

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO DE TRANSFORMAÇÕES GASOSAS: ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Erivaldo Correia da Silva¹

Flávia Portela Santos²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma sequência didática baseada no ensino por investigação, focada no ensino do conteúdo das transformações gasosas. A abordagem do ensino por investigação promove a aprendizagem ativa e significativa dos alunos, colocando-os como protagonistas na construção do conhecimento. A sequência didática proposta segue uma estrutura progressiva, envolvendo atividades práticas por meio de simulação virtual, experimentos e análise de dados. Espera-se que os alunos desenvolvam uma compreensão aprofundada dos conteúdos das transformações isobárica, isovolumétrica e isotérmica, além de habilidades de pensamento crítico e científico, e que aprimorem suas habilidades de investigação e trabalho em equipe. As atividades propostas podem também servir, para outros professores de física, como uma ferramenta de auxílio durante sua prática docente no ensino das transformações dos gases. A sequência didática busca promover uma educação mais contextualizada, formando alunos críticos, reflexivos e cientificamente alfabetizados.

Palavras-chave: Ensino por investigação; temperatura; sequência didática investigativa; experimentação; metodologias ativas.

INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem da física no ensino médio enfrenta uma série de desafios que podem impactar a forma como os estudantes aprendem e se envolvem com a disciplina (MOREIRA, 2021). Silva et al. (2018) apresentam alguns desafios, incluindo a falta de contextualização dos conteúdos, como um dos principais problemas. Ainda de acordo com estes autores, muitas vezes, os conceitos físicos são apresentados de forma abstrata e desconectados da realidade dos alunos, o que dificulta o engajamento e a compreensão.

O conceito da grandeza Temperatura, por exemplo, carrega a característica de ser bastante abstrato, mas muito intuitivo pela aplicabilidade no dia a dia. No entanto, se seu aprendizado não estiver articulado a outros conceitos, como o de condutividade térmica, é comum um estudante achar que uma panela de alumínio está mais fria que uma colher de pau, mesmo estando ambas à mesma temperatura. Dessa forma, um dos principais

¹ Professor da rede pública de ensino de Pernambuco e da Paraíba, erivaldoivo@gmail.com;

² Flávia Portela Santos doutora Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, flavia.portela@ufrpe.br.



obstáculos é a abstração do conceito. Conforme destacado por Santos *et al.* (2022), compreender que a temperatura está relacionada à agitação das partículas de um sistema requer uma visão microscópica e a capacidade de estabelecer conexões entre os fenômenos macroscópicos e microscópicos.

A despeito desses desafios, a compreensão dos conteúdos relacionados à temperatura, e dentro deste os fenômenos relacionados às transformações sofridas pelos gases ideais, desempenha um papel fundamental na formação científica dos discentes do ensino médio, por estar presente em diversos fenômenos físicos e químicos do cotidiano. As transformações gasosas são processos físicos que ocorrem com os gases, resultando em mudanças em suas propriedades, como pressão, volume e temperatura. Existem três tipos principais de transformações gasosas: isobárica, isovolumétrica e isotérmica.

A transformação isobárica ocorre quando a pressão do gás permanece constante, mas o volume e a temperatura podem variar. Um exemplo comum dessa transformação é a expansão de um gás contido em um recipiente com pistão móvel.

Já a transformação isovolumétrica, também conhecida como transformação isométrica, acontece quando o volume do gás permanece constante, mas a pressão e a temperatura podem ser alteradas. Um exemplo disso é a compressão de um gás em um cilindro fechado.

Por fim, a transformação isotérmica ocorre quando a temperatura do gás permanece constante, enquanto a pressão e o volume variam. Um exemplo comum dessa transformação é o processo de expansão ou compressão de um gás em um sistema termodinâmico.

Essas transformações têm uma importância significativa no cotidiano, pois estão presentes em diversos processos industriais, como na produção de energia elétrica, na fabricação de produtos químicos e na refrigeração. Além disso, compreender os conceitos e definições das transformações gasosas é essencial para a compreensão do comportamento dos gases em diferentes situações, auxiliando no desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e na resolução de problemas do dia a dia.

