



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO



MNPEF Mestrado Nacion
Profissional em
Ensino de Física

APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS INTRODUTÓRIOS DE TERMODINÂMICA POR MEIO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Caruaru, PE

2025

ROSENILDO BETUEL SANGUINÊTO DA SILVA SANTOS

APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS INTRODUTÓRIOS DE TERMODINÂMICA POR MEIO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA.

Dissertação apresentada ao Polo 46 do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco – Campos Agreste, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação Básica.

Orientador: Professor Doutor Heydson Henrique Brito da Silva.

Caruaru, Pernambuco

2025

Santos, Rosenildo Betuel Sanguinêto da Silva.

Apresentação de conceitos introdutórios de Termodinâmica por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa /

Rosenildo Betuel Sanguinêto da Silva Santos. - Caruaru, 2025.

123f.: il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2025.

Orientação: Professor Doutor Heydson Henrique Brito da Silva.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com anuência de seu orientador.

Caruaru, 24 de outubro de 2025.

**APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS INTRODUTÓRIOS DE TERMODINÂMICA
POR MEIO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Polo 46 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Processos de Ensino Aprendizagem e TICs no ensino de Física.

Aprovada em 24 de outubro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Heydson Henrique Brito da Silva - Orientador
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos – Examinador Interno
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos – Examinador Externo
Universidade Federal de Pernambuco

Dedicatória

Dedico aos meus pais (Rosenildo, Etienne (in memoria) e Luca), todas as minhas conquistas são frutos da educação que recebi de vocês. A Marina sempre seremos dois contra qualquer dificuldade que possa surgir. A Bruno, terão anéis nos dedos dos filhos de Nildo e Tiene. E a todos meus alunos, ou ex-alunos, tem muito de vocês em cada parágrafo escrito.

Agradecimentos

Sobretudo a Deus pelas bênçãos divinas, sem as quais eu nunca iria sequer ser alfabetizado, agradeço a Ele por tudo que vivi até aqui e pelas próximas etapas de qualquer jornada que eu possa precisar enfrentar.

Agradeço a minha esposa, Marina Sanguineto, por todas as parcerias firmadas, pela dedicação a nossa família, pela compreensão nos momentos de diálogo monotemático e por estar ao meu lado em qualquer momento.

A minha mãe Etiene Sanguineto (in memoria), sem a senhora me levando em seus joelhos nada faria sentido, só Deus sabe o quanto gostaria de ter sua revisão nesse texto, mas sou grato a Ele pelo tempo que tivemos juntos, quis Deus que a senhora não visse pessoalmente esta conquista, mas te prometi que só sairia da UFPE com o “pedaço de papel”, hoje saio com dois, muito obrigado por me carregar sobre os joelhos.

Ao meu pai Rosenildo Santos e minha madrastra Karla Santos, sei que vocês encaram essa conquista minha como uma conquista de vocês, tenho certeza de que por tantas vezes estive nas orações de vocês, muito obrigado por tudo.

A minha mãe do coração, Luca muito obrigado por ter me adotado em um momento tão delicado de minha vida, não consigo ser grato o quanto você merece, mas espero que saiba o quanto torço por tua felicidade.

Ao meu irmão, Bruno uma vez me disseram que o sobrenome Sanguineto seria conhecido na educação, estamos falando fazendo com que possamos “cumprir essa profecia”.

Aos meus avós, Vó Zita, Vô Zezinho, Vó Nice e Vô Daniel (in memoria), aos meus tios e tias. Agradeço a vocês enquanto me desculpo pela ausência, gostaria de ser um neto e sobrinho mais presente com vocês, mas sou grato a Deus pela honra de ser descendente de pessoas tão incríveis como vocês.

Ao meu sogro Jaime, a minha sogra Lucia e minha cunhadinha Maria Luiza, caminhar ao lado de vocês faz a jornada ser mais leve, fui adotado por vocês e sei que se alegram com minhas conquistas tanto quanto me alegro com as de vocês, afinal família é pra isso.

Aos meus irmãos e irmãs do GR “Por Falar em Hamburger” e aos meus pastores pelo apoio em meu crescimento espiritual, não faz sentido ao homem ganhar o mundo e perder a salvação, com vocês ao meu lado tenho aprendido a cada mais ser um cristão melhor.

Aos professor Doutor Heydson, desde o final da graduação (período conturbado demais) tive seu apoio e crença em mim, mesmo que você não tenha notado você é parte fundamental na minha trajetória. Agradeço também, em seu nome, aos demais professores do MNPEF, é um prazer aprender e fazer ciências com vocês.

A Aneilson e Davi, em nome dos quais agradeço a todos meus colegas de profissão, nossos momentos de bate papo informal é parte essencial de minha vida.

Aos meus alunos e ex-alunos, todos vocês trazem sentido a minha carreira, é muito bom tentar contribuir com a formação de vocês. Muito obrigado pela paciência, sei que sou chato, me suportar deve ser mais difícil que aprender física.

Ao Colégio Alternativo de Caruaru e ao Colégio Diocesano de Belo Jardim por me oportunizar de pôr à prova o que aprendo, a Secretaria Municipal de Educação de Bezerros por ter me apresentado aos bastidores da educação. Acreditamos na educação e no seu poder transformador.

Aos que vieram antes de mim e “asfaltaram o caminho” para que eu possa correr. A todos vocês, muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Resumo

O presente trabalho tem por fundamento a apresentação de uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para ensino de conceitos iniciais de termodinâmica para segunda série do Ensino Médio e revisão destes mesmos conceitos para terceira série do Ensino Médio. A sequência didática proposta é orientada a partir de dados obtidos pelo pré-teste que dá início a UEPS onde é possível perceber quais conhecimentos iniciais os estudantes já possuem no início do processo de ensino, de acordo com a sua formação acadêmica e do interesse relativo a esta série. Para apresentação destes conceitos na segunda série foi feito uso de simulações interativas em vídeo que demonstravam situações cotidianas, com a finalidade de contextualizar os conteúdos ensinados. A revisão proposta na terceira série do Ensino Médio foi elaborada a partir da resolução de listas de exercícios com questões próximas as que serão respondidas nos processos seletivos inerentes ao final da formação básica dos estudantes. A efetividade da sequência didática proposta foi feita a partir de provas escritas que possibilitaram a comparação entre os conhecimentos prévios apresentados no pré-teste e os conhecimentos apresentados na resolução deste instrumento de avaliação.

Palavras-chave: Ensino de física, sequência didática, terminologia, simulações, aprendizagem significativa.

Abstract

This dissertation presents a proposal for a Potentially Meaningful Instructional Unit (PMIU, from the Portuguese *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*) designed to introduce fundamental concepts of thermology to second-year high school students and to review these same concepts with third-year students. The proposed instructional sequence begins with a pre-test, which serves as the starting point of the PMIU and enables the identification of students' prior knowledge at the outset of each teaching stage, in accordance with their academic development and grade-level interests. In the second year, the concepts were introduced through interactive video simulations that depicted everyday situations, aiming to contextualize the content taught. For the third year, the review was structured around the resolution of problem sets containing questions similar to those found in selective examinations typically taken at the end of basic education. The effectiveness of the instructional sequence was evaluated through written assessments, which allowed for a comparison between the prior knowledge demonstrated in the pre-test and the knowledge exhibited in the final evaluation.

Keywords: meaningful learning, physics education, instructional sequence, thermology, simulations,

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Aprendizagem significativa	20
2.2	Unidades de Ensino Potencialmente Significativa	24
2.3	Mapas conceituais	29
2.4	Conceitos físicos apresentados	31
2.4.1	Termometria	32
2.4.2	Propagação de calor	36
2.4.3	Dilatação térmica de sólidos	38
2.4.4	Dilatação térmica de líquidos	41
3	REVISÃO LITERARIA	42
4	METODOLOGIA	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES – SEGUNDA SÉRIE	52
5.1	Pré-teste	52
5.2	Uso das simulações	58
5.3	Apresentação dos conceitos	62
5.4	Mapas conceituais	73
5.5	Avaliação escrita	76
5.6	Comentários da avaliação escrita	79
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES – TERCEIRA SÉRIE	81
6.1	Pré-teste	81
6.2	Resolução e comentários dos exercícios	83
6.3	Prova escrita	90

6.4	Comentários da prova escrita	92
7	CONCLUSÃO	94
	REFERENCIAS	96
	Apêndice 1 – Produto e educacional: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.	98
	Apêndice 2 – Avaliação Escrita da segunda série do Ensino Médio.	115
	Apêndice 3 – Pré-teste da terceira série do Ensino Médio.	119

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o ensino de física na educação básica apresenta desafios próprios característicos das ciências exatas e da natureza. Nas séries finais do Ensino Fundamental alguns estudantes apresentam resistência e preconceitos com a referida disciplina, uma vez que, antes de ser apresentado ao ensino da física, o estudante já é bombardeado com informações de que as ciências naturais são disciplinas cujos saberes são quase que inatingíveis. Assim, esses preconceitos são reforçados pelo distanciamento histórico dos profissionais e acadêmicos que fazem uso das ciências exatas e da natureza com as demandas, questionamentos, compreensões e tomadas de decisões adotadas pelas populações leigas.

Já nas séries do Ensino Médio, os estudantes acabam sendo ainda mais distanciados dos processos de aprendizagem em física, uma vez que a disciplina é apresentada, quase sempre, associada a equações matemáticas e fundamentações numéricas e, dessa forma, distancia estudantes que apresentam dificuldade com estas abordagens.

Para além das dificuldades apresentadas, o processo de ensino de física também é dificultado pelo próprio sistema educacional em que o professor é cobrado nas instituições, visto que a urgência em apresentar uma quantidade considerável de conteúdo em poucos encontros semanais prejudica a qualidade do estudo, porém, infelizmente, percebe-se que esse desafio também pode ser encontrado em outras disciplinas. Desse modo, a quantidade de conteúdos torna o processo de aprendizagem dos professores de física para os docentes desafiador em virtude das cobranças de preparar os estudantes para avaliações externas ao ambiente escolar, como o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e vestibulares.

