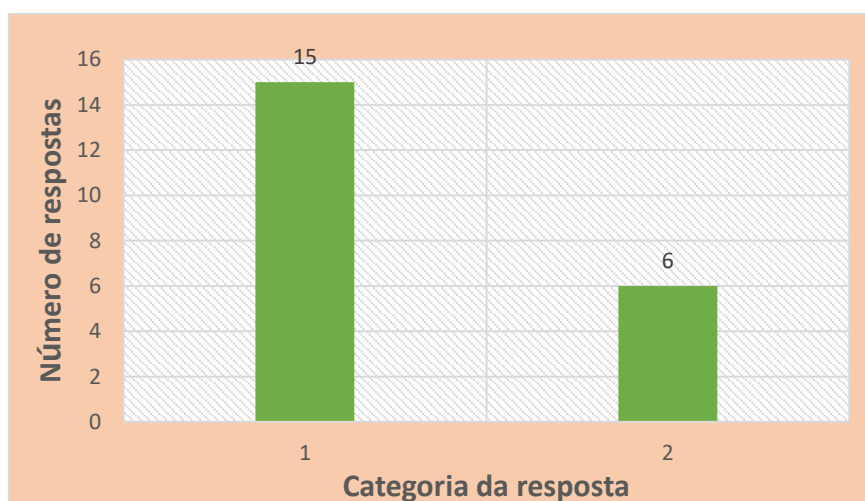
Categoria	Transcrições
1. As simulações podem ilustrar os movimentos de objetos de uma forma que não é possível na prática com materiais simples.	“As simulações podem-me mostrar imagem e animação que posso entender sobre ciência”. “Podem mostrar o animacao sobre os conceitos abstrato” (2 estudantes). “As simulações mostram os movimentos dos objetos”. “Mostrar o animacao sobre os conceitos abstrato”(3 estudantes). “Desenho da animação” (4 estudantes). “As simulações mostram os movimentos dos objetos” (2 estudantes). “As simulações mostrar com desenho da ciência”. “Animação mais rapidamente compreender”.
2. A abordagem prática nas simulações é altamente eficaz para compreender os conceitos abstratos.	“Maneira de simulação que fácil compreender a ciência” (3 estudantes). “Este simulação pode identificar a imagem e animação para conhecer os

	conceitos dos abstrato que mais fácil”. “As simulações mostrar com desenho que mais fácil compreender os conceito abstrato”. “A simulação dar um conhecimento atravessa de uma observação e analisa que mais fácil compreender”.
--	---

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, constatou-se a existência de duas categorias: 1) As simulações podem ilustrar os movimentos de objetos de uma forma que não é possível na prática com materiais simples e 2) A abordagem prática nas simulações é altamente eficaz para compreender os conceitos abstratos, conforme mostrado na figura 4.6.

Figura 4. 6

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 5 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

A partir da figura, foi possível identificar que quinze estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1) e seis estudantes responderam de acordo com a categoria 2), Todos os estudantes responderam com nota máxima à questão 5. Isso evidencia que os estudantes consideraram que o uso das simulações foi instrumental para adquirir conhecimento e compreensão acerca dos conceitos abstratos.

6. As simulações utilizadas nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem as simulações.

As transcritas das frases de cada estudante que refletem as opiniões acerca das perguntas nº 6 na parte I, tal como descrito na tabela 4.6.

Tabela 4. 6

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 6 da parte I.

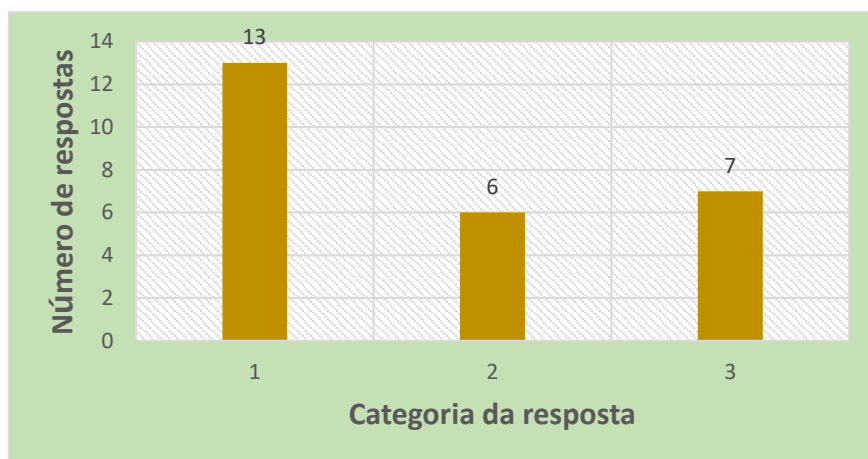
Categoria	Transcrições
1. Proporciona condições de ensino-aprendizagem na sala de aula que incorpora mais tecnologia.	“Estuda baseada no computador” (5 estudantes). “Prática utiliza o internet”(3 estudantes). “Prática utiliza o computador” (3 estudantes). “Prática utiliza telemóvel e computador”. “Fazer a prática virtual atravessa de computador ou telemóvel”.
2. As simulações representam uma nova aplicação no campo da ciência, bastante fácil de usar na prática.	“Processo de implementação da prática do novo aplicação da ciência”. “A simulação fazer prática mais rapidamente e muito fácil”. “O processo de implementação a simulação que mais fácil” (3 estudantes). “A simulação fazer prática mais rapidamente e muito fácil”.
3. Introduzem uma nova dinâmica muito interessante na sala de aula.	“Nós praticamos individualmente repetida”. “ Fizemos o pratica mais ativa na sala de aula” (4 estudantes). “Dar uma condição mais ativa para os estudantes na sala de aula”. “Nós praticamos individualmente e repetida”.

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, constatou-se a existência de três categorias: 1) Proporciona condições de ensino-aprendizagem na sala de aula que incorporam mais tecnologia; 2) As simulações representam uma nova aplicação no campo da ciência, bastante fácil de usar na prática; e 3) Introduzem

uma nova dinâmica muito interessante na sala de aula, conforme mostrado na figura 4.7.

Figura 4. 7

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 6 na parte I. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Treze estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1), seis estudantes responderam de acordo com a categoria 2) e sete estudantes de acordo com a categoria 3). Isso indica que os estudantes consideraram que o uso das simulações contribuiu para o seu envolvimento ativo e consequentemente maior participação na aula.

7. Gostava de usar as simulações em outras disciplinas de física.

As respostas individuais dos estudantes; assim, foram apresentadas as declarações de cada estudante que expressam as opiniões sobre as perguntas nº 7 na parte I, conforme delineado na tabela 4.7.

Tabela 4. 7

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 7 da parte I.

Categoria	Transcrições
1. A utilização das simulações em outra disciplina auxiliará na análise de conceitos abstratos.	“Ajudar analisamos os conceitos abstratos” (2 estudantes). “Ajudar para analisar os conceitos abstratos” “Porque as simulações poderia ajudar nós compreender os conceitos abstrato que não conseguimos obter na prática com material

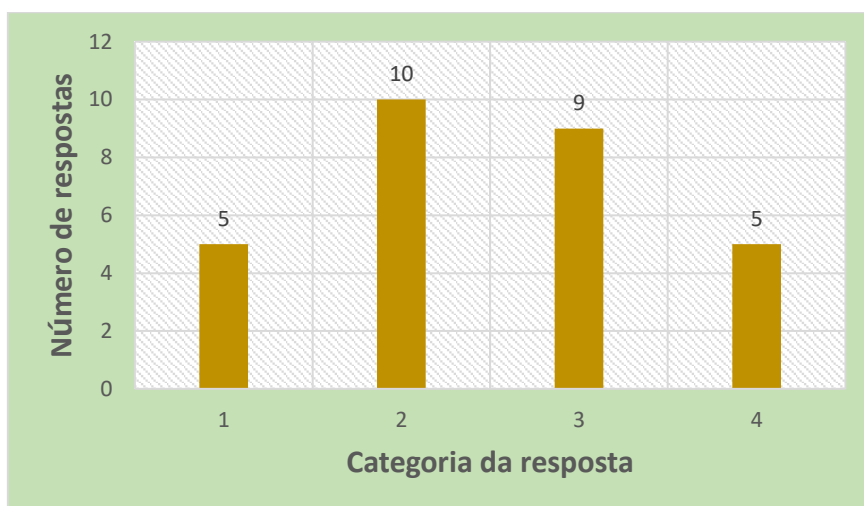
	simples”. “Usar simulações na disciplina física podem ajudar-nos saber o conceito abstrato”.
2. As simulações são consideradas bons instrumentos para realizar experiências virtuais e analisar os conceitos abstratos da ciência na aprendizagem em sala de aula.	“Pode fazer prática sem utilizar os materiais simples”. “ Poderia fazer a prática com tecnologia” “Mais fácil para fazer o pratica mesmo no virtual”. “Usar as simulações são bens instrumentos pratica no virtual para analisar os conceitos de abstrato”. “Podemos fazer o pratica sem utiliza utiliza materiais simples”. “As simulações fornecem uma nova prática” “As simulações foram mais rápida no processo de prática para analisar os conceitos da ciência” “Facil para fazer a prática”. “Mais fácil de utilização na prática para recolha de dados”. “As simulações mais fácil na realização da prática”.
3. Uma boa maneira de implementar no ensino e aprendizagem da ciência física.	“Quando usar as simulações estudantes mais ativa”. “Pode facilitar resolver o nosso trabalho” “Pode ajudar resolver a nossa problema no processo de aprendizagem”. “Pode ajudar nós para compreender mais sobre os conceitos abstratos”. “Mais fácil utiliza na sala de aula”. “ Pode aumentar a nossa capacidade relação com os conceitos abstratos não consegue obter na explicação pelos professores”. “Ajudar para mais fácil de compreender sobre os conceitos”. “As simulações podem ajudar-nos para participar

	muito na sala de aula”. “ Ajudar-nos fácil para compreender sobre os conceito abstrato”.
4. Existência de conceitos abstratos em outras disciplinas de física.	“Outras disciplinas também têm conceitos abstratos” (4 estudantes). “Outras disciplinas têm conceitos abstratos, então podem utilizar [simulações] para analisar”.

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de quatro categorias: 1) A utilização das simulações em outra disciplina auxiliará na análise de conceitos abstratos; 2) As simulações são consideradas bons instrumentos para realizar experiências virtuais e analisar os conceitos abstratos da ciência na aprendizagem em sala de aula; 3) Uma boa maneira de implementar no ensino e aprendizagem da ciência física; e 4) Existência de conceitos abstratos em outras disciplinas de física, conforme mostrado na figura 4.8.

Figura 4. 8

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 7 na parte I. Resultado mostrado em termos do número de estudante.



Fonte : acervo da autora

Cinco estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1), dez estudantes responderam de acordo com a categoria 2), nove estudantes de acordo com a categoria 3) e cinco estudantes de acordo com a categoria 4). Isso indica que os estudantes têm um grande interesse em usar simulações para efeitos de aprendizagem em outras

disciplinas da Física, sugerindo assim que reconhecem o potencial educativo desses recursos.

Síntese dos resultados na parte I

Os resultados da análise dos dados relacionados à parte I, que foram apresentados anteriormente, provêm de uma amostra de 20 estudantes que responderam a um questionário constituído por sete questões de resposta múltipla e respetiva explicação por resposta aberta. Todos os estudantes escolheram a pontuação máxima, ou seja, o número 6, expressando suas diversas opiniões. Estas foram listadas em cada tabela das transcrições 4.1 a 4.7, com representação das frequências dos estudantes em cada categoria das razões dos estudantes nos gráficos 4.2 a 4.8. Os estudantes destacaram que a utilização da simulação era uma experiência nova para eles, revelando-se extremamente útil para a realização de práticas científicas destinadas à aprendizagem de conceitos abstratos, o que constitui uma resposta à 1.^a questão da investigação. Além disso, ressaltaram que a simulação permitiu que estudassem conteúdos de física através de tecnologias disponíveis no mundo global atual (3.^a questão da investigação). Essas conclusões apontam para uma grande receptividade dos estudantes ao uso deste recurso educativo (2.^a questão da investigação) e uma percepção do valor pedagógico da incorporação de simulações na sala de aula de física.