Outro desafio encontrado no ensino da terminologia é a relação entre a teoria e sua aplicação prática. Conforme argumenta Santos (2022), muitas vezes os estudantes têm dificuldades em relacionar os conceitos aprendidos em sala de aula com situações reais. Portanto, é importante que o ensino desse conteúdo seja acompanhado por exemplos e aplicações práticas que possam conectar a teoria à vida cotidiana dos alunos. Dessa forma,



é possível promover um aprendizado significativo e despertar o interesse dos estudantes pela física e pela ciência como um todo (AUSUBEL, 1963).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), bem como o Currículo de Pernambuco (2018), trazem as competências a serem adquiridas pelos estudantes em relação ao tema da temperatura. No âmbito do ensino médio, a Competência da Área - Ciências da Natureza e Suas Tecnologias - em relação ao objeto do conhecimento de temperatura e fenômenos correlatos:

Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

(BRASIL, 2018, p. 549; SEE, 2019, p.209).

Para que se possa alcançar os objetivos relacionados às competências da BNCC e das habilidades do Currículo de Pernambuco, é necessária a prática de aulas que saiam do tradicional, ou seja, das aulas meramente expositivas e, muitas vezes, descontextualizadas. Nesse contexto, a utilização de uma sequência didática por investigação surge como uma abordagem promissora para o ensino da termologia e das transformações gasosas, permitindo que os alunos se envolvam ativamente na construção do conhecimento.

É necessário que se tenha uma definição clara do que vem a ser uma sequência didática de ensino por investigação, e quais seriam seus objetivos, uma vez que sua definição pode se apresentar de forma bastante variada. Existem alguns pesquisadores que se dedicam a estudar este tema e propor a sua aplicação na educação básica, em quaisquer áreas do conhecimento (PAIS, 2002; ALMOULOU, COUTINHO 2008; CARVALHO, 2013).

Dentro do escopo da Física e para a proposta deste trabalho foi aceita a definição de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) de Carvalho (2013, p. 9):

Sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.



Como defendido pela autora, é necessário que se faça um planejamento de todas as etapas da sequência didática a ser aplicada, e que se considere apenas um conteúdo, ou tópico do programa, ou currículo que se está trabalhando, uma vez que os objetivos devem ser conhecidos pelo professor e pelos alunos. Em relação aos conhecimentos prévios dos estudantes, é necessário fazer uso correto de tal conhecimento, pois a relação do que já se sabe sobre determinado tema, embora não seja um conhecimento estruturado e sistematizado, é de grande importância. Este aspecto é defendido por Ausubel (1963) em sua teoria, na qual propõe que se valorize o conhecimento prévio dos alunos na construção de estruturas mentais por meio de mapas conceituais. Essa abordagem permite a descoberta e redescoberta de novos conhecimentos, tornando a aprendizagem prazerosa e eficaz, buscando assim uma aprendizagem significativa.

Dentro deste contexto, as simulações virtuais têm se mostrado uma ferramenta extremamente relevante no ensino e aprendizado de diversos conceitos científicos. No caso das transformações gasosas, não poderia ser diferente. Realizar simulações virtuais sobre essas transformações é de suma importância para que os estudantes possam compreender melhor os fenômenos envolvidos e assimilar os conceitos de forma mais efetiva.

1.2. A importância do uso de simulações virtuais

A utilização de simulação virtual como ferramenta de ensino tem ganhado cada vez mais destaque, principalmente na área da ciência e da educação. Nesse sentido, a simulação virtual surge como uma solução inovadora e eficiente para ensinar conteúdos complexos e abstratos, como é o caso dos conceitos relacionados às transformações gasosas. A ascendente utilização desta ferramenta de ensino-aprendizagem acontece devido a alguns fatores que impossibilitam e/ou dificultam que experimentos reais sejam realizados, dentre os quais destaca-se: à falta de laboratórios na maioria das escolas; o alto custo financeiro para a realização de certos experimentos, além da necessidade de um ambiente que seja seguro e adequado, para tal prática (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2012).