Outro desafio encontrado no processo de ensino de física é o cenário em que a física é vista pelo estudante como um emaranhado de equações, onde os professores precisam desmistificar esta perspectiva que favorece este tipo de preconceito e, por vezes, revisar ou apresentar conteúdos de outras disciplinas, como a matemática, para que o estudante consiga assimilar a matéria de forma completa, pois, sem esse aprendizado prévio, os estudantes provavelmente não iriam conseguir assimilar tais conceitos.

Uma vez vencidas estas e outras dificuldades apresentadas para os processos de ensino e para os processos de aprendizagem, o final das atividades escolares, que

são as avaliações, também apresentam dificuldades características da disciplina de física. Isso porque os professores da disciplina de exatas, principalmente física, precisam analisar se os estudantes conseguem compreender os conceitos apresentados durante o período letivo, bem como observar se os estudantes conseguem ligar estes conceitos com as equações matemáticas associadas. Nessa perspectiva, a apresentação dos conceitos físicos na educação básica, sobretudo nas séries do Ensino Médio, por muitas vezes é feita simplesmente como sendo uma descrição matemática, descrição esta que tem potencial de distanciar ainda mais alguns estudantes dos processos de aprendizagem, visto que é inegável o afastamento de parte dos estudantes da aptidão com manipulações matemáticas.

É inegável a intensa relação da matemática com a física, porém é necessário que os agentes dos processos de ensino cuidem para que os estudantes não acreditem que a física é somente uma descrição matemática do comportamento da natureza, mas sim a descrição ampla do comportamento natural. Como, por exemplo, quando os estudantes acabam “*aprendendo*” como calcular a energia interna de um gás ideal, mas não compreendem os conceitos mais elementares, como o da temperatura.

Sob o viés das necessidades específicas apresentadas anteriormente, os estudantes da educação básica se deparam com necessidades específicas para compreensão dos conceitos apresentados nas aulas de física. Alguns estudantes apresentam dificuldades nos procedimentos matemáticos utilizados nas aulas, outros estudantes não compreendem a relação das equações com os fenômenos apresentados, alguns outros não compreendem a aplicabilidade cotidiana dos conceitos físicos não saindo da abstração teórica.

Baseando-se nestas dificuldades e na necessidade de intervenção nos processos de ensino, o presente trabalho visa propor uma possibilidade de unidade de ensino potencialmente significativa que, segundo Moreira (2013), pode ser definida como: “São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”.

Tendo por base as dificuldades apresentadas, o presente trabalho tem por objetivo apresentar aos professores de física da educação básica uma possibilidade de sequência didática para apresentação de conceitos físicos de terminologia. Por

vezes esta apresentação é dificultada pela necessidade de abstração do estudante de elementos que ele não consegue visualizar em seu cotidiano. Assim sendo, a proposta de UEPS é voltada especificamente para apresentação de conceitos introdutórios de terminologia, que serão necessários para compreensão completa de conceitos mais aprofundados, como as leis da termodinâmica, bem como a apresentação de uma proposta que facilita a compreensão de conceitos abstratos por meio de simulações.

Os conceitos básicos de termodinâmica, como os que foram debatidos nesta UEPS, apresentam tanto debates fenomenológicos como discussões matemáticas elementares para compreensão completa do conteúdo. A aplicação do referido produto educacional foi realizada na segunda série do ensino médio, uma vez que esta turma já possui certa maturidade no processo de aprendizagem de física e os estudantes já são capazes de reconhecer suas próprias dificuldades e potencialidades. Já a terceira série do ensino médio apresenta uma singularidade característica desta etapa de sua formação acadêmica, visto que, além da preocupação com a aprovação na unidade escolar, também é cobrado que o estudante apresente um bom desempenho nas avaliações externas ao ambiente escolar.

Para que fosse possível replicar e assim proporcionar a redução das dificuldades impostas seja por equívocos na compreensão da física, seja pela realidade pragmática referente as demandas de ensino, a unidade de ensino proposta foi baseada em ferramentas didáticas e de avaliação que já são utilizadas no cotidiano dos professores da educação básica. No presente trabalho fundamentaremos a proposta na aprendizagem significativa, proposta inicialmente por David Ausubel (1918-2008) e corroborada por Marco Antônio Moreira (2010). Conceito este que será apresentado e dialogado ao longo do trabalho. Moreira propõe que a aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas simbolicamente integrem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que já se sabe.

A unidade de ensino proposta neste trabalho apresenta características potencialmente significativas, visto que, para vislumbrar se de fato o aprendizado construído foi significativo, seria necessária uma análise a longo prazo, porém não é possível ser analisado neste tipo de atividade. Além disso, o professor que venha a replicar o instrumento proposto poderá ter elementos diferentes dos observados caso

o mesmo profissional acompanhe a turma por mais de uma série em anos letivos sucessivos ou não.

Os estudantes que se encontram na segunda série do Ensino Médio possivelmente foram apresentados aos conceitos elementares de termodinâmica de forma puramente conceitual nas séries finais do Ensino Fundamental, porém os professores quase sempre admitem de forma equivocada que o estudante não possui conhecimentos prévios relevantes, sendo imprescindível na opinião do professor que se inicie os processos de ensino da parte mais básica necessária.

Já na terceira série do Ensino Médio, já que os estudantes precisam apresentar resultados satisfatórios nas avaliações externas, os professores já precisam admitir que os estudantes já possuem certos conhecimentos, sendo responsabilidade do processo educacional de ensino a resolução de exercícios direcionados especificamente para o ENEM e outros exames. Nessa perspectiva, serão apresentados também quais foram os organizadores prévios necessários para a apresentação dos conceitos trabalhados durante a aplicação do produto educacional e como esses organizadores foram apresentados durante a aplicação desses conceitos.

Assim sendo, a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta é baseada não só na sequência que os conceitos são apresentados, mas também na forma de apresentação e nos processos avaliativos, que são necessários para observar o quanto os objetivos específicos de cada série foram atingidos durante período do estudo.

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar se a demonstração destas abstrações, relatadas anteriormente, por meio de simulações demonstram eficiência para estudantes da educação básica e se este tipo de processo é adaptável para outros conteúdos, não somente a apresentação de conceitos introdutórios de terminologia.

Para que o processo de aprendizagem seja potencialmente significativo, os estudantes precisam ser apresentados aos conceitos que deverão ser apreendidos em cada etapa escolar. O presente instrumento tem por finalidade apresentar ao professor um mecanismo adaptável de sequência didática que pode gerar um processo de aprendizado potencialmente significativo.

É possível, também, a partir da sequência didática proposta, apresentar aos estudantes quais são seus conhecimentos prévios que estão em desacordo com os conceitos formais que serão cobrados em avaliações externas ao ambiente escolar. A partir desta identificação, por parte do próprio estudante, é possível que ele consiga fazer os ajustes necessários no processo de aprendizagem, a fim de compreender os conteúdos exigidos em cada etapa de sua jornada acadêmica.

Logo, quando apresentado ao professor desde o início do processo, o professor pode coletar dados de conhecimentos prévios dos estudantes onde será possível ancorar os novos conhecimentos que serão apresentados ou corrigir os conhecimentos equivocados. Assim, ao fim do processo, o professor deverá avaliar os estudantes e perceber o quanto os estudantes apreenderam dos conceitos que foram apresentados no decorrer do processo.

A partir da sequência didática apresentada, é possível que os agentes envolvidos no processo de aprendizagem consigam de forma ativa compreender conceitos básicos que serão usados posteriormente na compreensão das leis da termodinâmica.

Os estudantes poderão, no decorrer do processo, perceber que alguns conceitos corriqueiros não estão de acordo com os conceitos físicos. No cotidiano, é coerente identificar que calor está associado à temperatura ambiente alta, não necessariamente associado à transferência de energia térmica. Também é possível que alguns conceitos estudados de forma isolada em outras disciplinas, como a cinética molecular também está associado ao conceito de temperatura, para corpos macroscópicos.

Para o professor, a sequência didática, possibilita identificar quais estudantes compreenderam, no Ensino Fundamental, e recordam os conceitos que serão apresentados posteriormente a respeito da agitação molecular. A partir da identificação destes conceitos prévios, é possível permitir que o professor apresente os conceitos de acordo com a necessidade de cada estudante.

Posteriormente, em relação a terceira série do Ensino Médio, é possível também que os estudantes compreendam como poderão desenvolver a resolução de exercícios de acordo com a especificidade necessária para esta etapa de sua formação. Para o professor, será possível reapresentar aos estudantes de forma direcionada a sua necessidade de compreensão, que por muitas vezes não precisa

ser completa, e de acordo com os conceitos que são necessários e ainda não foram perfeitamente assimilados em etapas anteriores.

Tendo em vista a forma como foi aplicada a proposta de UEPS o presente trabalho foi estruturado apresentando o referencial teórico utilizado na aplicação do produto educacional proposto, apresentando conceitos da teoria da aprendizagem utilizada, dos processos de avaliativos e dos conceitos físicos trabalhados na aplicação deste trabalho. No terceiro capítulo foi apresentado o processo metodológico utilizado na aplicação de cada etapa da UEPS, nos capítulos quatro e cinco foram apresentados os resultados e obtidos na aplicação na segunda e terceira série do Ensino Médio, respectivamente. O presente trabalho foi finalizado no capítulo seis, onde foram apresentadas as conclusões obtidas com as aplicações e as possibilidades de adaptação desta UEPS para outras realidades.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A proposta metodológica desenvolvida nesse trabalho visa inicial promover um processo de ensino potencialmente significativo para os conceitos iniciais a respeito de temperatura, calor e da dilatação térmica. Além disso, instigar nos estudantes a reflexão quando a função e a operacionalização do uso de equações matemáticas mobilizadas no ensino dos conceitos apresentados.