A importância das simulações computacionais para a motivação dos estudantes e seus efeitos na aprendizagem, é referida por vários autores na literatura. Por exemplo, Redish (2003) destaca que o uso de metodologias ativas promove a motivação extrínseca dos estudantes e potencia uma aprendizagem efetiva dos conteúdos de física. Por outro lado, Carvalho et al. (2014) referem que uma das vantagens das simulações computacionais é poderem ser realizadas dentro ou fora da sala de aulas, a qualquer hora e repetidas tantas vezes quantas o estudante quiser, atendendo ao aprofundamento que pretenda na sua aprendizagem. As vantagens das simulações computacionais na aprendizagem da física, são também assinaladas por Christian & Belloni (2001, 2004) na tipologia de Problemas e correspondem, na sua maioria, a atividades experimentais virtuais que, como se refere neste estudo, completam as experiências do laboratório.

4.2.2. Parte II : Utilização das simulações PhET (introdução aos gases e leis dos gases) nas aulas de termodinâmica.

A explicação de cada pergunta nesta categoria é apresentada abaixo, com as respectivas descrições.

1. A simulação PhET (introdução aos gases) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.

As respostas de cada estudante. Na tabela 4.8 são apresentadas das respostas em relação à questão nº 1 parte II.

Tabela 4. 8

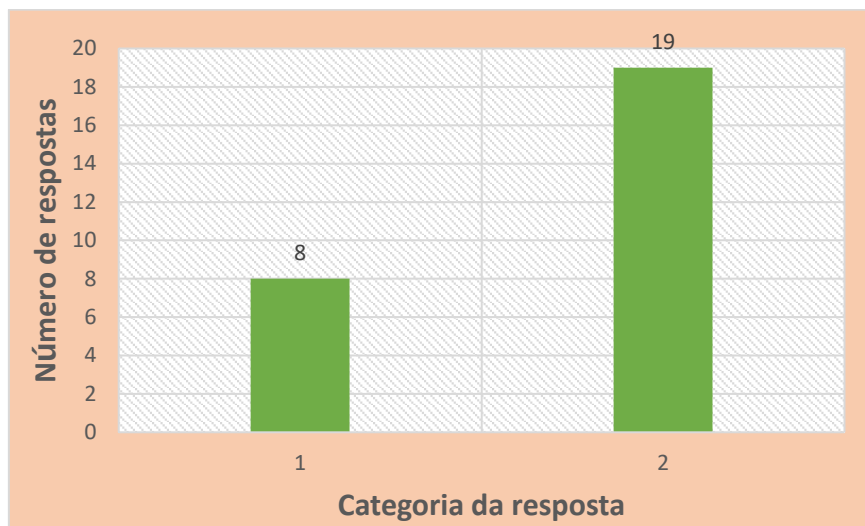
Transcrições das respostas dos estudantes na questão 1 da parte II.

Categoria	Transcrições
1. A simulação PhET (Introdução aos gases) pode ilustrar como um gás se movimenta num recipiente fechado.	“A simulação mostra o movimento de gases” (4 estudantes). “O movimento da animação dos gases” (2 estudantes). “Mostrar os movimentos dos gases no recipiente fechada” (2 estudantes).
1. Através da simulação, é possível realizar uma demonstração virtual no computador, o que é bastante atrativo para a compreensão das propriedades dos gases.	“Tem muito o animação dos gases leve e pesada”. “Tem muito demonstração da figura”. “Tem muito o animação dos movimentos dos gases”. “Tem muito o animação” (2 estudantes). “Prática virtual no computador que fazer na sala de aula” (8 estudantes). “ Pode ver os movimentos do gases pesada e leve no recipiente fechada utiliza os computadores” (6 estudantes).

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de duas categorias: 1) A simulação PhET (Introdução aos gases) pode ilustrar como um gás se movimenta num recipiente fechado e 2) Através da simulação, é possível realizar uma demonstração virtual no computador, o que é bastante atrativo para a compreensão das propriedades dos gases, conforme se mostra na figura 4.9.

Figura 4. 9

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 1 na parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Oito estudantes deram respostas que se enquadram na categoria 1) e dezenove estudantes responderam de acordo com a categoria 2). Isto indica que os estudantes consideraram que a simulação usada é um recurso motivador para a aprendizagem das propriedades dos gases.

2. A simulação PhET (leis dos gases) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.

A categorização em cada classe foi determinada pelo conteúdo das respostas de cada estudante. Na tabela 4.9 são apresentadas essas respostas em relação à questão nº 2 na parte II.

Tabela 4. 9

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 2 da parte II.

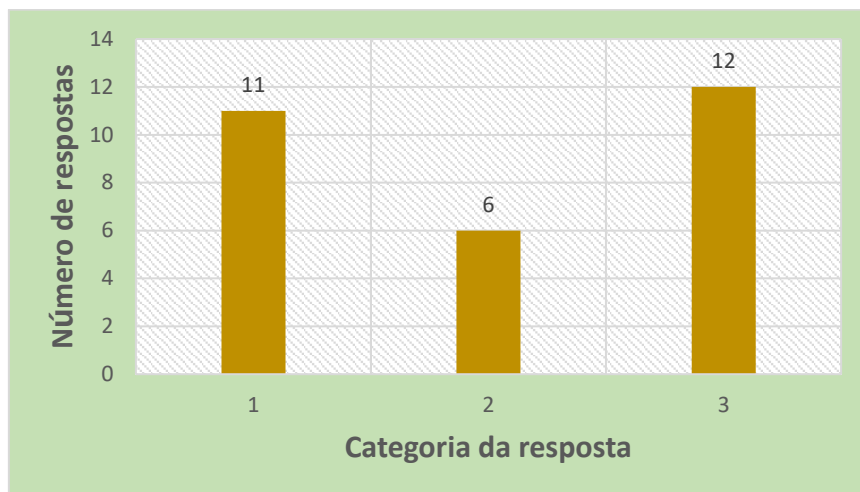
Categoria	Transcrições
1. Com a simulação PhET (Leis dos gases), podemos realizar práticas no computador e observar como um gás se move num recipiente fechado com grandezas fixas.	“Porque este laboratório virtual contém simulações interativo que pode ver os movimentos dos gases”. “Prática no computador que pode controlar os grandezas” (10 estudantes).

2. Visualização dos movimentos dos gases, o que permite controlar as grandezas observadas para identificar cada uma das leis dos gases ideais.	“Porque existe uma animação que pode ilustrar a relação entre pressão volumétrica e temperatura do gás”. “Tem o animação que mostra relação entre pressão, volume e temperatura” (5 estudantes).
3. Existência de atividades laboratoriais virtuais.	“Tem atividades no laboratório PhET virtual que estimula meu interesse em aprender” (6 estudantes). “Tem prática laboratorial que mostrar os movimentos dos gases que pode analisar relação entre pressão volume e temperatura” (2 estudantes). “Tem actividade laboratorial que pode analisar relação entre pressão, temperatura e volume” (4 estudantes).

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de três categorias: 1) Com a simulação PhET (Leis dos gases), podemos realizar práticas no computador e observar como um gás se move num recipiente fechado com grandezas fixas; 2) Visualização dos movimentos dos gases, o que permite controlar as grandezas observadas para identificar cada uma das leis dos gases ideais e 3) Existência de atividades laboratoriais virtuais, conforme se mostra na figura 4.10.

Figura 4. 10

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 2 na Parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Onze estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1); seis estudantes responderam de acordo com a categoria 2) e doze estudantes responderam de acordo com a categoria 3). Isso indica que os estudantes consideraram que a simulação utilizada pela professora é um recurso motivador para a aprendizagem das leis dos gases, permitindo-lhes compreender a relação entre as grandezas pressão, volume e temperatura.

3. Sinto que as simulações PhET gases (introdução aos gases e leis dos gases) são um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.

As respostas de cada estudante. Na tabela 4.10 são apresentadas as respostas em relação à questão 3 na parte II.

Tabela 4. 10

Transcrições das respostas dos studentess na questão 3 da parte II

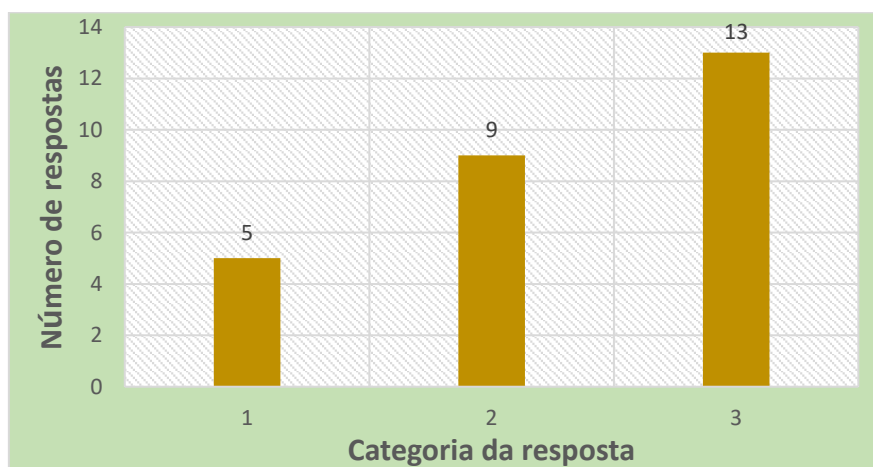
Categoria	Transcrições
1. As simulações PhET dos gases (introdução e leis), ajudam-me a compreender as características dos gases num recipiente.	“Ajuda-me compreender os conceitos dos gases” (5 estudantes).

2. Uma maneira que pode ajudar a promover o nosso pensamento para observar e analisar a experiência dos gases.	“Ajudar nos para pensar” (7 estudantes). “Ensinar nos para fazer o pratica depois analisa os conceitos dos gases” (2 estudantes).
3. Podemos realizar experiências virtualmente, de forma livre, atravessando o computador e compreender o movimento dos gases.	“Livre para fazer o pratica” (5 estudantes). “Os estudante podem se fazer o pratica livremente”(3 estudantes). “Livre fazer prática no virtual que mais fácil e pode repetir” (3 estudantes). “Podemos fazer o pratica livremente com computador” (2 estudantes).

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de três categorias: 1) As simulações PhET dos gases (introdução aos gases e leis dos gases), ajudam-me a compreender as características dos gases num recipiente; 2) uma maneira que pode ajudar a promover o nosso pensamento para observar e analisar a experiência dos gases; 3) podemos realizar experiências virtualmente, de forma livre, atravessando o computador e compreender o movimento dos gases, conforme mostrado na figura 4.11.

Figura 4. 11

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 3 na Parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Cinco estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1), nove estudantes responderam de acordo com a categoria 2) e treze estudantes de acordo com a categoria 3). Isto indica que os estudantes sentiram que utilizar as simulações foi uma boa estratégia para aprenderem a teoria cinética dos gases, que foi lecionada durante as aulas.

4. Sinto que a utilização das simulações PhET podem melhorar a minha compreensão sobre as propriedades dos gases ideais.

As respostas de cada estudante. Na tabela 4.11 são apresentadas essas respostas em relação à questão nº 4 na parte II.

Tabela 4. 11

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 4 da parte II.