As simulações virtuais permitem que o estudante tenha uma experiência prática, mesmo que de forma virtual, sobre as transformações gasosas. Isso é fundamental, uma vez que essas transformações ocorrem em um nível microscópico e muitas vezes são difíceis de serem visualizadas no ambiente real. Através da simulação, é possível observar e compreender o comportamento dos gases, assim como suas propriedades físicas, além de possibilitar a manipulação de variáveis e condições experimentais de forma segura. Os



alunos podem alterar a temperatura, a pressão e o volume dos gases, por exemplo, e observar as consequências dessas alterações nas transformações gasosas. Isso não seria possível em um laboratório com materiais reais, devido aos riscos envolvidos em experimentos com gases.

Nesse contexto, a simulação virtual surge como uma importante aliada no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre transformações dos gases. Por meio de interfaces interativas, os estudantes podem explorar e manipular virtualmente os fenômenos térmicos, permitindo uma compreensão mais ampla e concreta desses conceitos.

Essas experiências virtuais permitem aos alunos observarem os resultados das ações que realizam, podendo repeti-las quantas vezes julgarem necessário para compreenderem melhor cada fenômeno. Além disso, a simulação virtual possibilita a visualização de gráficos, imagens e animações que auxiliam na compreensão dos conceitos térmicos.

Um estudo realizado por Silva *et al.* (2020) mostrou os benefícios da utilização de simulações virtuais no processo de ensino dos conceitos sobre temperatura. Os resultados revelaram que os alunos que utilizaram as simulações virtuais apresentaram um maior domínio dos conteúdos, foram capazes de relacioná-los com situações reais e demonstraram maior interesse e motivação pelo assunto.

Portanto, a utilização de simulações virtuais no ensino dos conteúdos sobre temperatura se mostra uma estratégia pedagógica eficaz. Ao proporcionar uma aprendizagem mais significativa, concreta e interativa, a simulação virtual contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de inferir, analisar e solucionar problemas relacionados aos fenômenos térmicos. Sendo assim, é essencial que professores e instituições de ensino incorporem essa tecnologia em suas práticas pedagógicas, a fim de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e melhorar a formação dos estudantes.

Além disso, as simulações virtuais também podem ser utilizadas como complemento às aulas teóricas. Os professores podem utilizar essas simulações para exemplificar e ilustrar as transformações gasosas de forma mais dinâmica e interativa, despertando o interesse dos alunos e facilitando a compreensão dos conceitos abordados.

É importante destacar que as simulações virtuais são uma ferramenta inclusiva e democrática. Nem todas as escolas possuem laboratórios equipados para realizar experimentos com gases, o que pode prejudicar o aprendizado dessa temática. Ao utilizar



as simulações virtuais, os alunos têm acesso a atividades práticas, independentemente da infraestrutura da sua escola, nivelando as oportunidades de aprendizado. Desta forma, torna-se imprescindível incorporar essa tecnologia no ensino de Física, visando o aprimoramento do aprendizado dos estudantes.

1.3. A proposta de elaboração de SEI

Esta investigação propõe a elaboração de uma sequência didática, utilizando uma SEI, para o ensino do conceito físico de termologia e transformações gasosas. Para esta construção, propõe-se a utilização de uma simulação virtual em física de forma sistemática e investigativa.

Para que fosse possível a realização da produção de uma sequência didática investigativa, a qual seja aplicável para qualquer turma do ensino médio nas aulas de física, dentro do tema proposto: o estudo da temperatura e transformações gasosas, foram seguidos alguns pontos norteadores: Elaboração e proposição de uma sequência didática para o ensino das transformações gasosas por investigação, buscando proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa e contextualizada, por meio de atividades práticas e reflexivas.

A sequência didática suprarreferida, produto final deste trabalho, dedica-se inicialmente à identificação das principais dificuldades e concepções prévias dos alunos em relação ao tema da temperatura, a fim de adaptá-la de acordo com as necessidades dos estudantes e seus conhecimentos prévios. Adicionalmente, a proposta objetiva estimular o desenvolvimento de atividades práticas e experimentais que permitam aos alunos investigar e explorar os conceitos de temperatura e das transformações gasosas.

A SEI também visa estimular a colaboração e a troca de ideias entre os alunos, por meio de atividades em grupo, debates e discussões, possibilitando a construção coletiva do conhecimento e o desenvolvimento das habilidades sociais, como a comunicação e a argumentação científica, além de incentivar a reflexão metacognitiva sobre o processo de aprendizagem, levando os alunos a refletirem sobre suas próprias estratégias e o aprofundamento dos seus conhecimentos sobre o tema da temperatura, com ênfase nas transformações gasosas.