2.1. Aprendizagem significativa

Com a intenção de embasar e fundamentar teoricamente este estudo, é necessário compreender a aprendizagem significativa proposta inicialmente por David Ausubel (1918 - 2008) e difundida também por Marcos Antônio Moreira (2010). Em seu trabalho “O que é afinal aprendizagem significativa”, este inicia afirmando que:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (Moreira, 2010, p. 03)

Baseado neste princípio, é possível salientar que a aprendizagem significativa, assim como outras teorias educacionais, é alicerçada no estudante, em suas vivências, seus subsunsores e em seu próprio processo de aprendizagem. Assim, cabe ao professor identificar esses momentos para a partir disso alicerçar seu processo de ensino. Desse modo, para que o processo seja de fato significativo, os conhecimentos novos, ministrados pelo professor, devem de alguma forma interagir com os conhecimentos já existentes anteriormente, com o intuito de adquirir significado e, assim, ampliando os conhecimentos pré-existentes ou auxiliando, por diferenciação, o aprofundamento na compreensão dos conteúdos que já dominam.

Uma vez que o processo educacional é centrado nas necessidades e realidades do estudante, quando tratamos da aprendizagem significativa é necessário que o professor consiga identificar quais são os subsunsores que o estudante possui que podem ser usados para ancorar os novos conhecimentos ministrados. Assim sendo, é imprescindível que o professor inicie o processo de ensino analisando quais

os conhecimentos prévios que o estudante possui e como ele deve proceder para iniciar a apresentação dos conceitos que serão ministrados.

No pré-teste proposto nos apêndices, por exemplo, o professor pode identificar o quanto os estudantes conhecem sobre a formação dos corpos a partir de moléculas e sobre a agitação destas partículas, visto que os estudantes têm este conceito bem fundamentado, conseqüentemente, sendo possível que o professor lhes apresente a definição de temperatura, como sendo o grau de agitação molecular. A partir desta possibilidade, é plausível que o estudante estabeleça novas relações e interações com os subsunsores já existentes, definindo que a matéria é composta por moléculas, pois estas moléculas estão em constante agitação e a agitação molecular média pode ser definida como temperatura, estabelecendo relações entre os conceitos existentes anteriores e os apresentados pelo professor, podendo, inclusive, gerar novos subsunsores que poderão ser usados em conhecimentos que serão apresentados posteriormente.

Para apresentação destes novos conhecimentos, é importante que o professor trace organizadores prévios que serão necessários para compreensão dos conceitos que serão apresentados. Assim, discutirá previamente de forma introdutória quais conceitos serão trabalhados, possibilitando o despertar do interesse dos estudantes sobre o que será trabalhado.

Segundo Moreira, em seu trabalho “organizadores prévios e aprendizagem significativa”, de 2012, é possível definir a ideia de organizadores prévios.

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são, de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. (Moreira, 2012, p. 05)

Na proposta de trabalho apresentado, é possível que o professor apresente estes organizadores prévios na forma dialogada, direcionando os estudantes por meio de perguntas norteadoras que levarão os estudantes a apresentarem conceitos que podem estar equivocados, de acordo com seus conhecimentos empíricos. Por isso, o professor pode, por exemplo, pedir que o estudante defina calor e possivelmente alguns estudantes irão associar calor com temperaturas ambientes altas que estão relacionadas com respostas do tipo “no verão faz calor”. Além disso, também é

possível que o professor pergunte ao estudante qual a função do termômetro ou ainda identificar a existência de algum estudante músico e pedir para que ele explique ao restante da turma o motivo que leva um violão a desafinar com possíveis variações de temperatura.

Ainda no mesmo texto apresentado anteriormente, Moreira conclui reforçando a importância dos organizadores prévios na apresentação dos conceitos:

Na medida em que o uso de organizadores prévios facilitar a aprendizagem significativa, a qual, por sua vez, modifica a estrutura cognitiva do aprendiz, tornando-a mais capaz de assimilar e reter informações subsequentes, professores e especialistas deveriam procurar utilizar esta estratégia ao prepararem aulas e texto didáticos. Numa aula, por exemplo, a aprendizagem seria facilitada se o professor começasse com uma visão geral, em nível de abstração mais alto, do conteúdo a ser estudado, procurando fazer a “ponte” entre aquilo que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente conteúdo de aula. (Moreira, 2012, p. 07)

Sendo então a apresentação dos conceitos de forma potencialmente significativa, o que possibilita a compreensão mais ampla dos conceitos, evitando então a compreensão apenas para resolução de uma avaliação, possibilitando que o estudante tenha uma compreensão completa e aplicável dos conceitos apresentados. A construção do conhecimento é uma progressão sucessiva de conhecimentos a partir dos conhecimentos empíricos onde o professor pode ampliar os conceitos a partir de uma nova proposição de ideia, modificando o subsunçor, que poderá se tornar novos conhecimentos prévios que também poderá ser modificado posteriormente até o ponto desejado pela necessidade do processo de ensino e de aprendizagem.

A necessidade de até onde o processo de ensino deve apresentar conceitos e o processo de aprendizagem deve modificar seus subsunçores que pode ser definida por uma relação entre a proposição dos conteúdos que devem ser trabalhados em cada etapa da formação do estudante, bem como qual o interesse do estudante em assimilar aqueles conceitos. Por isso, é possível que alguns subsunçores sejam base para mais de um conceito a ser apresentado, no exemplo citado anteriormente a definição de agitação molecular foi usada para ancorar a apresentação do conceito de temperatura, no qual a mesma definição também é utilizada como base de cinética molecular, nas aulas de química.

Nessa perspectiva, é importante, por parte do estudante, que ele faça a diferenciação necessária para evitar confusão entre conceitos utilizados em situações distintas. Desse modo, por parte do professor é necessário clareza entre quais os conceitos base são utilizados, bem como possíveis necessidades de utilização de conceitos atualizados na teoria geral dos gases ideais por exemplo, visto que o professor pode utilizar a definição de temperatura a partir da agitação molecular para apresentar a falta de interação entre as moléculas da amostra, mesmo agitadas.

É importante então salientar que não existe conceito prévio privilegiado, como também não é possível existir a construção de um novo conhecimento sem que exista um conceito prévio, podendo, inclusive, a construção de novos conhecimentos sendo criada a partir da anulação de um conceito prévio que era equivocado e foi alterado pelo professor no decorrer do processo de ensino.

Durante o processo de ensino, é importante salientar que o objetivo é a aprendizagem e essa deve ser significativa e, assim, os materiais utilizados pelo professor, ou procedimentos adotados, devem ser adaptados de acordo com a realidade do ambiente em que ele é inserido, por isso a importância da real necessidade do estudante ou de uma quantidade relevante de estudante. Porém, faz sentido que sejam utilizados processos de ensino diferentes em turmas em que o objetivo principal é a realização de uma prova específica, como algum vestibular, ou em turmas regulares que devem ser apresentados aos conceitos o mais generalizados possível. Sob esse viés, é importante que o professor faça uso dos recursos diferentes, quando disponíveis, proporcionando ao estudante uma compreensão ampla e completa do conteúdo apresentado.

Entre os diferentes processos de ensino, além do professor pode empregar aulas expositivas tradicionais, pode também utilizar simuladores online quando possuir os recursos necessários ou ainda propor experimentos que permitam a manipulação direta pelos estudantes ou apenas sua observação. Além disso, quando pertinente, é possível recorrer a aulas voltadas à resolução de exercícios relacionados a um determinado tema. Em todas essas estratégias, deve-se considerar que o objetivo central do processo de ensino é promover a aprendizagem dos estudantes, respeitando suas reais necessidades e contextos.

Também deve fazer parte das competências do professor os processos de avaliação pelos quais os estudantes serão submetidos para verificar a qualidade de

quanto os conceitos foram assimilados, bem como a necessidade de reestruturar os processos de ensino para atender de forma mais adequada as necessidades dos estudantes. Dentre os processos pelos quais os estudantes podem ser avaliados na essência do termo de perceber o quanto ele apreendeu dos conteúdos ministrados, é importante também que os estudantes consigam, de forma ativa, perceber também quais são os conteúdos que precisam de mais atenção, além de que ele se sinta preparado para ser submetidos aos processos de avaliações externas, como o ENEM e os vestibulares, caso elas façam parte do projeto de vida que o estudante.

Sendo, porém, a Teoria da aprendizagem significativa proposta inicialmente como uma teoria cognitivista hoje se caracteriza como uma teoria construtivista. Assim, é importante que estes processos de avaliação não sejam restritos apenas as provas normativas propostas pelas instituições de ensino feitas ao final de cada unidade letiva. Fazendo-se, então, necessário que o professor consiga, durante o processo de ensino, perceber o quanto os conceitos apresentados estão ligados com os conhecimentos prévios do estudante. Para que o professor tenha a percepção das relações que devem ser feitas entre os conhecimentos prévios e os conceitos apresentados pelo professor, é importante que sejam utilizados instrumentos avaliativos intermediários, possibilitando perceber, inclusive, se o processo de ensino é adequado ou precisam ser traçadas estratégias que se adaptem a necessidade dos estudantes.

2.2. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

Embora criticada por diversos educadores pautados em diferentes teorias, o contexto educacional em que os estudantes são submetidos ainda é baseado no que Paulo Freire chama de “educação bancária”, no qual o professor é visto como o detentor de conhecimento que tem por obrigação depositar o que ele entende que é necessário que o aluno compreenda, porém o estudante, por sua vez, é limitado a copiar lousas cheias de informação e reproduzir estas informações transmitidas em exames avaliativos.

Em vez de se comunicar, o professor emite comunicados e faz depósitos que os alunos recebem, memorizam e repetem pacientemente. Este é o conceito “bancário” de educação, no qual o escopo de ação permitido aos alunos se estende apenas até o recebimento, arquivamento e armazenamento dos depósitos (FREIRE, 1974, p. 58).