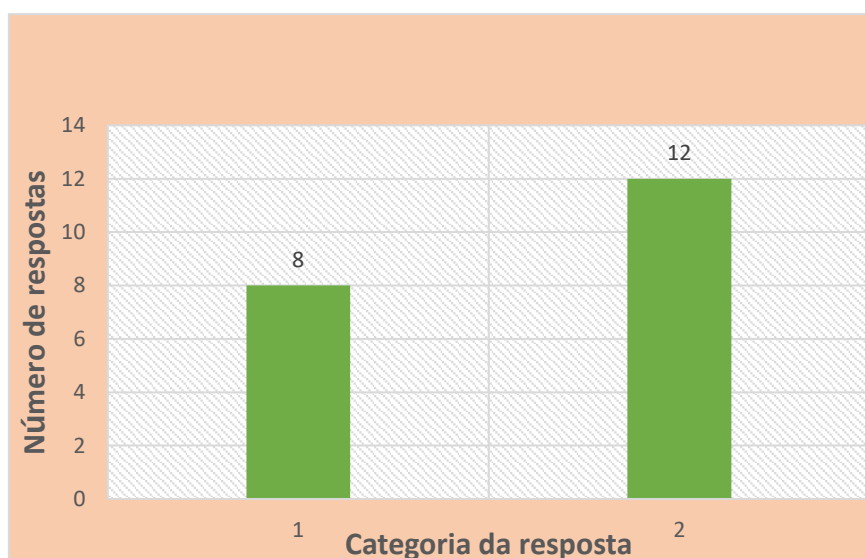
Categoria	Transcrições
1. As simulações PhET conseguiram ajudar a entender as características dos movimentos dos gases num recipiente fechado.	“Através dessas simulações posso ver como os movimentos gases não tinha força atração entre gases” (2 estudantes). “Posso compreender características dos movimentos dos gases que tem força contacto entre eles”. “Posso saber que os movimentos dos gases são desordenado” (3 estudantes). “Posso entender quando o número de partícula quando aumentou na uma volume constante pode atrapalhar os movimentos da moléculas”. “ Pode compreender os movimentos dos gases tem colisão entre eles mas nao tem força atração”.
2. Sentiram que compreenderam as características distintas dos gases leves e pesados.	“Pode verificar bem os movimentos dos gases e pesada” (3 estudantes). “Pode fornecer uma diferença entre leve e pesadas das moléculas” (2 estudantes). “Pode ver os movimentos das moléculas leve e pesada” (3 estudantes).

	“Através das simulações eu posso fazer diferença os movimentos entre partícula leve e pesada numa recipiente fechada”. “Pode ver e identificar os características dos gases leves fazer os movimentos mais rápida comparar com os gases pesadas”. “Pode conhecer os moleculas pesada e leves tinham diferença da medida” (2 estudantes).
--	---

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de duas categorias: 1) As simulações PhET conseguiram ajudar a entender as características dos movimentos dos gases num recipiente fechado e 2) sentiram que compreenderam as características distintas dos gases leves e pesados, conforme mostrado na figura 4.12.

Figura 4. 12

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 4 na Parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Oito estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1) e doze estudantes responderam de acordo com a categoria 2). Isto reforça a ideia de que os estudantes

sentiram que as simulações foram um bom recurso que os ajudou a compreender as características dos gases ideais

5. Sinto que a simulação PhET leis dos gases é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.

As respostas de cada estudante. Na tabela 4.12 são apresentadas essas respostas em relação à questão 5 na Parte II.

Tabela 4. 12

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 5 da Parte II.

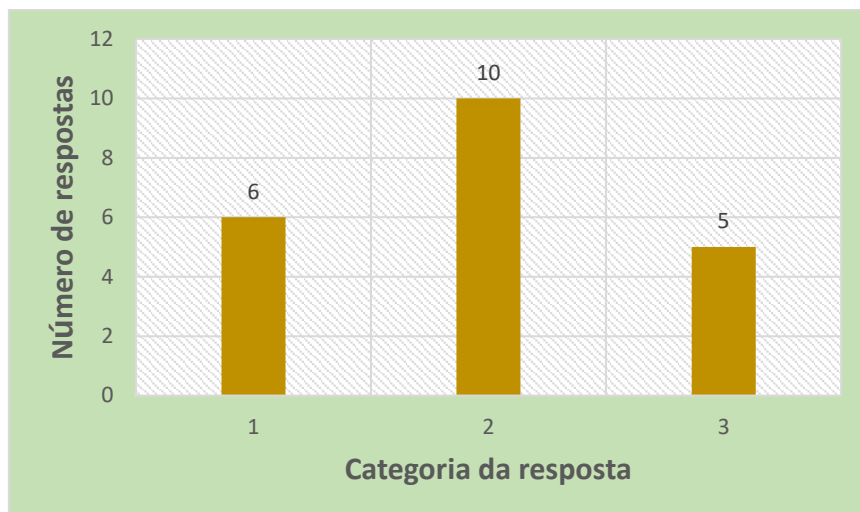
Categoria	Transcrições
1. A simulação PhET leis dos gases é uma ferramenta que pode regular as grandezas P, V e T.	“Com este simulação PhET leis pode analisar as leis dos gases (temperatura constante, pressão constante e o volume constante” “Este ferramenta pode verificar os valores controlo e constantes dos pressao volume e temperatura” (2 estudantes). “Este feramenta ajudar nos compreender a relação entre pressão, volume e temperatura com botões que pode fazer fixada e controlar estes grandezas”. “Ajudar me compreender as leis por causa tem botão que pode controlar as grandezas das pressão, volume e temperatura”. “Porque esta ferramenta possui um botão que pode controlar todas as quantidades existentes, uma das quais é mantida constante”.
2.A ferramenta ajuda a compreender as relações entre as grandezas pressão, volume e temperatura.	“Através desta ferramenta ajudar muito compreender a relação entre pressão com o volume, volume com a temperatura e temperatura e pressão”. “Pode ajudar nos compreender as leis dos gases baseada observação da relação entre volume, temperatura e pressão”. “A simulação PhET leis ajudou a determinar grande relação entre volume, pressão e temperatura” “Através desta simulação ajuda-me conhecer a relação

	entre o volume, pressão e temperatura” “Ajudar nos compreende bem sobre a relação das grandezas P, V e T”. “Pode ajudar entender sobre a temperatura, pressão e volume também a sua relação”. “Pode ajudar saber as leis dos gases ideais através da relação entre volume e pressão, volume e temperatura, temperatura e pressão”. “Pode ajudar nos para analisar a relação entre volume, temperatura e pressão”. “Pode ajudar nos observar como é a relação entre volume pressão e temperatura” (2 estudantes).
3. Conseguem conhecer e entender os processo da termodinâmica que são processo isotérmica, isobárica e isovolumétrica.	“Atravessa desta ferramenta ajudar nos conhecer como é o processo da isotérmica, isobárica e isovolumétrica” (2 estudantes). “Nós podemos conhecer e compreender os processo da termodinâmica que são isotérmica, isobárica e isovolumétrica”. “Este ferramenta podemos comparar os processo da isotérmica, isobárica e isovolumétrica” (2 estudantes).

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de três categorias: 1) A simulação PhET leis dos gases é uma ferramenta que pode regular as grandezas P, V e T; 2) A ferramenta ajuda a compreender as relações entre as grandezas pressão, volume e temperatura e 3) Conseguem conhecer e entender os processos da termodinâmica, tais como os processos isotérmico, isobárico e isovolumétrico, conforme mostrado na figura 4.13.

Figura 4. 13

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 5 na parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Seis estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1) e dez estudantes responderam de acordo com a categoria 2) e cinco estudantes responderam de acordo com a categoria 3). Isto indica que os estudantes consideraram que a simulação é uma ferramenta eficaz na aquisição de conhecimentos sobre as leis dos gases.

6. Sinto que a simulação PhET leis dos gases permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.

A categorização em cada classe foi determinada pelo conteúdo das respostas de cada estudante. Na tabela 4.13 são apresentadas essas respostas em relação à questão nº 6 na parte II.

Tabela 4. 13

Transcrições das respostas dos estudantes na questão 6 da parte II.

Categoria	Transcrições
1. A simulação PhET leis dos gases permite compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais, que são constantes ($PV=Nk_B T$).	“Pode analisar os dados que tinha para saber a relação $PV=Nk_B T$”. “Pode fazer o analisa de dados que saber $PV=Nk_B T$ com valor iguais”. “Sente compreender o valor constante da $P_1 V_1 = P_2 V_2$, e $V_1/T_1 = V_2/T_2$ também $P_1/T_1 = P_2/T_2$”

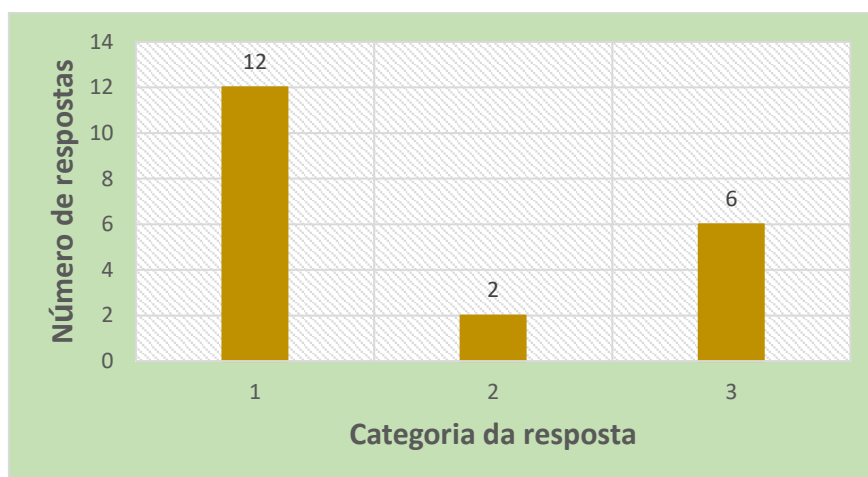
	“Sente que pode analisar e justificar cos processo de excel os valores das $PV=Nk_B T$ são iguais”. “Permite conhecer as grandezas da fórmula do gás ideal e além disso, através dos resultados das observações podemos determinar que o valor de $PV=Nk_B T$ são constante”. “Permite-me compreender a relação entre grandezas na equação dos gases e justifica a equação $PV=Nk_B T$ são mesmo”. “A simulação Phet leis pode ajudar-me para justificar a equação dos gases $PV=Nk_B T$ com o valor igual”. “Senti que baseada nos dados que obter na simulação pode analisar depois justificar $PV=Nk_B T$ indicaram os valores constante”. “Sente que pode fazer o justificacao da equação dos gases são constante” (3 estudantes). “Sente que pode fazer uma analisada baseada os dados que e compreender as equação dos gases têm mesmo valor ($PV=Nk_B T$)”.
2. Entender como as grandezas estão relacionadas em uma equação da ciência física.	“Através dessa justificação dos valor $PV=Nk_B T$ são iguais ajudar me compreender a relação das equação em física é geralmente”. “Usar essa maneira mais fácil de compreender também pode ajudar-me compreender a relação das grandezas na uma equação em disciplina física e experimental I”.
3. Sentir que através desta simulação podem compreender o cálculo do valor $PV=Nk_B T$.	“Pode ajudar para calcular as grandezas $PV=Nk_b T$ que tinham valor constante” (3 estudantes). “Sinto que posso analisar os dados desta simulação e calcular o valor de $PV=Nk_B T$”. “Sentimos compreender baseada nos dados que tem e pode calcular o valor da $PV=Nk_B T$”.

	"Senti que pode analisar e justificar o valor das equações dos gases".
--	--

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de três categorias: 1) A simulação PhET leis dos gases permite compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais, que são constantes ($PV=Nk_B T$); 2) Entender como as grandezas estão relacionadas em uma equação da ciência física e 3) Sentir que através desta simulação podem compreender o cálculo do valor $PV=Nk_B T$, conforme mostrado na figura 4.14.

Figura 4. 14

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 6 na Parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Doze estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1) e dois estudantes responderam de acordo com a categoria 2) e seis estudantes responderam de acordo com a categoria 3). Isto indica que os estudantes consideraram que a simulação facilita a compreensão da relação entre as grandezas em uma equação fundamental em termodinâmica, a equação dos gases perfeitos.

7. Gostava de usar as simulações PHET em outros conteúdos da termodinâmica.

As respostas de cada estudante. Na tabela 4.14 são apresentadas essas respostas em relação à questão nº 7 na parte II.