METODOLOGIA

A sequência foi estruturada de forma a promover a participação ativa dos estudantes em atividades práticas, experimentais e reflexivas, estimulando o



desenvolvimento do pensamento científico e da capacidade de investigação. Sendo assim, a proposta está elaborada seguindo uma estrutura coerente e progressiva, que leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos, as etapas do método científico e os objetivos de aprendizagem estabelecidos. Para a realização desta proposta foram consideradas as etapas apresentadas por Carvalho (2013) e descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Correlação entre as etapas da SEI e atividades propostas.

Etapas da SEI	Atividades a serem realizadas
Problematização	Apresentação de uma simulação que desperte questionamentos e aplicações sobre a definição de Temperatura.
Planejamento	Os alunos são envolvidos no planejamento da investigação, definindo questões de pesquisa, elaborando hipóteses e pensando em estratégias e procedimentos para coletar dados e realizar experimentos.
Investigação	Realização de um experimento proposto dentro de um roteiro investigativo por meio de uma simulação, incentivando a interpretação dos conceitos.
Comunicação	Compartilhamento das descobertas e conclusões numa roda de conversa, tendo a mediação do professor.
Reflexão	Os alunos são convidados a refletir sobre o processo investigativo, analisando as informações obtidas, comparando com as hipóteses iniciais e identificando possíveis erros, acertos e novos questionamentos.
Sistematização	Consolidação dos conhecimentos construídos ao longo da sequência, por meio da organização e estruturação das informações obtidas, permitindo aos alunos construir conceitos e generalizações mais amplas.
Avaliação	Uso de ferramentas simples para avaliar a compreensão dos conceitos. Sugere-se a utilização de recursos digitais como um quizz, construção de infográfico ou etc.

Fonte: Carvalho (2013).

É importante ressaltar que essas etapas podem variar de acordo com o contexto e os objetivos da sequência didática, sendo adaptadas e ajustadas conforme necessário.

Durante a sequência didática, os alunos são incentivados a explorar o conteúdo das transformações dos gases ideais por meio de experimentos práticos. Tal experimento se deu de maneira virtual, com um roteiro, onde os alunos podem fazer medições e interpretações de fatos observados e dos dados obtidos. Eles têm a oportunidade de medir



temperaturas, analisar escalas de temperatura, investigar a dilatação térmica, a transferência de calor e as mudanças de estado da matéria. Ao envolver os alunos em atividades concretas e desafiadoras, busca-se criar um ambiente propício para que eles construam seus conhecimentos de maneira ativa e autônoma.

Em relação às ferramentas metodológicas desta proposta, destacamos:

- Experimentos práticos: é uma maneira eficaz de explorar o tema das transformações gasosas.
- Material virtual do laboratório virtual da Universidade Federal do Ceará, disponível em <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/transformacoes-gasosas> que permite a visualização e interação com diferentes processos de transformações gasosas.
- Ferramentas de análise de dados, como planilhas eletrônicas para registrar e organizar os resultados das simulações, permitindo a realização de cálculos e gráficos para compreender as relações entre as variáveis envolvidas.
- Questionários para coletar feedback dos alunos sobre a experiência com as simulações virtuais, identificando aspectos positivos e possíveis dificuldades encontradas.
- Fóruns de discussão para permitir a interação entre os alunos, promovendo a troca de experiências e o esclarecimento de dúvidas sobre as transformações gasosas simuladas.
- Avaliações formativas que incluam questões sobre o conteúdo das simulações virtuais, visando verificar a compreensão dos alunos sobre os processos de transformações gasosas estudados.
- Trabalho em grupo e discussões: promoção de atividades em grupo, como debates e resolução de problemas, onde os alunos possam discutir suas hipóteses, resultados e conclusões sobre diferentes situações relacionadas às transformações gasosas. Essas discussões incentivarão a troca de ideias e o desenvolvimento do pensamento crítico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática elaborada a partir do exposto neste trabalho está descrita no Quadro 2, de forma resumida, apontando apenas os comandos a serem dados pelo professor para a execução da SEI, utilizando-se o roteiro proposto.