Neste processo tradicional de transmissão de conhecimento, normalmente não é relevante se o conhecimento transmitido pelo professor possui significado para o estudante, pois os envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem estão preocupados na reprodução de conceitos sem preocupação com a criticidade a respeito do que está sendo reproduzido. Nessa perspectiva, a forma como o processo tradicional de ensino é transmitida não existe preocupação na construção da aprendizagem realmente significativa, uma vez que normalmente a preocupação é limitada a aprovação em exames avaliativos aplicados pelo professor ou externos ao ambiente escolar.

A teoria da aprendizagem significativa já apresentada anteriormente tem por premissa prover uma alternativa a a aprendizagem mecanicista, sendo o processo de aprendizagem iniciado a partir da identificação de conhecimentos prévios, assim, a apresentação de novos conhecimentos é ancorada nestes subsunçores previamente existentes, modificando-os. Quanto a avaliação da efetividade do processo de aprendizagem, deve ser realizada no decorrer do processo não se limitando ao final da unidade letiva. Por fim, a aprendizagem ela também pode ser verificada a longo prazo, pois é possível que parte do conhecimento construído pelo estudante pelo desuso não perdure, mas é facilmente lembrado caso seja necessário.

Assim sendo, o professor pode usar de recursos didáticos que evitem estes problemas apresentados, mas se adequem também ao tempo didático, que é limitado e disponível. Um dos recursos que podem ser usados pelos professores são as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que consistem em uma sequência didática fundamentada na teoria da aprendizagem significativa não mecanicista e sistematizada de acordo com as necessidades e interesses dos estudantes. São vistas como potencialmente significativas, de acordo com Moreira (2011), em seu trabalho “Unidades de Ensino Potencialmente Significativa”, pois conferem ao estudante papel de agente ativo do processo de significação dos conceitos mobilizados. Neste sentido, o professor passa a não ser mais visto como agente detentor de conhecimento, mas sim um organizados do material lógico, interlocutor na apresentados dos saberes, linguagem e pensamento científico, além de mediador da interação do aluno com o conhecimento:

O significado está nas pessoas, não nas coisas. Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais

instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais. (Moreira, 2011, p. 08)

As sequências didáticas propostas como UEPS são centradas no estudante e inicialmente o professor deve identificar quais são os conhecimentos prévios já assimilados pelo estudante. Esta identificação pode ser feita a partir da apresentação de situações problemas que podem ser respondidas, mesmo que respostas equivocadas com o conhecimento empírico ao estudante. Por exemplo o professor pode perguntar ao estudante o que é energia, posteriormente afunilar a discussão questionar o que o estudante entende como sendo energia térmica para só então chegar nos conceitos termométricos.

No mesmo trabalho citado anteriormente Moreira especifica a necessidade de identificação destes marcos, reconhecendo a relevância destes organizados prévios, apresentando quase como condição *sine qua non* da produção de aprendizagem:

Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios. (Moreira, 2011, p. 04)

Uma vez identificado quais os conhecimentos prévios que serão utilizados para ancoragem dos novos conhecimentos, os recursos que serão aplicados pelo professor devem ser adequados as necessidades dos estudantes, bem como o “ponto de partida” de onde serão iniciadas as apresentações de novos conceitos. Levando em consideração, inclusive, a apresentação progressiva dos conceitos a partir dos conhecimentos prévios possuídos, com a finalidade de esgotamento dos conteúdos, levando em consideração as múltiplas necessidades dos estudantes envolvidos.

Durante a apresentação dos conceitos, é necessário que o professor tenha consciência do quanto os conteúdos estão sendo assimilados, não deixando o

processo avaliativo como sendo apenas a última etapa do período letivo. Logo, é possível que o professor utilize de estratégias de avaliação contínua como construção de mapas pelos estudantes ou outro mecanismo que ache adequado.

Estes processos de avaliação contínuos são relevantes, uma vez que a teoria da aprendizagem significativa tem por fundamento práticas reflexivas e investigativas dos procedimentos de aprendizagem. O estudante precisa esclarecer quais as expectativas no processo de aprendizagem, desde a real necessidade de uma formação básica sólida até a aprovação em certames específicos. É relevante também a identificação de estudantes que podem possuir características especiais e individuais de atenção ou de acompanhamento. Por isso os professores devem alinhar seus planejamentos de acordo com estas necessidades, visando atender, se não todos, a maior quantidade possível de estudantes.

Ao fim da apresentação dos conteúdos, o estudante pode ser submetido a um processo de avaliação para além do processo já desenvolvido no decorrer das apresentações dos conceitos, podendo esta avaliação ser utilizada para possíveis observações do professor sobre a necessidade de releitura dos conceitos com outras abordagens caso seja necessário, bem como a possibilidade de apresentação de outros novos conceitos, ou de aprofundamento nos termos apresentados.

No quadro 1, é possível sintetizar a proposta de elaboração de uma UEPS em um aspecto sequencial, de acordo com o trabalho de Moreira já apresentado anteriormente, que pode ser compreendida como sendo dividida em uma série de etapas, que podem ser adaptadas a realidade e necessidade dos envolvidos no processo, sendo acrescentadas novas etapas ou desconsideradas algumas, caso necessário.

Tabela 1: etapas da elaboração de uma UEPS:

Definição do conteúdo ministrado.	Nesta primeira etapa o professor pode utilizar recursos que julgar necessário para identificar os organizadores prévios e seus aspectos declarativos e procedimentais no início do processo de aprendizagem.
-----------------------------------	--

Incentivo a exposição dos conhecimentos prévios.	Por hora o professor deve incentivar que os estudantes expõem seus conhecimentos prévios, que estão de acordo com o conteúdo que será ministrado.
Apresentação de situações problemas.	Nesta etapa o professor pode apresentar situações problemas baseadas nos subsunçores identificados, introduzindo finalmente o formalismo que será necessário no decorrer das outras etapas.
Promover a diferenciação progressiva.	Partindo dos conhecimentos mais amplos e gerais dos conceitos o professor pode também progredir para conhecimentos mais específicos sobre determinados temas.
Apresentar novas situações problemas.	A partir dos conhecimentos específicos apresentados anteriormente é possível que o professor faça uso de novas situações, mais específicas e com graus de complexidades mais alto, quando comparados aos conhecimentos anteriores.
Avaliação final do processo.	Mesmo que em todas as etapas apresentadas o professor tenha avaliado o progresso do estudante ao final do processo o estudante também precisa ser avaliado, de forma a evidenciar indícios do potencial significativo da aprendizagem.

Fonte: **UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS** (Moreira, 2011. P. 10)

Poderá ser compreendida como exitosa a UEPS que, ao final dela, o estudante apresentar evidências de uma aprendizagem significativa. Apesar de limitada ao tempo didático que o professor irá dispor, é possível que seja analisada, por exemplo, a captação de significados do que foi apresentado, a capacidade de explicar aos seus pares os conceitos estudados e a possibilidade de modificar os subsunções identificados no início do processo.

Quanto a testagem a longo prazo da compreensão dos conteúdos, o professor pode identificar se ela existiu quando for apresentar novos conceitos mais aprofundados em relação aos anteriores, percebendo se os primeiros ainda são compreendidos pelo estudante. Ao elaborar uma UEPS para apresentar os conceitos pertencentes a um dado conteúdo, associando-os a saberes e contextos, relacionáveis a esses, e pré-existentes em suas estruturas cognitivas e posteriormente revisitá-los quando o estudante for apresentado a novos conteúdos em uma outra unidade de ensino.

2.3. Mapas conceituais

Os mapas são ferramentas visuais que organizam ideias e conhecimentos em diagramas hierárquicos, onde conceitos são conectados por palavras ou frases de ligação que descrevem a relação entre eles. Essa estrutura em proposições permite simplificar tópicos complexos, facilitar o aprendizado, a resolução de problemas e a colaboração entre pessoas propostos. Em uma UEPS propostos podem ser iniciados na apresentação dos organizadores prévios no trabalho apresentado iniciado na apresentação da definição do conceito e sendo construído no decorrer de todo o processo de ensino, no qual o estudante acrescenta novos conceitos a medida que eles são apresentados. Também é possível que o professor solicite a construção de um mapa em uma única aula, podendo esta construção ser feita de forma coletiva e colaborativa ou individual, permitindo que o estudante utilize consulta dos materiais utilizados nas aulas ou solicitando que ele utilize apenas a memória do que foi trabalhado, de acordo com a necessidade e abordagem utilizada pelo professor.

Os mapas conceituais se diferem dos mapas mentais pela estrutura, uma vez que os mapas mentais possuem um grau de liberdade maior, possibilitando que o estudante utilize de recursos que podem fazer sentido somente para ele. Já os mapas

conceituais por possuírem uma estrutura mais rígida podem ser utilizados pelo professor para identificar quais as relações o estudante fez no decorrer da apresentação dos conceitos. Com este grau de rigor, é possível que o professor perceba qual o potencial significativo do processo que ele está adotando, uma vez que fica claro quais as relações o estudante tem feito.

Por possuírem uma variedade de estrutura, como possíveis formas geométricas utilizadas para marcar os conceitos, é possível que o professor delimite parâmetros a serem utilizados pelo estudante. Por exemplo solicitar que os conceitos base sejam apresentados de uma forma específica e os conceitos relacionados a ele sejam ligados por setas de cores diferentes de acordo com o grau de relevância da ligação. Apesar deste tipo de diferenciação ser feito apenas para aquelas situações, não é uma regra geral utilizada na construção de todos os mapas.

De acordo com Moreira (1997), em seu artigo “Mapas conceituais e aprendizagem significativa”, os mapas podem ser utilizados pelo professor como uma ferramenta de avaliação, permitindo ao docente observar a organização que o processo de aprendizagem é feito pelo estudante:

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem. (Moreira, 1997, p. 05)

A construção de um mapa pode trazer indícios que o processo adotado pelo professor é potencialmente significativo, uma vez que de acordo com o mesmo texto apresentado anteriormente é afirmado que:

No curso da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação, i.e., vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente. (Moreira, 1997, 06)

Um dos possíveis indícios da possibilidade que pode levar o professor a identificar que a aprendizagem está sendo construída de forma potencialmente significativa são as palavras usadas para ligar os conceitos, visto que possibilita que o professor apresente um grau maior de profundidade nos conceitos apresentados, caso ele

perceba que a compreensão é satisfatória, ou retomar conceitos que não foram bem ancorados nos anteriores.