Tabela 4. 14*Transcrições das respostas dos estudantes na questão 7 da parte II.*

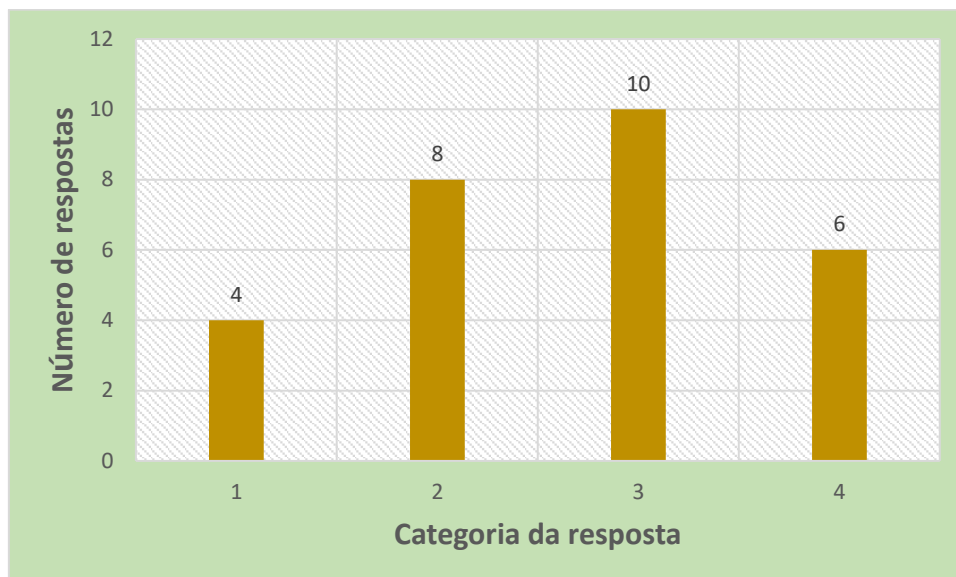
Categoria	Transcrições
1. As simulações PhET foram consideradas facilitadoras para analisar os conceitos abstratos de outros conteúdos da termodinâmica.	“Podem facilitar analisamos os conceitos abstratos” “Ajudar para analisar os conceitos abstratos”. “Porque as simulações podem facilitar nós analisar os conceitos que não conseguimos obter na prática com material simples”. “Usar simulações conteúdo da termodinâmica podem analisa os conceitos abstratos como o calor transmite o calor”.
2. Uma boa técnica para o processo de ensino-aprendizagem.	“Quando usar as simulações têm possibilidade para compreender muito do que a explicação do professor”. “Pode facilitar resolver o trabalho”. “Facilitar resolver a nossa problema no processo de aprendizagem relação os conceitos abstrato da termodinâmica”. “Pode ajudar nós para compreender mais sobre os conceitos abstratos”. “Mais fácil utiliza na sala de aula”. “ Pode aumentar a nossa capacidade relação com os conceitos abstratos não consegue obter na explicação pelos professores”. “Possível mais fácil ajudar de compreender sobre os conceitos abstrato da termodinâmica”. “As simulações vão facilitar para participar ativo na sala de aula”.
3. As simulações são bons instrumentos para facilitar a realização de experimentos virtuais, permitindo analisar os	“Pode facilitar para fazer prática sem utilizar os materiais simples”. “ Pode fazer prática com tecnologia”. “Mais fácil para fazer o pratica mesmo no virtual”.

conceitos abstratos da termodinâmica.	“Usar as simulações são bens instrumentos pratica no virtual para analisar os conceitos de abstrato”. “Podemos fazer o pratica sem utiliza utiliza materiais simples”. “As simulações fornecem uma nova prática”. “As simulações foram mais rápida no processo de prática para analisar os conceitos da ciência”. “Facil para fazer a prática no conceito abstrato da termodinâmica”. “Mais fácil de utilização na prática para recolha de dados”. “As simulações mais fácil na realização da prática”.
4. Existência de conceitos abstratos em outros conteúdos de termodinâmica.	“Outros conteúdo da termodinâmica também têm conceitos abstratos” (3 estudantes). “Em outros conteúdos da termodinâmica existem os conceitos abstratos, então tem possibilidade de utilizar para analisar”. “Outro conteúdo da termodinâmica também existe o conceito abstrato” (2 estudantes).

Após uma análise de conteúdo das razões encontradas para as respostas, verificou-se a existência de quatro categorias: 1) As simulações PhET foram consideradas facilitadoras para analisar os conceitos abstratos de outros conteúdos da termodinâmica; 2) Uma boa técnica para o processo de ensino-aprendizagem; 3) As simulações são bons instrumentos para facilitar a realização de experimentos virtuais, permitindo analisar os conceitos abstratos da termodinâmica; e 4) Existência de conceitos abstratos em outros conteúdos de termodinâmica, conforme mostrado na figura 4.15.

Figura 4. 15

Análise de conteúdo das respostas abertas da questão 7 na parte II. Resultado mostrado em termos do número dos estudantes.



Fonte : acervo da autora

Quatro estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 1), oito estudantes responderam de acordo com a categoria 2), dez estudantes deram respostas que enquadram-se na categoria 3), e seis estudantes responderam de acordo com a categoria 4). Isto indica que os estudantes consideraram que a simulação foi um bom instrumento para realizar experimentos virtuais e compreender os conceitos abstratos da termodinâmica durante sua aprendizagem na sala de aula. Por isso, estão abertos a usar simulações para a aprendizagem de outros conteúdos da termodinâmica.

Síntese dos resultados na parte II

Os resultados da análise do questionário da segunda parte mostram que na componente das 7 questões fechadas, todos os estudantes escolheram o ítem 6, o mais alto da escala de Likert usada. Nas respostas às questões abertas de 1 a 7, todos os estudantes justificaram as respectivas razões que estão transcritas nas tabelas de 4.8. a 4.14; as categorias encontradas para as respectivas respostas às questões são apresentadas nas figuras de 4.10 a 4.16. Os resultados dos dados obtidos indicam que os estudantes consideram a simulação do PhET (introdução aos gases e leis dos gases) são inovações tecnológicas que facilitam a prática de experiências virtuais com um computador, que providencia muitas animações sobre gases para que eles possam compreender bem as características dos gases “pesados” e dos gases “leves”, e também entender melhor

sobre os processos termodinâmica, conhecidos como as leis dos gases ideais (3.^a questão da investigação).

Uma outra vantagem referida pelos estudantes é a percepção da possibilidade de poderem explorar as simulações em regime offline, ou seja, fora da sala de aula, nomeadamente em casa, o que possibilita melhores condições logísticas para o estudo dos respetivos conteúdos. Esta vantagem, a que se soma a de não implicar custos financeiros como a que acontece num laboratório real, havia já sido referida por Carvalho et al. (2014).

No que respeita às observações realizadas durante a exploração da simulação computacional, foi notório o efeito motivador, surpreendente e cativante nos alunos do uso desta ferramenta didática, que se traduziu na unanimidade pelo item de Likert 6 nas questões de resposta fechada. Contudo, é de assinalar que a utilização das simulações não esteve isenta de dificuldades, nomeadamente na interpretação linguística. Foi relativamente frequente a investigadora ter que auxiliar os estudantes na interpretação do guia de exploração da simulação, apenas por estes não possuírem um conhecimento de português suficientemente grande. Nessa altura, houve necessidade de conjugar o texto em português com explicações em tetum. Também na apresentação dos resultados obtidos pelos diferentes grupos de estudantes, foi usada a dupla linguagem tetum-português. Isto põe a claro a fragilidade ainda existente na conciliação da língua oficial na universidade (o Português) com a língua corrente (o tetum), pelo que se prevê ainda um longo caminho a percorrer na consolidação do Português como língua falada pelos estudantes timorenses e que se avizinha como fundamental para as relações universitárias entre Timor-Leste e Portugal.

5. Considerações gerais e conclusões

A tecnologia tem desempenhado um papel crucial na evolução do ensino e aprendizado da física, tanto em termos de compreensão teórica quanto de prática experimental. Neste sentido, a tecnologia permite a criação de simulações computacionais que ajudam os estudantes a visualizar fenômenos físicos complexos.

A integração da tecnologia na educação tem sido fundamental para estreitar a relação entre professores e estudantes, como aliás se tornou visível nesta investigação, proporcionando uma variedade de ferramentas e modalidades que enriquecem o processo de aprendizagem. Os recursos educacionais gratuitos, incluindo simulações computacionais, vídeos explicativos, artigos e tutoriais, permitem que os estudantes explorem conceitos de física de maneira autónoma e complementam a aprendizagem realizada em sala de aula, como atestam vários autores contemporâneos referidos ao longo deste trabalho e que foi também observado nesta investigação.

Nesta investigação, foram implementadas simulações PhET com alguns estudantes universitários de Timor-Leste que possuíam computadores portáteis e que assentiram participar e contribuir na investigação, com ideias e relatos das suas perceções. Com base nas respostas dos estudantes às questões abertas do questionário e nas notas de campo extraídas das aulas onde a simulação do PhET foi explorada, descobriu-se que o aspeto mais destacado nas respostas refere-se aos aspetos visuais que as simulações do PhET proporcionam.

Além disso e na linha das questões da investigação, eles consideraram que estas simulações são uma ferramenta que os torna mais participativos nas aulas, pois a utilização e exploração das simulações é flexível e simples, facilitando a visualização e análise dos conceitos associados ao estudo das animações sobre os gases ideais, podendo ainda ser usada em regime offline o que, nas condições de acessibilidade da internet atuais de Timor-Leste, se torna uma vantagem evidente.

Também, as perceções dos estudantes sobre o uso das simulações PhET no ensino da Termodinâmica é maioritariamente positiva, tendo sido valorizada pelos estudantes a visualização clara de conceitos complexos. A interatividade possibilitada pelas simulações é vista pelos estudantes, futuros professores de física em Timor-Leste, como promotora de uma aprendizagem ativa e permite maior acessibilidade ao entendimento de conceitos. Na perspetiva dos estudantes, a combinação destes fatores torna as simulações PhET uma ferramenta valiosa para a aprendizagem da Termodinâmica,

umentando o envolvimento, a compreensão e a motivação dos estudantes. Esta percepção dá uma resposta muito positiva à questão motivadora desta investigação.

Podemos ainda considerar que uma simulação computacional permite o acesso à educação interativa e inclusiva digital dentro e fora da sala de aula, apoiando o ensino como ferramenta didática para professores e estudantes. A flexibilidade deste recurso, ainda na ótica desta investigação e da amostra participante, permite a personalização das aulas, promove a experimentação e a resolução de problemas, autonomia e incentiva a auto-aprendizagem dos estudantes.

Portanto, é essencial que aos professores em formação seja apresentado este tipo de recurso educativo, especialmente se na região não existem condições laboratoriais favoráveis para despertar o interesse e a motivação dos estudantes, permitindo uma participação mais ativa no processo de ensino-aprendizagem. Considerando que os estudantes vivem em uma era moderna com tecnologia avançada, é crucial que os professores, atuais e futuros, possuam conhecimentos em tecnologias digitais para explorar as tecnologias atuais como ferramentas facilitadoras no entendimento adequado da ciência.

Por isso, a capacitação de professores através da formação contínua e integração de recursos digitais no currículo, na sua planificação, uma abordagem ao potencial educativo das simulações no currículo escolar para ajudar a compreender os fenómenos e os conteúdos lecionados através das atividades práticas laboratoriais. Nos casos em que os laboratórios das escolas, nomeadamente da FEAH, não estejam devidamente equipados e preparados para a realização de experiências, as simulações podem ajudar a suprir essas carências.

Também têm de ser garantidas infraestruturas de acesso adequadas à internet nas escolas, bem como recursos tecnológicos em dispositivos tecnológicos, para que os estudantes possam adaptar e selecionar simulações alinhadas com os conteúdos lecionados.