Quadro 2: Resumo da Sequência Didática proposta

Resumo da Sequência Didática:

1. Objetivos:

- Desenvolver os conceitos envolvidos nas transformações gasosas e os fenômenos que acontecem durante essas transformações;
- Identificar as diferentes formas de transformação gasosa (compressão, expansão, evaporação, condensação);
- Relacionar as transformações gasosas com o comportamento das partículas dos gases;
- Especificar os tipos de transformações gasosas, como as transformações isobáricas, isotérmicas e isovolumétricas.

2. Introdução:

- Apresentar situações problemas para instigar a curiosidade dos alunos;
- Contextualizar o tema com exemplos práticos do dia a dia.

3. Desenvolvimento:

- Explorar os conceitos de pressão, volume e temperatura dos gases;
- Utilização de recursos didáticos: simulação experimental e vídeo ilustrativo;
- Realizar experimentos simples para ilustrar as transformações gasosas, como por exemplo: encher um balão e observar o que acontece com ele quando exposto ao sol;
- Trabalhar com as equações dos gases ideais (equação de Clapeyron);
- Trabalhar cada uma das transformações gasosas, suas fórmulas e seus gráficos, fazendo uso da simulação virtual e do roteiro proposto.

4. Exercícios práticos:

- Propor atividades em grupo onde os alunos devem realizar experimentos simples para observar as transformações gasosas, como por exemplo: a utilização de seringas e balões para comprimir e expandir gases;
- Resolver as questões relacionadas aos conteúdos vistos anteriormente.

5. Aplicação:

- Propor situações do cotidiano para que os alunos identifiquem e compreendam as transformações gasosas, como por exemplo: o ciclo da água e o funcionamento de um gás de cozinha.



6. Avaliação:

- Aplicar uma avaliação escrita contendo questões sobre os conteúdos abordados na sequência didática;
- Observar a participação dos alunos nos experimentos e atividades práticas (simulação virtual, realizando todo o percurso proposto no roteiro).

7. Fechamento:

- Finalizar a sequência didática com uma discussão sobre a importância do estudo das transformações gasosas e sua aplicabilidade no cotidiano;
- Revisar os conceitos aprendidos e retomar os exemplos práticos apresentados no início da aula.

A sequência didática elaborada foi baseada na teoria de Carvalho (2013), a qual propõe que as sequências didáticas são fundamentais para a construção do conhecimento pelos estudantes. A importância das sequências didáticas no contexto educacional está relacionada ao desenvolvimento das competências e habilidades dos estudantes. Ao proporcionar uma sequência de atividades envolvendo diferentes linguagens, leituras, debates e produções, a teoria de Carvalho promove uma aprendizagem mais completa e abrangente. Corroborando com estas ideias, propõe-se na sequência desenvolvida (Quadro 2) a utilização de elementos diversos como diálogo, vídeos curtos e experimento que permite o desenvolvimento de produção dos estudantes.

As sequências didáticas são estruturadas de forma a conduzir os alunos a uma compreensão mais profunda dos conteúdos. Elas estabelecem uma sequência lógica de atividades que partem do conhecimento prévio do estudante (Ausubel, 1963), avançam para a exploração do tema em diferentes aspectos e culminam em uma síntese do conhecimento adquirido.

Outro aspecto importante das sequências didáticas, dentro da teoria de Carvalho, é a valorização da diversidade de saberes e a inclusão de diferentes formas de representação do conhecimento. Tal teoria propõe que, ao utilizar diferentes linguagens, os estudantes têm a oportunidade de ampliar suas capacidades de expressão e compreensão do mundo



por meio das práticas experimentais com simulações virtuais, vídeos ilustrativos e resolução de exercícios. A simulação trazida neste estudo oferece a vantagem de realizar experimentos seguros, econômicos e facilmente reproduzíveis, permitindo a visualização de processos e a manipulação de variáveis para o estudo detalhado das transformações gasosas.

Além disso, as sequências didáticas também favorecem o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos, como o pensamento crítico, a capacidade de análise e a resolução de problemas. Ao participarem ativamente das atividades, os estudantes são estimulados a pensar, refletir e construir suas próprias ideias, o que contribui para sua formação como cidadãos autônomos e críticos (LIMA, 2016). Através do trabalho em grupo, da troca de ideias e do respeito às diferentes opiniões, os estudantes aprendem a dialogar, a ouvir o outro e a construir conhecimentos de forma colaborativa.