Para além de ser utilizado como ferramenta de avaliação os mapas, também podem ser utilizados como recurso didático do professor para apresentar os conceitos, especificando para o estudante uma possibilidade de mapa do assunto apresentado. É possível notar disparidade entre o mapa construído pelo professor para apresentar o conteúdo e o mapa criado pelo estudante para demonstrar o quanto o houve de compreensão. Esta disparidade é justificada tanto pelos processos de ensino quanto pelos processos de aprendizagem serem individuais e próprios de cada agente envolvido.

Como ferramenta de avaliação contínua em todo o percurso da apresentação dos conceitos, a construção de um mapa pode ser ancorada na literatura pela afirmação de Moreira (2010), em seu texto “O que é afinal aprendizagem significativa?”:

Destaque-se ainda que, no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente interrelacionados. Há subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas essa hierarquia pode mudar se, por exemplo, houver uma aprendizagem superordenada, na qual um novo subsunçor passa a incorporar outros. (Moreira, 2010, p. 05)

É possível identificar quais são as estruturas cognitivas criadas pelo estudante, bem como perceber as diferentes estruturas criadas por diferentes estudantes.

2.4. Conceitos físicos apresentados

Os conceitos físicos apresentados neste trabalho foram selecionados por apresentarem a característica comum de serem definições fundamentais que, posteriormente, poderão ser utilizados pelos estudantes para ancorar conteúdos mais elaborados, como as leis da termodinâmica e afins. Apesar dos referidos conceitos serem apresentados no sétimo ano do Ensino Fundamental, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em sua competência: “(EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas”, o referido trabalho vai ser focado na apresentação feita nas séries do Ensino Médio da educação básica do estudante.

No Ensino Médio, a BNCC propõe em sua habilidade (EM13CNT102) “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. Termometria (Temperatura; Escalas termométricas). Dilatação térmica”. Por meio destes conteúdos ocorre a aplicação cuidadosa de uma UEPS, uma vez que, para além da análise puramente conceitual de seus fundamentos, também requer uma fundamentação matemática relevante para compreensão completa por parte dos estudantes. Assim, para apresentação deste tipo de conteúdo, o professor precisa considerar que alguns estudantes poderão apresentar dificuldades e facilidades diferentes, cabendo então ao professor proporcionar a melhor compreensão possível destes conteúdos pela maioria dos estudantes.

2.4.1. Termometria

Os estudantes do Ensino Médio são apresentados na disciplina de química aos conceitos cinética molecular como sendo, dentre outros fatores, associado à agitação das moléculas, porém quando extrapolamos esta agitação para corpos macroscópicos esta análise torna-se inviável pela grande quantidade de partículas na ordem dos mols de partículas. Para analisar esta agitação a nível macroscópico, em seu livro “*Física Conceitual*”, comumente utilizada em disciplinas de física conceitual na formação de professores de física Paul G. Hewitt apresenta a definição:

Toda matéria – sólida, líquida ou gasosa – é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura. (Hewitt, 2012, 271)

Já para o Ensino Médio, no apostilado próprio da instituição onde esta UEPS foi aplicada utilizado pelos estudantes que participaram da aplicação deste produto educacional são apresentados a uma definição muito semelhante:

No estado sólido, o alto grau de compactação (estrutura mais coesa, interações mais fortes entre as partículas) permite que elas apenas vibrem em torno de seus pontos de equilíbrio. Já no estado gasoso, o baixo grau de coesão e a grande liberdade de movimentação permitem que as partículas possam transladar, vibrar e rotacionar em torno de si, conforme o caso.

Enquanto isso, as partículas no estado líquido apresentam em estado de agregação e uma liberdade e de movimentação intermediária entre os estados sólido e gasoso.

Mas o que há de comum entre as partículas, quer se encontrem no estado sólido, líquido ou gasoso? A resposta imediata é: todas se agitam, todas se movimentam. A medida desse grau de agitação é denominada temperatura

Sendo necessário o destaque para o último parágrafo que apresenta as partículas em diferentes estados físicos, apesar da incoerência conceitual de atribuir um estado físico a partículas, destaca-se a importância de o professor fazer este tipo de correção durante a ministração dos conteúdos.

Sendo esta definição quantificada a partir das escalas termométricas, foram apresentadas aos estudantes as escritas por Celsius, Fahrenheit e Kelvin. A primeira escala apresentada é a utilizada no sistema métrico de medida, uma vez que é a mais facilmente assimilada pelos estudantes pelo seu uso cotidiano.

Conhecida como escala Celsius, ela é definida a partir do ponto de fusão e de ebulição da água, no qual Celsius teria atribuído o valor de 0 °C para o ponto de fusão do gelo e 100 °C para o ponto de ebulição da água, podendo ser apresentado ao estudante que, enquanto a água muda o estado físico a temperatura se mantém constante, mesmo que a porção de matéria continue recebendo energia na forma de calor para substâncias puras.

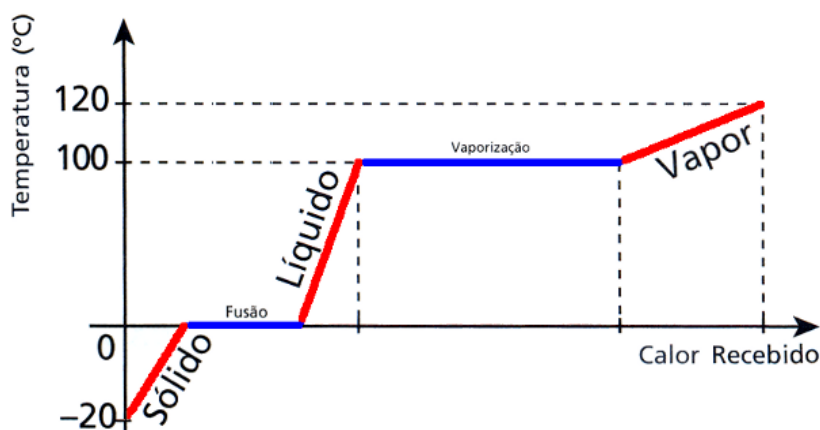


Figura 1: aquecimento de uma amostra de água em função da absorção de calor. Fonte: google imagens.

No cotidiano do estudante ele utiliza a escala desenvolvida por Celsius e apresenta conhecimento prévio acerca dos valores, como aproximadamente 26°C, para temperatura de um ser humano adulto saudável e, assim, o estudante consegue compreender bem a aplicação desta escala.



Figura 2: ilustração de Anders Celsius (1701 – 1744). Fonte: google imagens

A segunda escala apresentada ao estudante é a escala desenvolvida por Daniel Gabriel Fahrenheit, simbolizada por $^{\circ}\text{F}$, na qual é historicamente utilizada por países de colonização britânica e é utilizada pelos poucos países que ainda fazem uso do sistema imperial de medida. Fahrenheit, também de forma arbitrária assim como Celsius, construiu sua escala a partir das observações feitas de seus próprios experimentos, uma vez que teria ele utilizado um termômetro de mercúrio para aferir a temperatura de fusão de uma mistura de água com sal de amônia, tendo atribuído para esta temperatura o valor de 0°F , posteriormente atribuído o valor de 100°F para a temperatura do corpo humano em sua época dita constante. Assim, a conversão matemática entre as duas escalas apresentadas demonstra que 0°C tem o valor equivalente de 32°F enquanto 100°C equivale a 212°F a conversão entre as duas escalas é apresentada posteriormente aos estudantes.

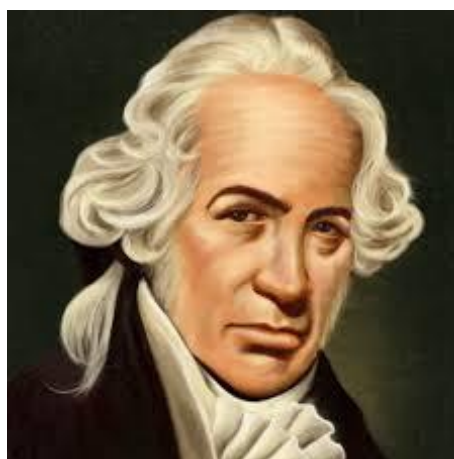


Figura 3: ilustração de Daniel Gabriel Fahrenheit (1686 – 1736). Fonte: google imagens.

Por último, os estudantes são apresentados a escala desenvolvida por William Thomson (1824 – 1907), conhecido pelo seu título de nobreza Lord Kelvin, que teria definido sua escala termométrica a partir da definição conceitual de temperatura, atribuindo o valor de 0 K (tendo o valor equivalente na escala Celsius igual a $-273,15$

°C) como sendo o valor que um cilindro de gás ideal ficaria submetido a uma pressão termodinâmica nula. Logo, admite-se que não existe agitação molecular, sendo então o valor de menor temperatura possível conhecido como zero absoluto. A escala Kelvin também é conhecida como escala absoluta por não admitir valores negativos, visto que é a escala utilizada no Sistema Internacional de Unidade para medida de temperatura. A conversão matemática entre as escalas demonstra que 0 °C equivale a 273,15 K enquanto 100 °C equivale a 373,15 K.

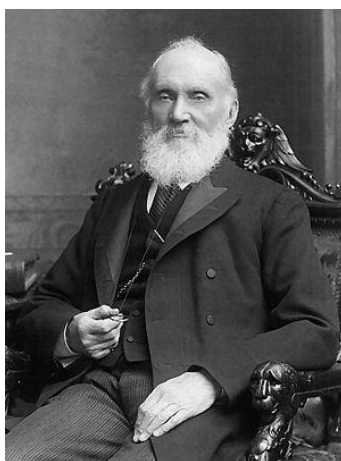


Figura 4: ilustração de Lord Kelvin (1824 – 1907). Fonte: google imagens.