Por fim, é necessário o monitoramento sistemático por professores, investigadores e entidades responsáveis pelo processo educativo nas várias áreas do conhecimento, para avaliar o impacto destas ferramentas virtuais no desempenho dos estudantes, para depois recolher *feedback* com vista a melhorar a sua implementação. Estas medidas podem maximizar os benefícios das simulações, aumentando a qualidade da educação científica e tecnológica em Timor-Leste.

Referências Bibliográficas

- Albino, S. (2020). *(Re) Edificação do Sistema Educativo de Timor-Leste: Evolução e desafios atuais*. Cadernos de Estudos Africanos, (39), 31-55.
- Barbosa C. D., Soares N. N., Chagas M. L., Ferreira F. C. L. (2017). *O uso de simuladores via smartphone no ensino de ciência como ferramenta pedagógica na abordagem de conteúdos contextualizados de física*. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Marabá - PA, Brasil.
- Batista, B., Rodrigues, D., Moreira, E., Silva, F. (2021). Técnicas de recolha de dados em investigação: Inquirir por questionário e/ou inquirir por entrevista. *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: recolha de dados*, 2, 13-36.
- Boechat V. A. P. (2012). *Simulações físicas interativas phet no ensino fundamental*. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Brasil.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto editora.
- Boynton, P. M., Greenhalgh, T. (2004). *Hands-on guide to questionnaire research: Selecting, designing, and developing your questionnaire*. British Medical Journal, 328(7451), 1312–1315. <https://doi.org/10.1136/bmj.328.7451.1312>
- Carvalho, M. B. (2018). Formação de professores em Timor-Leste: contributos para a construção de um modelo de formação inicial o continua de professores. In S. J. Branco, V. Paulino, M. M. Santos, N. S. Gomes & L. S. Marques (Eds), *Desafios da Educação em Timor-Leste: Língua, Didática e Educação Científica* (pp.55-80). Unidade de Produção e Dissiminação do Conhecimento Programa de Pós-Graduação e Pesquisa da UNTL
- Carvalho, P. S., Christian, W., Belloni, M. (2014). Physlets e Open Source Physics para professores e estudantes Portugueses, *Revista Lusófona de Educação*, 25, 59-72.
- Christian, W., Belloni, M. (2001). *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Prentice Hall, New Jersey.
- Christian, W., Belloni, M. (2004). *Physlet Physics: Interactive Illustrations, Explorations and Problems for Introductory Physics*, Pearson Education, Inc., New Jersey.
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática*. Edições Almedina, S.A.
- Cunha, C. J. G. B. L. D. (2008). *Construção e utilização de equipamentos de baixo custo para ensino de Física* (Doctoral dissertation, FCT-UNL).

- Dias, M. I. C. (1994). *O inquérito por questionário: problemas teóricos e metodológicos gerais*. Universidade do Porto.
- Escórcio C. R. (2018). *Utilização software phet simulation como ferramenta em incremento no ensino do tema propriedades de gases*. Universidade Federal do Maranhão. Brasil.
- Ferreira, A. C. R. (2016). *O uso do simulador phet no ensino de indução eletromagnética*. Universidade Federal Fluminense. Brasil.
- Fiolhais C., Trindade J. (2003). *Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas*. Centro de Física Computacional, Departamento de Física Universidade de Coimbra. Portugal.
- Freitas, M. L. F. (2023). Importância da atividade laboratorial no departamento ensino de física universidade nacional timor lorosae (untl). *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika UNWIRA*. ISSN : 2985-5764. Timor - Leste.
- Halliday R., Resnick R., Walker J. 1983. Fundamentos da Física 2. Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 4 edição .Tradução de José Antonio e Souza.
- Hofstein, A., Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Leche, B. (2021). *Termodinamica 1 Introdução*. DOI: 10.13140/RG.2.2.34405.42725 . Researchgate :<https://www.researchgate.net/publication/348814358>
- Martins J.A. (2020). *Termodinâmica para Materiais*. Universidade do Minho. Departamento Eng. Polímeros. Portugal.
- Martins, I. P., Ferreira, A. (2013). A Reestruturação Curricular do Ensino Secundário Geral de Timor-Leste: Um caso de cooperação da Universidade de Aveiro no domínio da educação. *Pelos mares da língua portuguesa I*, 97-110.
- Mendonça, A. W. (2014). *Metodologia para Estudo de Caso*. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça.
- Nemoto, T., Beglar, D. (2014). Likert-scale questionnaires. In JALT 2013 conference proceedings (pp. 1-8).
- Oliveira W. C., Cirino M. M., Filho O. S. (2017). Utilização e avaliação de softwares no ensino de gases ideais: uma proposta de unidade didática para o ensino médio. *Ensino e Multidisciplinaridade*, São Luís, v. 3, n. 1, p. 38-58.
- Pereira, A. S. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. Universidade Federal de Santa Maria. 1 edição UAB/NTE/UFSM. Brasil.
- Pereira, M. V., Moreira, M. C. A. (2017). Atividades práticas experimentais no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(1), 265-277.

- Plano estratégico de desenvolvimento 2011 - 2030., (2011). <https://timor-leste.gov.tl/wp-content/uploads/2011/07/Plano-Estrategico-Desenvolvimento-TL7.pdf>
- Queiró, J. F. (2017). *O ensino superior em Portugal*. Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- RDTL (2002). Constituição da República de Timor-Leste: Díli.
- Redish, E. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Sampaio, I. S. (2017). *O Simulador Phet Como Recurso Metodológico No Ensino De Reações Químicas No Primeiro Ano Do Ensino Médio Com Aporte Na Teoria De Ausubel*. Universidade Estadual de Roraima. Brasil.
- Santos, M. F. & Silva, O. (2022). *Uso das simulações no ensino de física: analisando uma simulação à luz das teorias do efeito fotoelétrico*. Instituto Federal. Pernambuco.
- Scartezini, R. A., Carvalho, M. B. D. (2016). *Reflections on university teachers training and educational cooperation. Perspectiva*, 34(2), 462-484. Brazil and East Timor.
- Silva, E. L. D. (2018). *Estudo dos gases, do ponto de vista cinético, com o auxílio de um simulador mecânico*. Universidade Federal de Mato Grosso.
- Silveira, L. R. S., Pedra, L. A., & de Oliveira, T. S. (2022). *Dois timores: a educação superior antes e depois da untl e a emergência do ensino de língua portuguesa. EntreLetras*, 13(1), 510-533.
- Silvestre, A. J.; Texeira, P. C. 2022. *Física-Uma Introdução*. ISBN 978-989-53068-4-8. Instituto Politécnico de Lisboa.
- Simões, A. S. L., Sapeta, A. P. G. A. (2018). Entrevista e observação: instrumentos científicos em investigação qualitativa. *Investigación Cualitativa*, 3(1), 45-57.
- Soares, T. (2021). *Das Percepções dos Diferentes Intervenientes Educativos acerca das Atividades Laboratoriais nas Escolas do Ensino Secundário Geral em Timor-Leste às Conceções e Práticas dos Professores de Física em sala de aula* (Doctoral dissertation, 00500, Universidade de Coimbra).
- Sousa, J. R., Santos, S. C. M. (2020). Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. *Pesquisa e debate em Educação*, 10(2), 1396-1416.
- Vieira, M. T. F. D. A. S. (2008). *Amostragem. Universidade de Aveiro, Departamento de Matemática* (Doctoral dissertation, Dissertação. Universidade de Aveiro 2008. Disponível em <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/2909/1/2009000495.pdf> Consultada em 2019.04. 13).

- Wieman, C. E., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2008). Oersted Medal Lecture 2007: *Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why*. *American Journal of Physics*, 76(4), 393-399.
- Young, H. D.; Freedman, R. A. (2008). *Física II: Termodinâmica e Ondas*. Instituto de Física de Rio de Janeiro, Brazil.
- Zara, R. (2011). *Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de física*. Encontro Nacional de Informática e Educação, Cascavel, p. 265-272.

APÊNDICES

Apêndice 01. a

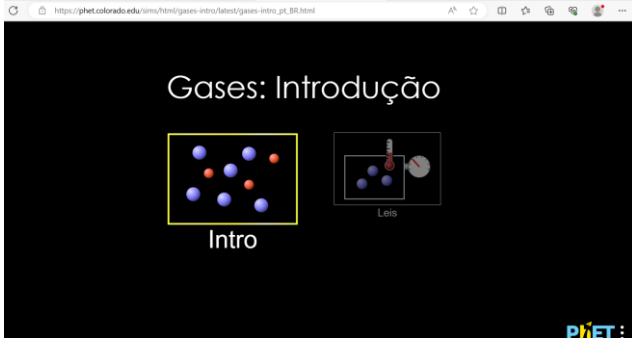
ROTEIRO DA 1ª PARTE DA ATIVIDADE DA SIMULAÇÃO PhET - PROFESSOR TERMODINÂMICA

Tema : Introdução aos gases

Objetivo (os estudantes devem):

- Explicar o significado da teoria cinética dos gases
- Descrever as propriedades de um gás ideal
- Realizar experiências virtuais sobre as propriedades dos gases ideais num sistema fechado

Atividade de Aprendizagem		
Envolvimento inicial)	(fase	- Explorar o conhecimento dos estudantes sobre os gases com com uma pergunta “você já viu alguém encher com ar uma roda de carro ou bicicleta?” - Mostrar uma figura adequada e pergunta  - O professor orienta as respostas dos estudantes sobre a teoria cinética dos gases. - Depois o professor explica o significado de teoria cinética e propriedades dos gases ideais.
Exploração Núcleo)	(Fase	- Depois que os estudantes responderem, o professor utiliza a simulação PhET para ajudar os estudantes a compreenderem melhor os fenómenos.

	- Formar os estudantes em grupos heterogéneos, constituídos de 3 a 4 integrantes. - O professor partilha e explica o roteiro de atividades para os estudantes sobre a utilização da simulação nas propriedades de gases. - Enviar aos estudantes o link : https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html - O professor explica de que maneira se pode utilizar esta simulação. - Dar oportunidade aos estudantes para perguntarem sobre a simulação. - Direcionar cada grupo criado para entrar no link para fazer a experiência.  - Acompanhar os grupos durante a atividade. - Observar os estudantes durante a realização da simulação e fazer anotações.
Elaboração (Fase Núcleo)	- Orientar os estudantes a trabalharem em grupos para a obtenção de dados experimentais e respetivos registos nas tabelas preparadas. - Orientar os grupos a discutirem sobre a simulação de forma criativa, crítica e lógica para descreverem a simulação em relação ao volume, temperatura e pressão nas 3 atividade da simulação.

	- Pedir aos estudantes em grupos, para analisarem os dados experimentais sobre as três Leis dos gases ideais. - Orientar os estudantes a produzirem o relatório.
Apresentação (Fase Núcleo)	- Os estudantes fazem a apresentação dos resultados. - Depois de apresentados, o professor explica o que obteve com os resultados da experiência.
Avaliação (Fase Final)	- Disponibilizar espaço para que os estudantes reflitam sobre o resultado obtido e da aprendizagem realizada; - Discutir as conclusões e escrever o sumário.



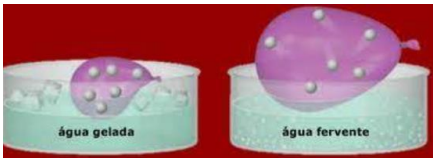
Apêndice 01. b

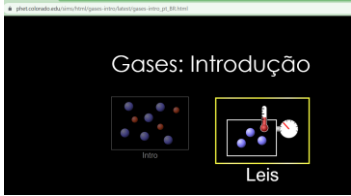
ROTEIRO DA 2ª PARTE DA ATIVIDADE DA SIMULAÇÃO PhET – PROFESSOR TERMODINÂMICA

Tema : Leis dos Gases

Objetivo :

- Observar as relações de pressão e volume de gás no recipiente fechado com a temperatura constante (lei de Boyle).
- Investigar as relações do volume com a temperatura do gás num recipiente fechado com a pressão constante (lei de Charles).
- Observar as relações de pressão e temperatura de um gás num recipiente fechado em volume constante (lei de Gay-Lussac).