Os resultados obtidos na aplicação de sequência didáticas semelhantes desenvolvidas neste estudo podem ser observados em diferentes aspectos. Em primeiro lugar, percebe-se um maior interesse e engajamento por parte dos alunos durante as aulas sobre as transformações gasosas. A utilização de atividades práticas e experimentos permite que os estudantes vivenciem e compreendam os conceitos de forma mais concreta, despertando a curiosidade e motivando-os a participar ativamente das atividades propostas. No contexto deste trabalho as atividades práticas vivenciadas foram feitas por meio das simulações virtuais, considerando o que já descrito em relação aos vários desafios para tais práticas nas escolas (RORATTO, 2010; BABINSKI, 2017; MONTEIRO, CASTILHO & SOUZA, 2021).

Além disso, constata-se uma melhora na aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo estudado. Através de abordagens mais interativas, como simulações computacionais e discussões em grupo, os estudantes são estimulados a pensar de maneira crítica e a aprofundar seus conhecimentos sobre o tema. Os resultados de possíveis avaliações podem indicar um aumento significativo na assimilação dos conceitos, demonstrando que a sequência didática proporciona uma melhor compreensão dos princípios fundamentais da temperatura e das transformações gasosas (ALMENARA, 1998; HECKLER, 2004; ANDRADE, 2006).

Outro ponto importante a ser observado é o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos. Durante a sequência didática, podem ser trabalhadas atividades que estimulem o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a interpretação de gráficos e tabelas. Neste estudo, por exemplo, é proposto que os discentes construam os gráficos



e façam o contraste dos gráficos construídos com a teoria que foi explorada. Essas habilidades são essenciais para o aprendizado não só dos conteúdos sobre as transformações dos gases, mas também de outras disciplinas e/ou conteúdos, e para a formação geral dos estudantes.

É válido ressaltar que a aplicação de uma sequência didática sobre temperatura e as transformações dos gases no ensino médio pode contribuir para suprir uma lacuna presente no currículo escolar. Muitas vezes, tais conteúdos são abordados de maneira superficial, apenas por meio de explanação oral dos professores, não havendo qualquer atividade experimental e sem explorar seu real significado e importância. Com a sequência didática, por meio de uma atividade experimental, medida por uma simulação virtual, é possível fornecer aos alunos uma base sólida sobre o tema, preparando-os para uma compreensão mais aprofundada das ciências exatas e da própria física.

Por fim, é importante ressaltar que a sequência didática não se limita apenas aos conceitos teóricos de temperatura e das transformações gasosas, mas também aborda aplicações práticas e situações do cotidiano. Isso possibilita aos alunos a compreensão da importância deste conteúdo em diferentes contextos, como a climatização de ambientes, a conservação de alimentos, a geração de energia, entre outros. Isso permite que os estudantes percebam a relevância desse conceito em suas vidas e desenvolvam uma visão mais ampla sobre o tema.

3.1 Roteiro utilizado na aplicação da sequência didática

Uma simulação virtual sobre as transformações gasosas é uma ferramenta útil para os estudantes entenderem e visualizarem as mudanças que ocorrem nos gases. Um roteiro bem elaborado é essencial para garantir a precisão, a replicabilidade e a consistência dos resultados dos experimentos. Ele também ajuda a manter a organização e a eficiência durante a realização dos testes.

O roteiro utilizado neste trabalho, foi o que está disponível na página da UFC, no endereço <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/transformacoes-gasosas>. Tal roteiro foi adaptado para as necessidades deste trabalho. Como guia para o trabalho do professor, foi colocado ao término do roteiro proposto, o gabarito, com a resolução dos desafios e os comentários pertinentes a cada item do roteiro.

A simulação consiste em uma representação de um cilindro que pode ser preenchido parcialmente com um gás (dentre 4 opções) nas Condições Normais de Temperatura e



Pressão (CNTP). Cada gás tem uma quantidade fixa de moles. Um termômetro digital e um manômetro mostram, respectivamente, a temperatura em °C e a pressão em atm, sendo importante no que diz respeito à aprendizagem do uso de instrumentos de medida, mesmo que sejam aparelhos virtuais.