Com a finalidade de possibilitar que o estudante consiga fazer a conversão entre as escalas que lhes foram apresentadas são feitas a representação de termômetros apresentados como equivalente aos valores de fusão do gelo (0 °C, 32 °F e 273,15 K), da fusão da água (100 °C, 212 °F e 373,15 K) e o zero absoluto (-273,15 °C, -459 °F e 0 K).

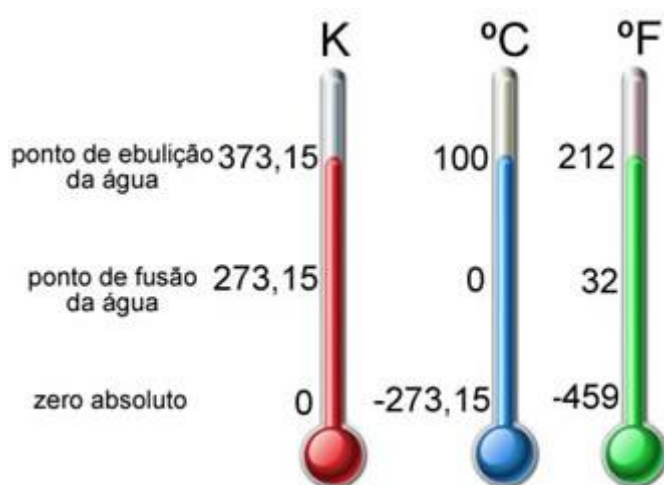


Figura 5: representação dos termômetros nas três escalas termométricas apresentadas. Fonte: toda matéria.

A partir desta relação, os estudantes são apresentados a conversão entre as escalas para qualquer valor a ser convertido a partir da equação:

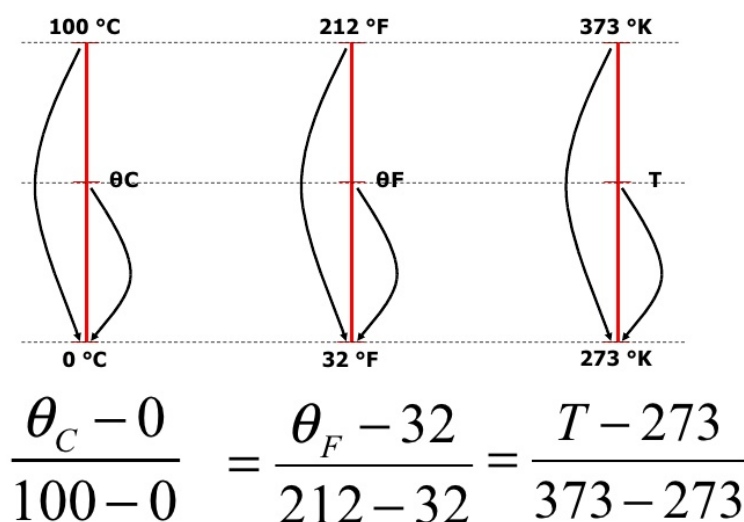


Figura 6: Escalas termométricas. Fonte: Toda matéria.

Dessa forma, analisa-se que o mesmo processo pode ser utilizado para converter valores de outras escalas arbitrárias utilizadas em alguns exercícios apresentados aos estudantes (exemplificados na metodologia deste trabalho), não limitando-se apenas as três escalas citadas previamente.

2.4.2. Propagação de calor

Uma definição contraintuitiva para estudantes da educação básica é a ideia de calor, uma vez que cotidianamente é associado calor com temperaturas ambientes altas. Para romper este equívoco, pode ser explicado que pode existir calor como a possibilidade de existir transferência de energia térmica mesmo em temperaturas baixas, como *em um copo de refrigerante gelado acrescido de gelo*, no qual o gelo ganha energia térmica enquanto o refrigerante perde essa energia. Por meio dessa definição, é necessário que sejam demonstradas definições como calor específico dos materiais, capacidade térmica dos corpos, a diferença entre calor sensível e calor latente e os processos de troca de calor. Estas definições serão necessárias para compreender definições mais elaboradas, como as leis da termodinâmica.

Após a apresentação dos conceitos de calor, o estudante também precisa saber identificar que o calor trocado por um sistema pode ser utilizado para provocar

uma variação de temperatura ou uma mudança de estado físico, mesmo com uma pressão constante, bem como determinar a quantidade de calor utilizada tanto para variar a temperatura quanto para mudar o estado físico. Além disso, quando a temperatura do corpo varia com a absorção ou perda de calor dizemos que o calor é sensível, já que quando existe mudança de estado físico dizemos que o calor é latente.

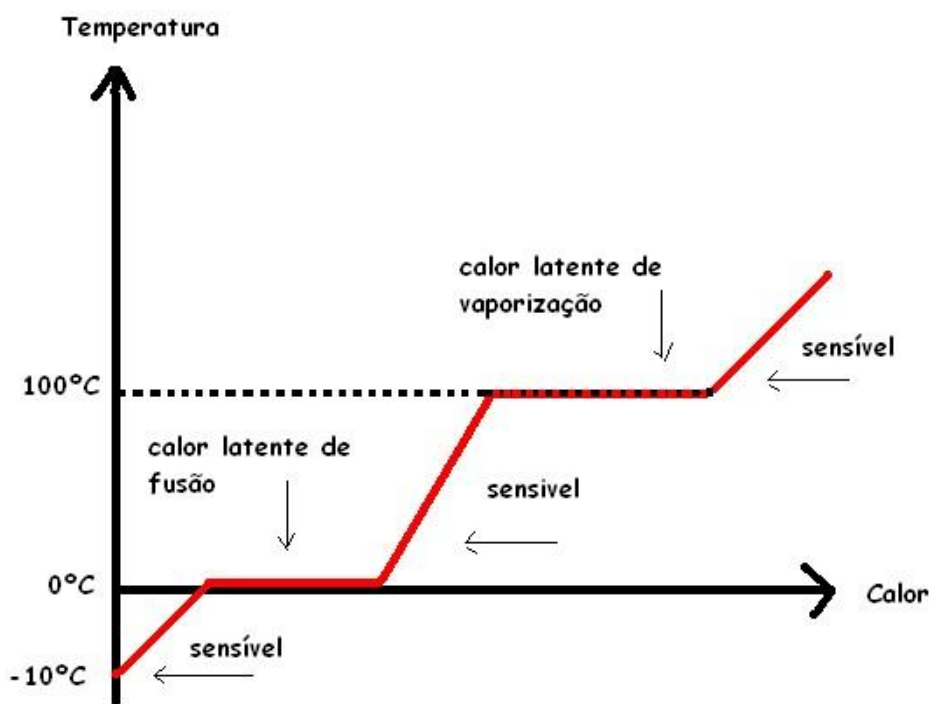


Figura 7: representação do calor sensível e latente no aquecimento de água a partir de -10 °C até o estado gasoso. Fonte: Cola da Web

Admitindo que cada amostras de mesma massa sofreriam variações diferentes para uma mesma absorção de calor, é definido então o conceito de calor específico do material como sendo a quantidade de calor necessária para que 1 g de matéria sofra uma variação de temperatura de 1 °C. Na educação básica, esse valor pode ser dito constante independente da temperatura inicial da amostra, no qual o exemplo mais citado é o calor específico da água, equivalente a 1 cal/g.°C, porém esse valor também pode ser usado para definir a quantidade de calor equivalente a 1 caloria, que é a quantidade de calor necessária para que 1 g de água varie sua temperatura em 1 °C, equivalente a 4,2 J.

A partir desta definição, é possível apresentar ao estudante a equação fundamental da calorimetria, apresentando que a variação de temperatura sofrida por uma amostra é diretamente proporcional a quantidade de calor envolvida no processo,

porém inversamente proporcional ao calor específico e a quantidade de matéria da amostra.

$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$$

Onde ΔT representa a variação de temperatura sofrida pelo corpo, Q é a quantidade de calor sensível, m a massa da amostra e c é o calor específico do material da amostra. Podendo a equação ser reescrita como:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T.$$

Já quando apresentamos o calor como sendo responsável pela variação mudança de estado físico, calor latente, essa quantidade de calor pode ser demonstrada como sendo dependente apenas da massa da amostra e do material de composição dela. Sendo cada que cada material possui um coeficiente de calor latente característico, apresentado a partir da expressão:

$$L = \frac{Q}{m}$$

Sendo a única diferença da equação anterior é o termo L , que representa o coeficiente de calor latente. Podendo também a equação ser apresentada na forma:

$$Q = m \cdot L$$

Onde a equação destaca a quantidade de calor necessária para provocar uma mudança em determinada amostra de um material.

2.4.3. Dilatação térmica de sólidos

A partir da apresentação do conceito de temperatura, grau de agitação das moléculas de um corpo, é possível definir que a partir da temperatura de um corpo as moléculas podem estar “mais próximas ou mais afastadas” a depender da temperatura do corpo, sendo esta apresentação ancorada na definição de estado físico da matéria, apresentada nas séries do Ensino Fundamental.

Por meio da definição inicial é possível que o professor aprofunde estes conceitos anteriores para uma análise a nível molecular, uma vez que com o aquecimento dos sólidos as moléculas se afastam, criando espaços vazios, fazendo com que as dimensões do corpo sofram uma dilatação. Admitindo também que esta dilatação sofrida pelo corpo depende de alguns fatores, é diretamente proporcional da variação

de temperatura sofrida pelo corpo e das dimensões iniciais do corpo, visto que corpos maiores possuem mais moléculas logo são criados mais espaços vazios quando aquecidos.