Atividade de Aprendizagem	
Envolvimento (fase inicial)	- Explorar o conhecimento dos estudantes sobre as leis dos gases e realizar uma demonstração.  “ Encha o balão pequeno depois coloque-o dentro de uma seringa (Lei de Boyle)” - Demonstração 2:  Pedir que um estudante faça a demonstração: colocar o balão em cima na água quente e depois sobre o gelo. (Lei de Charles).

	- Demonstração 3: (<i>Lei de Guy-Lussac</i>)  - Colocar um copo sobre uma vela acesa que encontra-se sobre um prato com um pouco de água no fundo. Depois, o professor perguntar “o que vocês observam e acham sobre essa demonstração?”
Exploração (Fase Núcleo)	- Depois que os estudantes responderam, ajudá-los a compreender melhor o ocorrido com a utilização da simulação PhET. - Formar grupos heterogêneos, constituídos de 3 a 4 elementos. - O professor partilha e explica acerca do roteiro de atividade para aos estudantes. - Enviar para os estudantes o link : https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html - O professor explica de que maneira se pode utilizar esta simulação. - Dar a oportunidade aos estudantes para tirarem dúvidas. - Direcionar cada grupo para aceder à simulação e realizar a atividade experimental virtual.  - Acompanhar os grupos durante a atividade.

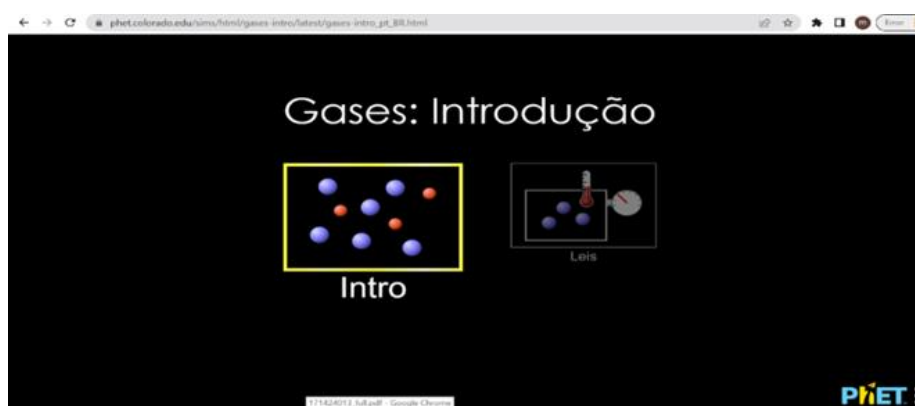
	- Observar os estudantes durante a realização da atividade e tomar notas.
Elaboração (Fase Núcleo)	- Orientar os estudantes a trabalharem em grupos para a obtenção de dados experimentais e respetivos registos nas tabelas preparadas. - Orientar os grupos a discutirem sobre a simulação de forma criativa, crítica e lógica para descreverem a simulação em relação ao volume, temperatura e pressão nas 3 atividade da simulação. - Pedir aos estudantes em grupos, para analisarem os dados experimentais sobre as três leis dos gases ideais. - Orientar os estudantes a produzirem o relatório - Orientar os estudantes a produzirem o relatório na forma de V Gowin
Apresentação (fase núcleo)	- Os estudantes fazem a apresentação dos resultado de dados - Depois de apresentados, o professor debate com os estudantes o que foi obtido com os resultados experimentais - Depois o professor modera um debate para a obtenção da equação que traduz as relações entre grandezas para os gases ideais.
Avaliação (fase final)	- Possibilitar que os estudantes reflitam sobre o processo e o resultado dos dados obtidos e da aprendizagem que obtiveram. - Discutir a conclusão e o sumário.



Apêndice 02.a

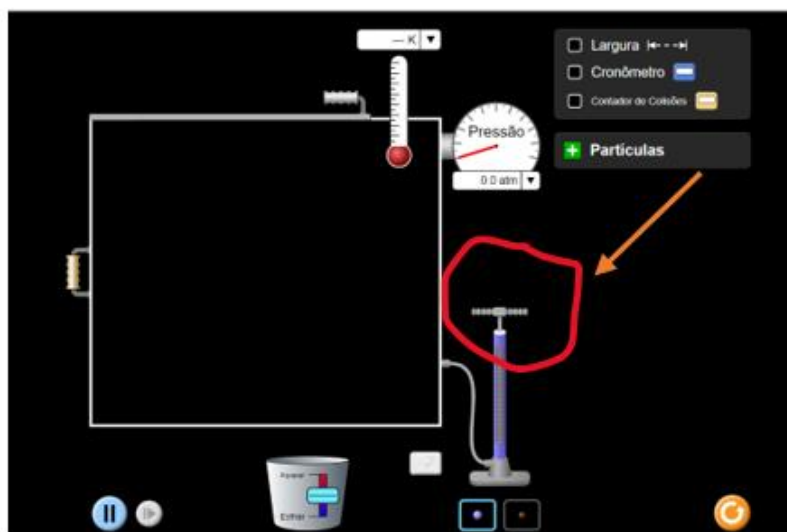
ROTEIRO DA 1ª PARTE DA ATIVIDADE DA SIMULAÇÃO PhET - ESTUDANTE

“Roteiro Phet Termodinâmica (Introdução aos gases)”

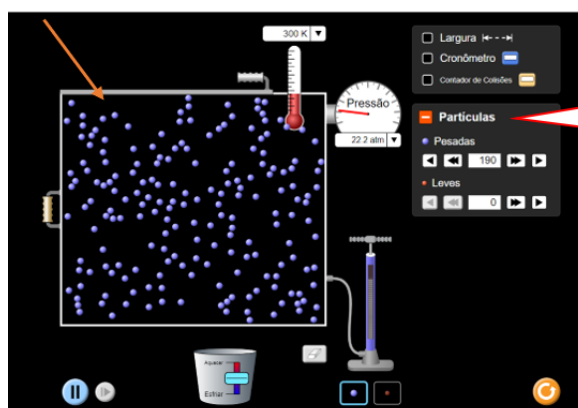


1. Simulação introdução aos gases

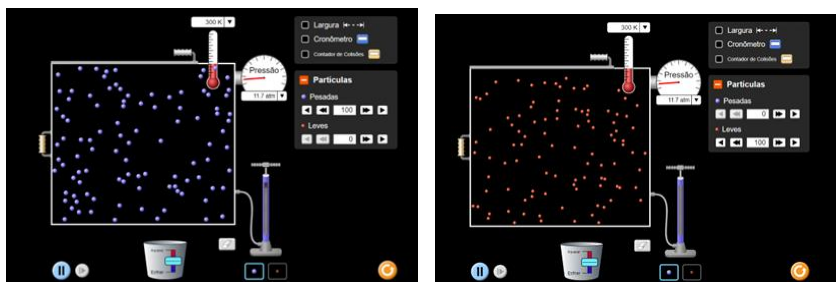
Mude de Caixa para observar os movimentos dos gases no sistema fechado (clique no bombear para inserir os gases no caixa).



Veja os movimentos gases no recipiente!



No menu pesado: inserir os gases pesados e observar os movimentos dos gases também no menu leve. No apagador, utilizar para apagar ou retirar os gases no recipiente.



Inserir 100 moléculas do tipo pesado no recipiente. Inserir 100 moléculas do tipo pesado no recipiente.

Vamos observar :

- ❖ O que aconteceu com o gás na caixa em geral?
- ❖ Como são os movimentos das partículas? (uniforme, rotação e oblíquo)
- ❖ Quais as diferenças nos movimentos dos gases, nos tipos pesada e leve?
- ❖ Como são os movimentos quando o número de moléculas aumentam, sequenciando: 100, 150, 200, 250?
- ❖ Os movimentos das partículas são iguais com um número de moléculas diferentes?

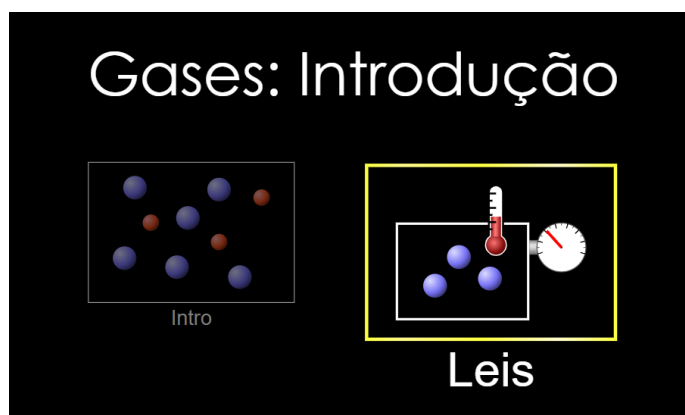


Apêndice 02. b

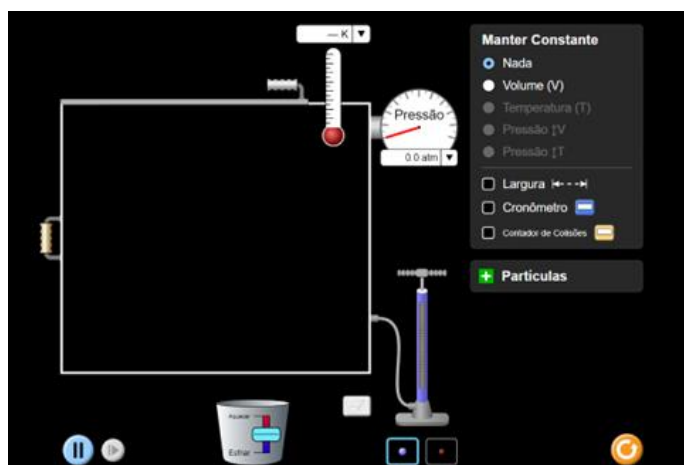
ROTEIRO DA 2ª PARTE DA ATIVIDADE DA SIMULAÇÃO PhET - ESTUDANTE

“Roteiro Phet Termodinâmica (leis dos gases)”

2.Simulação leis dos gases



Selecione o menu leis para observar os movimentos dos gases e a relação com P, V e T.



- ❖ No menu Manter constante, escolher e fixar os grandezas P,V e T
- ❖ No modo  observar o valor da pressão
- ❖ No modo  observar o valor da temperatura

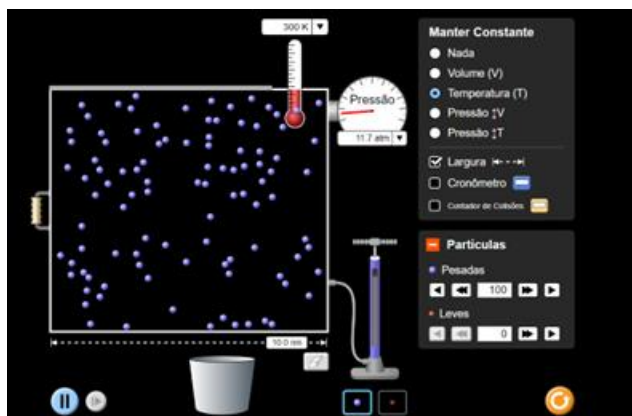


- ❖ No modo  aumentar ou diminuir o tamanho da caixa.