A simulação permite ao usuário fixar uma das variáveis (Volume, Temperatura ou Pressão) e variar as demais. Ao fixar o volume, a tampa do cilindro trava, a temperatura pode ser alterada e consequentemente a pressão se altera. Neste caso é analisada a transformação gasosa do tipo isovolumétrica ou isométrica.

Ao fixar a temperatura, o volume pode ser alterado e consequentemente a pressão se altera. A alteração do volume (e da pressão) ocorre devido à colocação de um peso sobre a tampa do cilindro. Ao escolher o volume desejado o peso sobre a tampa do cilindro permanece fixo enquanto o gás evolui para o equilíbrio, neste caso temos o estudo da transformação isotérmica, onde a temperatura é mantida constante.

Ao fixar a pressão, o usuário pode alterar o volume (e consequentemente a temperatura) ou a temperatura (e consequentemente o volume), nesta parte estuda-se a transformação isobárica, onde a pressão é mantida constante. Na simulação estão indicados os intervalos de variação do volume, da temperatura e da pressão, programados.

No procedimento número 1, é realizada a experimentação da transformação isobárica, neste tipo de transformação gasosa a pressão do sistema permanece constante enquanto ocorre uma variação de volume. Na produção do gráfico dessa transformação, o volume é representado no eixo das abscissas (eixo x) e a temperatura no eixo das ordenadas (eixo y). Isso leva o estudante a concluir que à medida que o volume aumenta, a temperatura também aumenta, resultando em uma relação linear no gráfico. Dessa forma, a inclinação da reta no gráfico representa a variação do volume em relação à variação da temperatura, sendo a inclinação da reta um indicativo da capacidade térmica do sistema.

No segundo procedimento, é feita a simulação virtual e produção do gráfico da transformação isovolumétrica, este tipo de transformação ocorre quando o volume de um sistema permanece constante, ou seja, não há variação no volume. Isso significa que a pressão e a temperatura do sistema podem mudar, mas o volume permanece inalterado. Com a construção do gráfico $P \times T$, objetivamos que o discente conclua que a curva resultante de uma transformação isovolumétrica é uma linha vertical, que mostra a relação entre a pressão e a temperatura do sistema. A inclinação da linha representa a variação da



pressão com a temperatura, e o ponto onde a linha corta o eixo das ordenadas representa a pressão inicial do sistema.

No terceiro procedimento, é feita a simulação da transformação isotérmica. Nesse processo, a energia interna do sistema permanece a mesma, enquanto o trabalho realizado no sistema é compensado pelo calor trocado com o ambiente. Na produção do gráfico de uma transformação isotérmica, é necessário representar a pressão (P) em função do volume (V). O gráfico de uma transformação isotérmica é uma curva hiperbólica, onde a área sob a curva representa o trabalho realizado no sistema. Além disso, a equação que descreve a transformação isotérmica é representada pela equação dos gases ideais, $PV = nRT$, onde P é a pressão, V é o volume, n é o número de mols, R é a constante dos gases e T é a temperatura.

Ao término do roteiro experimental foi incluído o gabarito com todas as informações obtidas na simulação, esse gabarito objetiva servir como um guia para auxiliar os professores que possam fazer uso deste material em sua prática na sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de abordagem das transformações gasosas por meio do ensino por investigação tende a se mostrar bastante proveitosa para os alunos, que podem compreender de forma mais clara e prática os fenômenos que acontecem nas transformações dos gases.

O trabalho apresenta também potencial para ajudar os professores de Física do ensino médio, uma vez que a sequência didática investigativa poderá ser reproduzida e colocada em prática por todos os que querem utilizar uma metodologia diferente da tradicional, adaptando-a às suas próprias peculiaridades, não apenas de sua região, mas de suas escolas, e até mesmo de suas turmas dentro da mesma escola.

Por fim, acredita-se que o ensino das transformações por meio do ensino por investigação é uma metodologia bastante adequada para o ensino de ciências em geral, uma vez que permite que os alunos aprendam de forma mais significativa e construtiva. Assim sendo, espera-se que essa prática pedagógica possa ser cada vez mais utilizada nas escolas, contribuindo para a formação de alunos mais críticos, criativos e autônomos.