É também necessário existir a demonstração que corpos de materiais diferentes sofrem dilatação diferentes quando submetidos a mesma variação de temperatura, sendo possível que esta demonstração seja feita a partir de exemplos práticos. A nível matemático, é importante que o professor demonstre que a dilatação térmica de sólidos depende também da quantidade de dimensões que podem ser desprezíveis, sendo considerado que corpos que possuem apenas uma dimensão relevante sofrem dilatação linear, quando duas dimensões são consideradas o corpo sofre dilatação superficial e quando nenhuma das dimensões pode ser desprezada o corpo sofre dilatação volumétrica.

A expressão matemática que define a dilatação linear pode ser demonstrada a partir da ilustração abaixo onde o professor consegue demonstrar que o comprimento do corpo depende da temperatura dele, sendo possível existir uma variação em seu comprimento a partir da variação da temperatura dele.



Figura 8: demonstração da dilatação linear de uma barra metálica. Fonte: Brasil Escola

A variação de temperatura do corpo (ΔT) pode ser matematizada pela expressão:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Onde L_0 representa o comprimento inicial do corpo, diretamente proporcional a quantidade de moléculas existente no corpo, α representa o coeficiente de dilatação linear do corpo, característica que cada material possui um coeficiente característico, quase sempre na ordem de grandeza 10^{-5} que o professor pode utilizar esta ordem para demonstrar que como as outras dimensões do corpo são muito pequenas a

variação delas é desprezível e ΔT representa a variação de temperatura sofrida pelo corpo.

Quando se trata da dilatação superficial do corpo é possível, de maneira análoga à demonstração anterior, fazer uso da ilustração abaixo como aporte visual para o estudante:



Figura 9: demonstração da dilatação superficial de uma superfície metálica. Fonte: Brasil Escola

A demonstração matemática deste processo pode ser feita a partir da demonstração anterior, sendo substituído o ΔL (variação do comprimento do corpo) por ΔA (variação da área do corpo) e α (coeficiente de dilatação linear do material) por β (coeficiente de dilatação superficial do corpo, sendo igual a duas vezes α , caso seja útil a partir da necessidade e interesse da série o professor também pode fazer demonstração matemática desta relação).

Quando nenhuma das dimensões podem ser desprezadas é também possível utilizar a ilustração abaixo para demonstrar a variação das dimensões da amostra, também fazendo as adaptações matemáticas necessárias, sendo necessário apenas a substituição do ΔL (variação do comprimento do corpo) por ΔV (variação do volume do corpo) e α (coeficiente de dilatação linear do material) por γ (coeficiente de dilatação superficial do corpo, sendo igual a três vezes α).

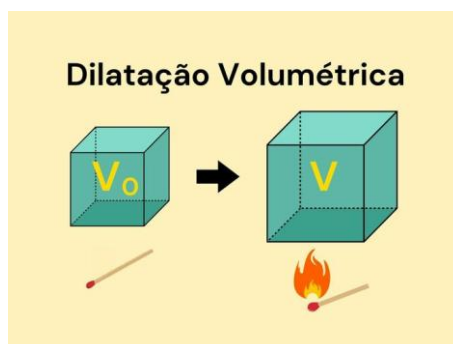


Figura 10: demonstração da variação do volume de um bloco metálico. Fonte: Brasil Escola.

Quanto as imagens destacadas nesta sessão, faz-se necessário observar os exageros, tanto na quantidade de calor necessário para provocar variações significativas nas dimensões quanto no quando estas dimensões variaram. Sendo os coeficientes de dilatação na ordem de 10^{-6} metros, não seria possível observar variações significativas em suas dimensões sem que houvesse mudanças de estado nas amostras, sendo então justificável esses exageros para que exista uma facilitação na compreensão por parte dos estudantes.

2.4.4. Dilatação térmica de líquidos

No caso de líquidos, diferente da dilatação dos sólidos, não é necessário diferenciar a separação entre linear, superficial e volumétrica, sendo útil apenas a representação volumétrica da amostra. Porém, quando o líquido em questão se encontra contido em um recipiente, a depender da análise feita, é necessário verificar a dilatação do recipiente também.

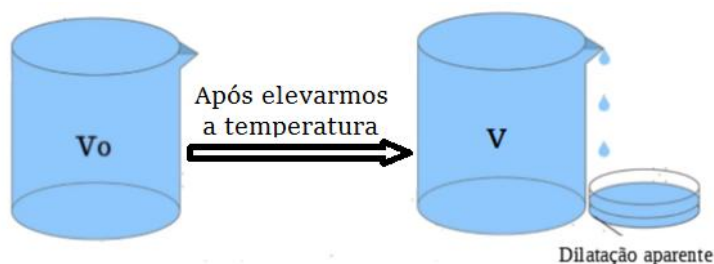


Figura 11: demonstração da dilatação de líquidos. Fonte: Brasil Escola.

Para a demonstração numérica do fenômeno, as equações utilizadas são as mesmas da dilatação de sólidos. A interpretação necessária é que a dilatação do líquido não depende da dilatação do recipiente, sendo a dilatação do recipiente útil para o cálculo da dilatação aparente do líquido (parte extravasada do recipiente).

3. REVISÃO LITERARIA

A análise da literatura dos temas abordados neste trabalho foi limitada ao depósito de dissertações do programa de pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), uma vez que a formação a nível de mestrado apresenta características específicas quando feita em um programa de mestrado profissional. Neste programa, é necessário a elaboração de um produto educacional voltada ao ensino de física, sendo a aplicação deste produto em alguma série da educação básica e a dissertação dos resultados obtidos com este produto.

Um dos produtos educacionais que apresentam certa recorrência entre os trabalhos apresentados no referido programa é a elaboração e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, com trinta e sete dissertações aprovadas, por ser um produto que apresenta maleabilidade pela possibilidade de adaptação de uma gama ampla de recursos didáticos, podendo ser adaptada aos mais diversos temas de ensino.

Essa diversidade de possibilidade da aplicação de uma UEPS pode ser exemplificada pelo trabalho elaborado por Feitosa (2019), que apresenta “Tópicos de Física Quânticas em Versos de Cordel e Arte dos Quadrinhos, Ensinado à Luz de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.”, no qual utiliza este tipo de produto educacional para apresentar conceitos de física quântica para uma turma de terceira série do Ensino Médio em uma escola estadual em Salgueiro-PE. Esse trabalho utiliza recursos típicos da região do sertão Pernambucano, como a literatura de cordel adaptada à realidade dos jovens que se encontram nesta fase de formação, com as histórias em quadrinhos, para apresentar conceitos que normalmente não costumam ser apresentados nesta referida série. Segundo Feitosa (2019), a estratégia foi bem sucedida, já que:

A experiência realizada neste trabalho demonstra que, mesmo diante de toda a problemática que envolve os baixos índices de aprendizado em Física entre os alunos da educação básica, é possível superar alguns obstáculos pelo planejamento e desenvolvimento de aulas mais dinâmicas. Envolver cultura, arte e ciências, de maneira integrada no meio escolar permite um aprendizado criativo, promovendo na comunidade estímulos ao desenvolvimento de ferramentas didáticas e métodos de ensino que superem os excessos de aulas tradicionais. (FEITOSA, 2019, p. 114)

O público-alvo da UEPS pode ser ilustrado com o trabalho de Ferreira (2019), em seu trabalho “Luz na identificação de elementos químicos: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) interdisciplinar para Educação de Jovens e Adultos (EJA)” apresenta a possibilidade de aplicação deste recurso com estudantes entre 19 e 33 anos, idade esta que normalmente os estudantes não estão matriculados nas séries da educação básica. A autora destaca o êxito da aplicação de uma UEPS ao afirmar que:

A análise dos dados coletados ao longo da UEPS apresentou resultados positivos alcançados nas etapas investigativas aplicadas, possibilitando visualizar o maior interesse e participação dos discentes na realização das atividades. Os estudantes demonstraram boa receptividade frente à UEPS, além de predisposição para aprender os conteúdos, que é uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, facilitando, desta forma, a aquisição de significados de conceitos necessários à compreensão do tema abordado. (Ferreira, 2019, p. 210)

Foi possível perceber uma certa intercessão entre os conteúdos apresentados por Sousa (2020) e os conceitos apresentados neste trabalho quando o autor disserta sobre “PARODIANDO A FÍSICA: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o uso da musicalidade para o ensino de Temperatura e Calor na Educação Básica.”, destacando a apresentação dos mesmos conceitos aqui trabalhados, para um público-alvo semelhante ao utilizado nesta pesquisa. O sucesso do trabalho proposto por Sousa é destacado quando ele afirma que:

A pesquisa revelou que os alunos, em sua maioria, aprovaram a metodologia de ensino proposta na sequência didática, considerando que ela contribuiu significativamente para aprendizagem e estudo da matéria. Os motivos mais levantes para reforçar tal constatação foram a afirmações dos discentes, quanto a importância de todas as ferramentas utilizadas durante a UEPS para a compreensão do conteúdo e contribuição para a aprendizagem. Sobre o uso das paródias, as quais foram consideradas super importantes na ludicidade e na atuação como organizador prévio, estratégia de sintetização do tópico abordado e como método avaliativo. (Sousa, 2020, p.122)

Para a apresentação, a utilização de simuladores nos processos de ensino de física nas mais diversas plataformas já existentes ou com a elaboração de simulações para utilização no ambiente escolar, foi possível encontrar treze trabalhos aprovados neste programa de pós-graduação. É possível destacar o trabalho apresentado por

Moura (2016), que utilizou a mesma plataforma de simulações utilizadas neste trabalho em seu produto educacional dissertado em “Propostas de ensino de Física em óptica geométrica usando uma simulação do PHET e óptica física através de experimentos.”, no qual o autor relaciona a utilização da simulação e propostas experimentais, em que o próprio autor afirma:

O uso de simulações e de atividades experimentais torna os conteúdos da Física, mais atraentes, levando o aluno a ser mais ativo e participativo. Desta forma, o aluno passa a ser protagonista de seu próprio processo de ensino aprendizagem. Pondo em prática aquilo que aprendeu em sala de aula ou até mesmo, aprendendo a teoria a partir da utilização de simulações e atividades experimentais. A utilização de simulações e de atividades experimentais pode ser feita de forma paralela, pois elas não são excludentes e sim complementares. Tendo em vista que ambas têm suas limitações e possibilidades. (Moura, 2016, p. 86)