- ❖ No modo  aumentar e diminuir a energia transferida como calor

A. Actividade primeiro (lei de Boyle)

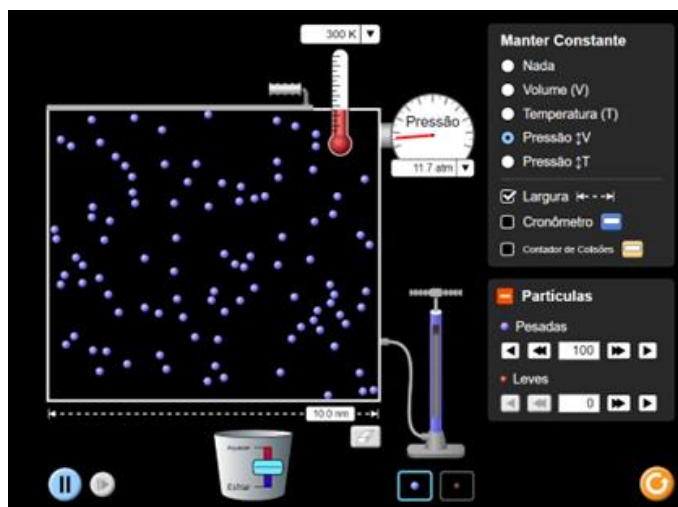


- ❖ Em "parâmetros constantes", selecione "temperatura" e pressione a alavanca da bomba para se colocar gás com número 200 mols e anotar o valor da temperatura.
- ❖ Depois, clique no botão de aumentar a comprimento da caixa e observar o valor do volume e da pressão no botão P e V, e anotar na tabela (repetir 6 vezes)

Agora vamos observar

- ★ Explicar a relação entre o comprimento e o volume do gás neste experimento.
- ★ Será que o resultado da multiplicação entre a pressão e o volume (P.V) nos dados desse experimento, está próximo de um valor constante? Explique!
- ★ Faça um gráfico da relação entre a pressão e o volume, com base nos dados da tabela!
- ★ Explique a relação entre a pressão e o volume do gráfico em cima!

B. Actividade primeiro (lei de Charles)

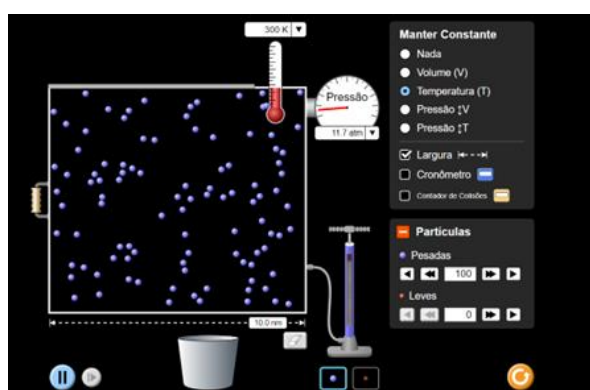


- ❖ Em "parâmetros constantes", selecione "temperatura" e pressione a alavanca da bomba para colocar gás com número 200 mols .
- ❖ Depois, clique no botão de aumentar a temperatura e observe o valor do volume e da temperatura no botão V e T, anotando numa tabela (repetir 6 vezes)

Agora vamos observar

- ★ Como as partículas se movem quando a temperatura aumenta e quando a temperatura diminui?
- ★ Faça um gráfico da relação entre o volume e a temperatura, com base nos dados!
- ★ Será que o resultado da divisão entre o volume e a temperatura registrados nos dados experimentais, está próximo de um valor constante? Explica!

C. Actividade primeiro (lei de Guy-Lussac)



- ❖ Em "parâmetros constantes", selecione "volume" e pressione a alça da bomba para entrar gás, com número de 200 mols e anote o valor de V.
- ❖ Depois, clique no botão para aumentar a temperatura e observe o valor da pressão e da temperatura no botão P e T, anotando numa tabela (repetir 6 vezes)
- ❖ Clique no botão calor para diminuir a temperatura e observe o valor da pressão e da temperatura no botão P e T, anotando numa tabela (Repetir 6 vezes)

Agora vamos observar

- ★ se a temperatura diminui para 0 Kelvin, o que acontece com o movimento das partículas, pressão de gás?
- ★ Com os dados obtidos, desenhe o gráfico!
- ★ Explique a relação entre o volume e a temperatura no gráfico!
- ★ Será que o resultado da divisão entre a pressão e a temperatura nos dados experimentais é próximo de um valor constante? Explica!



Apêndice 03

QUESTIONÁRIO

(Estudantes)

Semestre : II

Ano : 2023

- i. Assinale a resposta correta, com base na sua própria opinião, sem ser influenciado por ninguém, e justifique-a.
- ii. Qualquer que seja a sua resposta, ela não afetará a sua nota de física. Por isso, responda com sinceridade.

Para as questões abaixo, indique numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), qual o valor que atribui para cada afirmação.

Utilização das simulações na sala de aula

1. As aulas com simulações fornecem uma nova forma de aprendizagem na sala de aula.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

2. As simulações parecem ser boas ferramentas para a aprendizagem da física.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

3. As simulações estimulam o raciocínio crítico.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

.....

4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

6. As simulações utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem as simulações

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

7. Gostava de usar as simulações em outras disciplinas de física

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

Utilização da simulação PhET gases (introdução e leis) nas aulas de termodinâmica

1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

3. Sinto que as simulações PhET gases (introdução e leis) são um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

4. Sinto que a utilização das simulações PhET podem melhorar a minha compreensão sobre as propriedades dos gases ideais.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

- 5.** Sinto que a simulação PhET gases (leis) é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

- 6.** Sinto que a simulação PhET gases (leis) permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

- 7.** Gostava de usar as simulações PHET em outros conteúdos da termodinâmica.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

.....

.....

Apêndice 04.a Painel dos questionário aos professores

(Consultado)



PAINEL DO QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES

Código/Nome do Professor:

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria. Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO. Obrigado!

CATEGORIA	QUESTÕES	ESCALA (1, 2, 3, 4, 5, 6)	OBSERVAÇÃO
Utilização da simulação PhET na Sala de Aula	1. As aulas com simulações fornecem uma nova perspectiva de aprendizagem na sala de aula.	6	-
	2. As simulações PhET parecem ser ferramentas efetivas para a aprendizagem da Física	6	-
	3. As simulações PhET mobilizam o raciocínio crítico.	5	palavra mobilizam pode ser trocar com a palavra estimular
	4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.	6	-

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

	5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos	6	—
Utilização da simulação PhET Gases (introdução e leis) nas aulas de Termodinâmica	1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	—
	2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	—
	3. A simulação PhET utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem a simulação.	6	—
	4. Sinto que a simulação PhET é um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.	5	Este gráfico pode ser desativado para valores quânticos (4.a e 6). Como mostram 4.a. e aumentar 4.6. Como sinto que a simulação é para aprendizagem dos outros conceitos de Física
	5. Sinto que a simulação PhET permite aprender sobre as propriedades dos gases ideais.	6	—

	6. Sinto que a simulação PhET é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.	6	—
	7. Sinto que a simulação PhET permite compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.	6	—
	8. Gostava de usar simulações em outros conteúdos da termodinâmica.	6	—
	9. Gostava de usar simulações em outras disciplinas de física.	6	—

Dili 25/10/2023

Dosente

(Paulo Alves Cabral)

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física



PAINEL DO QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES

Código/Nome do Professor:

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria. Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO. Obrigado!

1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6 =

CATEGORIA	QUESTÕES	ESCALA						OBSERVAÇÃO
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Utilização da simulação PhET na Sala de Aula <u>PHET</u>	1. As aulas com simulações fornecem uma <u>nova perspectiva</u> de aprendizagem na sala de aula. ✓	✓						<i>precisa base linguage / precisa ver "nova" uso de "nova" perspectiva!</i>
	2. As simulações PhET parecem ser ferramentas <u>efetivas</u> para a aprendizagem da Física	✓						
	3. As simulações PhET mobilizam o raciocínio crítico.					✓		
	4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.					✓		

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

	5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos	5	
Utilização da simulação PhET Gases (introdução e leis) nas aulas de Termodinâmica	1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.		perguntas no 1 e 2 são consideradas iguais: sugere rever.
	2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.		
	3. A simulação PhET utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem a simulação.	1	Esta parte considerada como uma compensação.
	4. Sinto que a simulação PhET é um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.	6	
	5. Sinto que a simulação PhET permite-me aprender sobre as propriedades dos gases ideais.	6	



	6. Sinto que a simulação PhET é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.	6	
	7. Sinto que a simulação PhET permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.	6	
	8. Gostava de usar simulações em outros conteúdos da termodinâmica.	6	
	9. Gostava de usar simulações em <u>outras disciplinas de física</u> .	1	

Dili/...../.....

Dosente

()
Teodoro Soares, Ph.D



PAINEL DO QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES

Código/Nome do Professor:

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria. Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO. Obrigado!

CATEGORIA	QUESTÕES	ESCALA (1, 2, 3, 4, 5, 6)	OBSERVAÇÃO
Utilização da simulação PhET na Sala de Aula	1. As aulas com simulações fornecem uma nova perspectiva de aprendizagem na sala de aula.	6	
	2. As simulações PhET parecem ser ferramentas efetivas para a aprendizagem da Física	6	
	3. As simulações PhET mobilizam o raciocínio crítico.	6	
	4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.	6	

	5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos	6	
Utilização da simulação PhET Gases (introdução e leis) nas aulas de Termodinâmica	1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	5	-precisa de rever o conteúdo dessa categoria, essa categoria indica a motivação, compreensão ou interesse de aprendizagem dos alunos?
	2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	5	_____ , _____
	3. A simulação PhET utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem a simulação.	6	se for possível mudar para categoria 1
	4. Sinto que a simulação PhET é um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.	6	A pergunta está boa, mas, precisa de rever o conteúdo da categoria, compreensão
	5. Sinto que a simulação PhET permite aprender sobre as propriedades dos gases ideais.	5	Sinto que a utilização da simulação Phet pode melhorar a minha compreensão sobre as propriedades dos gases ideais.

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

	6. Sinto que a simulação PhET é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.	6	A pergunta está boa, mas, precisa de rever o conteúdo da categoria.
	7. Sinto que a simulação PhET permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.	6	_____ "
	8. Gostava de usar simulações em outros conteúdos da termodinâmica.	6	_____ "
	9. Gostava de usar simulações em outras disciplinas de física.	6	_____ "

Dili 29.09.2023

Dosente

 (Maria Lia F. Freitas)

	5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos	6	
Utilização da simulação PhET Gases (introdução e leis) nas aulas de Termodinâmica	1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	3. A simulação PhET utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem a simulação.	6	
	4. Sinto que a simulação PhET é um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.	6	
	5. Sinto que a simulação PhET permite-me aprender sobre as propriedades dos gases ideais.	6	

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

	6. Sinto que a simulação PhET é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.	6	
	7. Sinto que a simulação PhET permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.	6	
	8. Gostava de usar simulações em outros conteúdos da termodinâmica.	6	
	9. Gostava de usar simulações em outras disciplinas de física.	6	

Dili 25.../09./2023

Painel


(Mariana de f. ude)

Apêndice 04.b Painel dos questionário aos professores (Validação)





**PAINEL DO QUESTIONÁRIO
AOS PROFESSORES**

Código/Nome do Professor: paulo Alva Cabral

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria. Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO. Obrigado !

CATEGORIA	QUESTÕES	ESCALA (1, 2, 3, 4, 5, 6)	OBSERVAÇÃO
Utilização das simulações na sala de aula	1. As aulas com simulações fornecem uma nova forma de aprendizagem na sala de aula.	6	
	2. As simulações parecem ser boas ferramentas para a aprendizagem da Física	6	
	3. As simulações estimular o raciocínio crítico.	6	
	4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.	6	

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

	5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos	6	
	6. As simulações utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem as simulações.	6	
	7. Gostava de usar as simulações em outras disciplinas de física.	6	
Utilização da simulação PhET gases (introdução e leis) nas aulas de Termodinâmica	1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	3. Sinto que as simulações PhET gases (introdução e leis) são um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.	6	
	4. Sinto que a utilização das simulações PhET podem melhorar a	6	

	minha compreensão sobre as propriedades dos gases ideais.	6	
	5. Sinto que a simulação PhET gases (leis) é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.	6	
	6. Sinto que a simulação PhET gases (leis) permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.	6	
	7. Gostava de usar as simulações PHET em outros conteúdos da termodinâmica.	6	

Dili 3.../10/2023

Painel

(
Paulo A. Cabral)

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física



PAINEL DO QUESTIONÁRIO
AOS PROFESSORES

Código/Nome do Professor: *Teodoro Soares, Ph.D*

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria. Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO. Obrigado !