REFERÊNCIAS

ALMENARA, J. C. Avaliar para melhorar: meios e materiais de ensino. In: SANCHO, J. M. (Org.). Para uma tecnologia educacional Para uma tecnologia educacional. Para uma tecnologia educacional, Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 257- 284.

ALMOULOU, S. A.; COUTINHO, C. D. Q. E. S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática, Florianópolis, SC, v. 3, p. 62-77, 2008.

ANDRADE, A.M, COSTA, DA, S.S. O uso de simulações computacionais para o ensino de óptica no ensino médio. Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.1, n.2, p. 18-29, agosto, 2006.

ARAÚJO, I. S. VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Modelos computacionais no ensino aprendizagem de física: um referencial de trabalho. Investigações em Ensino de Ciências, v. 17, n. 2, p. 341–366, 2012. 29

AUSUBEL, D. P. The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York: Grune & Stratton, 1963.

BABINSKI, Adriano Luís. Sequência Didática (SD): experiência da matemática. 89 fls. 2017. (Dissertação Mestrado). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. Editora: Cengage Learning, 2013.

CURCINO MONTEIRO, J.; SILVA CASTILHO, W.; ALVES DE SOUZA, W. Sequência didática como instrumento de promoção da aprendizagem significativa. Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica, [S. l.], v. 9, n. 01,



2021. DOI: 10.36524/dect.v9i01.1277. Disponível em:
<https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/1277>. Acesso em: 1 dez. 2023.

GONÇALVES, W. Física: Fundamentos e Aplicações. Volume Único. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

GUALTER, N.TOSCANO, J.; HELENE, O. Tópicos de Física. Volume 2. 2. ed. São Paulo: FTD, 2019.

HECKLER, VALMIR. Uso de simulações e imagens como ferramentas de ensino/aprendizagem de ótica. 2004. 228f. Dissertação (Mestrado em ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

JUNIOR, F. R.FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. Os Fundamentos da Física. Volume 2. 10.ed. São Paulo: Moderna, 2009.

LEITE MARTONI, L. V.; GOMES DE MELO, L.; SPINOLA MACHADO, S. A. . Aplicação de Diagramas V de Gowin como Ferramenta de Avaliação de Aprendizagem em Experimentos Realizados com Simulador Virtual. Revista Debates em Ensino de Química, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 101–130, 2022. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5025>. Acesso em: 30 out. 2023.

LIMA, J. Sequência didática para o ensino da termodinâmica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, 2016. Disponível em:<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2689/3/sequenciadidaticaensinotermodinamica_produto.pdf> Acessado em 14/11/2023.

MOREIRA, M. A.. (2021). Desafios no ensino da física. Revista Brasileira De Ensino De Física, 43, e20200451. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

PAIS, L. C. Didática da Matemática: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.



PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes. Currículo de Pernambuco: ensino médio. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio/pdfs/RCSEEPE.pdf>. Acesso em 11/06/2023.

RORATTO, Cauê; NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius; KATO, Lílían Akemi. Índícios de aprendizagem significativa mediante o uso de uma sequência didática fundamentada na história das funções. V Colóquio de História e Tecnologia no ensino da Matemática, Recife, Brasil, 2010.

SANTOS, O.C., DOS; FERREIRA, M. .; QUINTA DE BRITO, D. .; LEOPOLDINO DA SILVA FILHO, O.; MARTINS COSTA, M. R. OLIVEIRA PORTUGAL, K.

Processos De Transmissão De Calor: Uma Abordagem Didática Investigativa No Ensino Fundamental. *Physicae Organum - Revista dos Estudantes de Física da UnB*, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 287–308, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/physicae/article/view/42257>. Acesso em: 20 jun. 2023.

SILVA, A. R., et al. (2020). Uso de simulações virtuais no ensino de Termodinâmica: uma análise das contribuições e desafios. *Revista Práxis Educacional*, 16(38), 94-113.

SILVA, P. O. DA, KRAJEWSKI, L. L. LOPES, H. S., & NASCIMENTO, D. O. DO. (2018). OS DESAFIOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: *Revista Científica Da Faculdade De Educação E Meio Ambiente*, 9(2), 829–834. <https://doi.org/10.31072/rcf.v9i2.593>