CATEGORIA	QUESTÕES	ESCALA (1, 2, 3, 4, 5, 6)	OBSERVAÇÃO
Utilização das simulações na sala de aula	1. As aulas com simulações fornecem uma nova forma de aprendizagem na sala de aula.	6	
	2. As simulações parecem ser boas ferramentas para a aprendizagem da Física	6	
	3. As simulações estimular o raciocínio crítico.	6	
	4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.	6	

	5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos	6	
	6. As simulações utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem as simulações.	6	
	7. Gostava de usar as simulações em outras disciplinas de física.	6	
Utilização da simulação PhET gases (introdução e leis) nas aulas de Termodinâmica	1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	3. Sinto que as simulações PhET gases (introdução e leis) são um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.	6	
	4. Sinto que a utilização das simulações PhET podem melhorar a	6	

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

	minha compreensão sobre as propriedades dos gases ideais.		
	5. Sinto que a simulação PhET gases (leis) é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.	6	
	6. Sinto que a simulação PhET gases (leis) permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.	6	
	7. Gostava de usar as simulações PHET em outros conteúdos da termodinâmica.	6	

Dili/...../

Panel

(Teodoro Soares, Ph.D)



**PAINEL DO QUESTIONÁRIO
AOS PROFESSORES**

Código/Nome do Professor: *Manã Lia F. Freitas*

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria. Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO. Obrigado !

CATEGORIA	QUESTÕES	ESCALA (1, 2, 3, 4, 5, 6)	OBSERVAÇÃO
Utilização das simulações na sala de aula	1. As aulas com simulações fornecem uma nova forma de aprendizagem na sala de aula.	6	
	2. As simulações parecem ser boas ferramentas para a aprendizagem da Física	6	
	3. As simulações estimular o raciocínio crítico.	6	
	4. As simulações ajudam a visualizar os conceitos abstratos.	6	

	5. As simulações ajudam a compreender os conceitos abstratos	6	
	6. As simulações utilizada nas aulas motivam-me a participar mais ativamente na aula física do que participaria sem as simulações.	6	
	7. Gostava de usar as simulações em outras disciplinas de física.	6	
Utilização da simulação PhET gases (introdução e leis) nas aulas de Termodinâmica	1. A simulação PhET (introdução) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	2. A simulação PhET (leis) usada pela professora aumentou a minha motivação para aprender conteúdos de termodinâmica.	6	
	3. Sinto que as simulações PhET gases (introdução e leis) são um método efetivo para a aprendizagem da teoria cinética dos gases.	6	
	4. Sinto que a utilização das simulações PhET podem melhorar a	6	

Utilização de Simulações PhET para o Ensino da Termodinâmica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e: uma proposta para o ensino e aprendizagem da física no departamento do ensino de física

	minha compreensão sobre as propriedades dos gases ideais.		
	5. Sinto que a simulação PhET gases (leis) é uma ferramenta de aprendizagem que aumenta o meu conhecimento sobre as leis dos gases.	6	
	6. Sinto que a simulação PhET gases (leis) permite-me compreender a relação entre as grandezas na equação dos gases ideais.	6	
	7. Gostava de usar as simulações PHET em outros conteúdos da termodinâmica.	6	

Dili/...../.....

Painel

(Maria Lia F. Freitas)



Apêndice 05

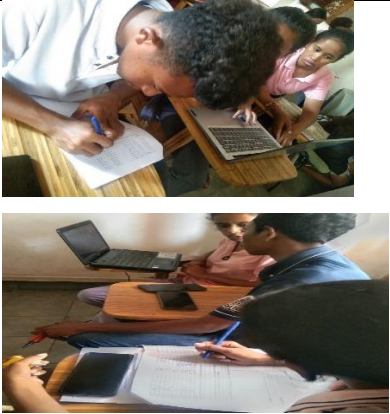
Nota de campo naturalista durante a investigação na UNTL em Timor - Leste

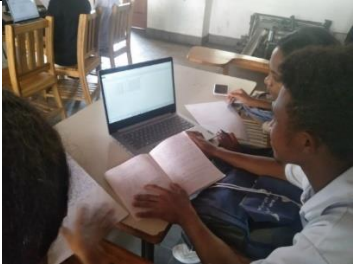
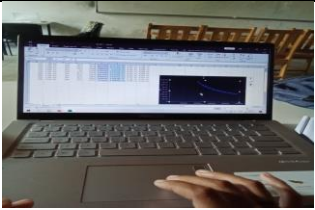
Data	Atividade	Observação	Resultado
9/10/2023	Seleção o amostra 	No momento da seleção da amostra, os estudantes todos queriam participar na aula de simulação, mas alguns deles não tinham o computador. Portanto, optei por selecionar apenas aqueles que tinham acesso ao computador	Então, representativo da minha amostra foram 20 estudantes, dos quais 12 eram da feminino e 8 do masculino.
11/10/2023	Premeiro aula (Conhecimento da simulação PhET) 	Os estudantes estavam muito entusiasmos e interesses em aprender e conhecer a simulação, mas a dificuldade que enfrentamos foi a rede de internet muito fraca. Além disso, tínhamos dificuldades em	Portanto, fizemos o download da simulação PhET para que, durante a implementação, não fosse necessário utilizar a rede de internet, e Também enviei aos estudantes as simulações PhET, (introdução e as leis dos gases).

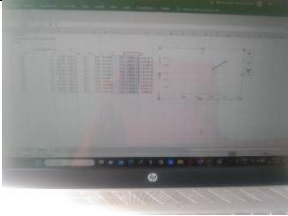
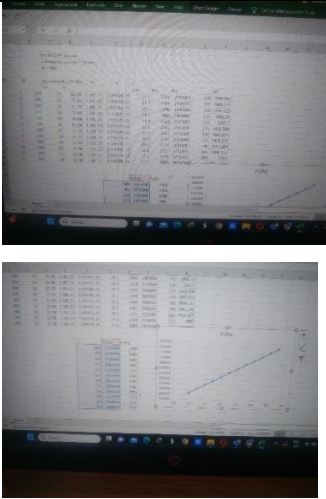
		realizar o download das simulações PhET, que incluíam tipos de introdução e leis dos gases.	
14/10/2023	Segunda aula (Introdução dos gases)  (os estudantes estavam verificar as simulação no computador)	Eles estavam a verificar as aplicações PhET com base nos resultados dos downloads. Houve estudantes que enfrentaram problemas no computador, de acesso por parte de alguns deles.	Então, decidimos que cada grupo utilizaria um computador. Também verifiquei se todos os grupos estavam utilizar as simulações PhET (introdução e as leis dos gases).
	 (Os estudantes estavam ler o roteiro da simulação)	Entregamos o roteiro para os estudantes, e eles o leram antes de praticarem. No entanto, discutimos isso juntos, porque havia estudantes que não entenderam como realizar a experiência com base no roteiro.	Explicava para os estudantes antes de começarmos a experiência.

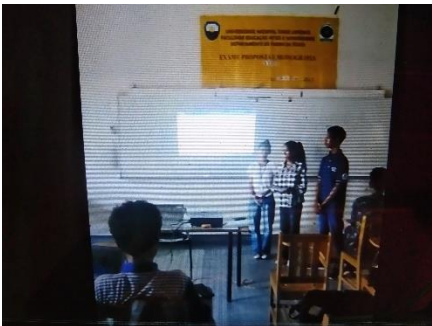
	 (orientar e facilitar os estudante fazem a simulação)	Os estudantes estavam fazendo a experiência sozinhos, seguindo as instruções no roteiro. No entanto, alguns estudantes ainda não estavam acostumados, pois era a primeira vez que praticavam usando esta tecnologia com este aplicativo	Consiqummos realizar os experiências.
21/10/2023	Terceiro Aula (Leis dos gases)  (Ler o roteiro)	Entreguei o roteiro para os estudantes e eles estavam ler antes de praticarem, mas discutíamos juntos porque havia estudantes que não entenderam como realizar a experiência basia-se no roteiro.	Expliquei para os estudantes antes de começarmos a experiência.

	 (Responde o hipótese no roteiro)	Para estimular a capacidade de análise dos estudantes, demonstrei uma prática simples com materiais de baixo custo e em seguida, os estudantes responderam temporariamente às perguntas baseadas no que observaram, mas com as limitações que tinha, ainda os orientei pelo orientador sobre como formular uma hipótese.	
	 (Realizar a simulação Phet (leis dos gases))	Nesta fase, os estudantes já não ficavam nervosos ao utilizar o computador e tinham liberdade para praticar, mas por vezes ainda se esqueciam da correta determinação na tela das grandezas que são constantes.	Consequimos realizar os experiências.

	 (Anotar os dados no roteiro)	Nesta fase, quando preencheram os dados na tabela existente no roteiro, os estudantes não tiveram problemas, mas enfrentaram dificuldades em determinar o volume com base na largura que já estava no aplicativo. Na primeira etapa, eu orientei usando a fórmula, mas os estudantes tiveram dificuldades e então, orientei a usar a equação do gás ideal para determinar o volume.	Com as dificuldades que os estudantes tinham, com a orientação disponível, eles conseguiam responder às perguntas no roteiro.
24/10/2023	Quarto Aula (Analisar dos dados utilizam o excel)	Nesta etapa, os estudantes foram orientados a analisar dados com o Excel. Sentiam que algo era novo e único para eles, pois era a primeira vez que experimentavam esse método ou maneira, e tinham muita vontade de aprender. No entanto, precisavam de orientação máxima da orientadora, pois ainda não tinham experiência na utilização do Excel.	

	  (orientar os estudantes colocar os dados no excel)	Espliquei como preencher a tabela e utilizar as formulações relacionadas ao Excel, além de criar o gráfico basia-se nos dados disponíveis no Excel.	
	 (Fazer o grafico PV)	Nesta fase, todos os grupos tiveram dificuldade em desenhar gráficos, onde os estudantes ainda estavam confusos sobre a coluna do eixo x ou horizontal e também a coluna do eixo	Com as dificuldades que tinham, com a ajuda da orientação, conseguiram fazer o gráfico da relação entre PV, VT e PT. Apesar de os resultados não terem ser ideais ou perfeitos, conseguiram mostrar

	 (Fazer o grafico VT)	vertical, ou eixo y. Então, orientei os estudantes sobre como determiná-lo com base nas equações de cada lei, como PV, onde o eixo y é P e o eixo x é V, o mesmo ocorre nos gráficos VT e PT.	um gráfico que indicava as relações entre cada grandeza presente nas leis dos gases.
	 (Fazer o grafico PT)		
	Orientar fazer o relatorio utilizar o V gowing	Orientei os estudantes sobre como fazer um relatório utilizando o V gowing, nesta etapa facilitar os estudantes sobre como desenhar o V	

		gowing, após isso os estudantes começavam a preencher cada item que existe mas as vezes têm dificuldades.	
25/10/2023	Aula apresentação  (Apresentar o relatório)	Depois de verificar o relatório que fizeram e corrigi-lo em casa, demos oportunidade aos representantes de dois grupos para apresentarem sobre a introdução aos gases e as leis dos gases. Durante suas apresentações, utilizaram duas línguas, nomeadamente o português e o tétum, porque às limitações que ainda tinham na utilização da língua portuguesa.	Eles conseguiram apresentar os resultados de seu relatório.
09/11/2023	(Prencher o Questionário) 	No último dia da pesquisa, os estudantes preenchiam o questionário, no qual as perguntas foram preparadas em língua portuguesa. No entanto, os estudantes tinham limitações na	Com a explicação que dei, responderam às perguntas com seriedade e não houve pressão durante o preenchimento do questionário.

		compreensão do português. Antes de preencherem o questionário, expliquei as exigências presentes no questionário, mas ocasionalmente ficavam um pouco confusos com as perguntas. Portanto, às vezes, fornecia uma explicação adicional para auxiliá-los.	
--	--	--	--