Nesse viés, a proposta elaborada por Marinho (2020) apresentou o uso do recurso de experimentos simulados em plataformas virtuais para o ensino de física em “Uma Abordagem do Sistema Caótico em Circuitos Elétricos Usando Simulação no Ensino Médio”, o qual utilizou outra plataforma de simulações, diferente da que foi utilizada neste trabalho, para ilustrar suas aulas expositivas, ressaltando a importância deste tipo de recurso ao afirmar que:

Consideramos que os objetivos almejados para o trabalho foram alcançados, pois utilizando as ferramentas educacionais empregadas, tais como a estrutura da sequência de atividades desenvolvida, o uso das simulações, animações, o auxílio dos slides, os vídeos, atrelados à metodologia desenvolvida, isso fornece mais elementos para que se alcance uma aprendizagem mais construtivista (Marinho, 2020, p. 119)

Correlacionando o conteúdo ministrado neste trabalho sobre os conceitos básicos de termodinâmica com a literatura, foi encontrado quatro trabalhos que restringiam a apresentação de escalas termométricas, cinco que apresentaram os conceitos de dilatação térmica e dezessete trabalhos que apresentaram processos de ensino associados a propagação de calor. Esses trabalhos que abordam sobre a propagação de calor apresentaram uma sinergia entre o projeto proposto de Paiva (2021), no qual apresenta “Temperatura, calor e suas incompreensões conceituais: uma abordagem problematizadora.”, destacando a possibilidade de apresentação de conceitos físicos

sem necessariamente ser utilizado grandes recursos laboratoriais, sendo utilizados os próprios encontros regulares de aula para apresentar esses temas:

Este trabalho é um exemplo de que não são necessários muitos recursos para trazer uma nova cara para o Ensino de Física. Utilizando dos momentos pedagógicos, tivemos a possibilidade de abordar o tema Temperatura e Calor de forma associar a fenômenos que os estudantes já conheciam, mostrando-lhes a aplicação prática de seus conhecimentos. (Paiva, 2021, p. 40)

Seria possível encontrar outras referências, em outros meios de publicação como repositórios de programas de pós-graduações acadêmicos, ou outros programas de pós-graduações profissionais. Porém o destaque foi dado para as publicações feitas pelo MNPEF, conforme justificado anteriormente.

4. METODOLOGIA

O trabalho quanto a natureza se caracteriza como uma pesquisa aplicada, tendo em vista o objetivo de gerar um produto pedagógico na forma de uma UEPS. Apresenta também uma abordagem qualitativa, haja vista que o espaço amostral de estudantes que participaram foi limitado em relação à quantidade de estudantes, e o foco em seus comportamentos e impressões (generalizáveis a outros contextos) não sendo interessante uma representação estatística da amostra de estudantes no Ensino Médio em qualquer recorte. As características do estudo foram aplicadas no ambiente de educação formal do estudante já adotado no cotidiano do estudante, no qual favorece a falta de distorção das percepções observadas na pesquisa e as que poderiam ser observadas caso fosse desenvolvida em um ambiente específico para este fim. Além disso, foram também observadas na descrição de indícios do potencial significativo do objeto de estudo.

O trabalho foi desenvolvido na segunda série e terceira série do Ensino Médio do Colégio Diocesano Monsenhor Francisco de Assis Neves, localizado no município de Belo Jardim no agreste de Pernambuco, escola privada, que tem como público-alvo estudantes de classe média do próprio município e de municípios vizinhos, que se deslocam diariamente para o colégio. Por ser localizada em uma região de perfil plural, como uma sede do Instituto Federal de Pernambuco e da Universidade Federal Rural de Pernambuco, além da proximidade com o município de Caruaru, alguns estudantes demonstram motivação de concluir o Ensino Médio e migrar para o ensino superior em instituições federais.

Nessa perspectiva, é necessário que o professor pesquisador seja coerente na análise dos resultados obtidos e da relação previamente existente com os estudantes envolvidos na pesquisa, sendo necessário, portanto, que as observações e resultados percebidos sejam feitos da forma imparcial. Quando os estudantes foram estimulados a descreverem *feedbacks* em relação aos processos envolvidos no estudo, também foram estimulados a fazerem da forma mais sincera que acharem necessário, utilizando ferramentas que garantissem a neutralidade na interpretação dos dados.

Na segunda série do Ensino Médio, os estudantes dispuseram de três horas-aula com duração de 50 minutos de física semanais durante o período de desenvolvimento

deste trabalho. Estas aulas eram divididas em uma hora-aula nas terças-feiras e outras duas nas quintas-feiras, na qual nessa série os estudantes devem ser apresentados aos conceitos de ondulatória, termodinâmica e introdutórios ao eletromagnetismo. Já na terceira série, os estudantes dispuseram de quatro horas-aula, também com duração de 50 minutos, sendo uma destas horas-aulas nas terças-feiras, duas horas-aulas nas quartas-feiras e mais uma hora-aula nas quintas-feiras, nesta série ,além da conclusão dos conceitos de eletromagnetismo, iniciados no ano letivo anterior, os estudantes também são apresentados a uma revisão dos conceitos de mecânica, apresentados na primeira série do Ensino Médio e aos conteúdos trabalhados na segunda série; esta revisão tem por objetivo principal a preparação para os vestibulares e para o ENEM.

Tendo em vista as múltiplas necessidades de planejamento para apresentação de conceitos física descritas anteriormente, a demonstração dos conceitos básicos de termologia, como as definições de temperatura, calor e de dilatação térmica, a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que pode ser adaptada as necessidades dos estudantes da segunda e da terceira série, bem como a adaptação ao tempo didático disponível para aplicação e avaliação do processo de aprendizagem, de acordo com a necessidade de cada série.

No primeiro momento, os estudantes já poderiam conhecer conhecimentos formais a respeito dos conteúdos trabalhados por terem sido apresentados a eles nas séries finais do Ensino Fundamental, sendo possível para alguns estudantes serem apresentados aos conceitos como um processo de aprofundamento, já na terceira série os estudantes são apresentados a UEPS como uma revisão dos conceitos estudados no ano letivo anterior, com ênfase na resolução de questões de avaliações externas.

Sendo a UEPS dividida em momentos sequenciais, foi necessário então adaptar os momentos de acordo com cada uma das turmas envolvidas no presente estudo. Assim, para a segunda série a proposta foi de apresentar os conceitos básicos explicitados anteriormente, considerando que alguns estudantes já conheciam os conteúdos, outros recordavam ter estudado estes conceitos, mas não lembravam dos conteúdos e outros afirmavam nunca terem estudado os conteúdos. Já na terceira série os estudantes já haviam estudado os conteúdos com todo o rigor necessário e a proposta da UEPS foi de revisar os conteúdos, sintetizando a apresentação do

conteúdo com a resolução de exercícios que apresentam características próximas às que serão cobradas aos estudantes nas avaliações citadas anteriormente.

No caso da segunda série, os estudantes foram apresentados ao estudo, conscientizados sobre a importância das pesquisas em educação e os avanços que elas podem trazer em relação a formação deles e de próximas gerações. Para a aplicação do estudo, os estudantes foram orientados que a participação nos resultados do estudo é facultativa, sendo a aplicação das etapas desta UEPS feitas no horário regular de aula dos estudantes, então, mesmo os que preferiram não participar do estudo, também foram submetidos aos processos avaliativos e as aulas expositivas que fizeram parte do estudo, estando eles dispensados apenas da resolução do teste aplicado no início do estudo.

A primeira etapa da aplicação do produto educacional em questão se deu por um teste inicial, onde o estudante poderia apresentar quais os conceitos eles já conheciam, quais os conhecimentos eles possuíam previamente que poderiam ser usados para ancorar os novos conceitos apresentados, e quais conhecimentos prévios precisariam ser apresentados antes da apresentação dos conceitos a serem estudados. Posteriormente, ainda antes da apresentação dos conceitos que seriam estudados, os estudantes foram apresentados a uma simulação interativa, que poderia ser usada para demonstrar situações reais da transformação de energia mecânica em energia térmica e a variação de temperatura que poderia ser causada pela absorção de energia térmica.

Depois destas apresentações iniciais, os conceitos foram apresentados de maneira expositiva, quando possível, fazendo um paralelo entre as situações problemas apresentados inicialmente contextualizando os conceitos abstratos com observações cotidianas. O primeiro conceito apresentado foi o de temperatura e as escalas termométricas; posteriormente os estudantes foram apresentados aos conceitos associados ao calor absorvido ou perdido por uma amostra e, por fim, a dilatação térmica sofrida por um corpo, seja ele um sólido ou uma amostra de líquido que sofre variação de temperatura. Durante o toda a apresentação, os estudantes foram incentivados a construir um mapa conceitual, acrescentando dados a cada nova informação que foi sendo apresentada no decorrer do processo, tendo por base o conceito de temperatura. As últimas etapas da UEPS foram feitas em torno de uma avaliação escrita, que foi a mesma utilizada ao fim da unidade letiva regular da escola,

sendo feito o comentário das questões respondidas pelos estudantes, com a resolução debatida na aula posterior a sua aplicação.

De forma resumida é possível destacar as etapas desta UEPS a partir da tabela 2 descrita a seguir, que demonstra de forma sintetizada cada etapa do trabalho aplicado na segunda série do Ensino Médio visando apresentar os conceitos propostos neste trabalho.

Etapas	Descrição da etapa
Primeira etapa: pré-teste	Aplicação de questionário com questões contextualizadas sobre os conceitos de temperatura e calor, com interpretação de situações cotidianas a partir dos conceitos que serão abordados nas etapas seguintes.
Segunda etapa: utilização dos simuladores	Apresentação dos simuladores presentes na plataforma PhET Interactive Simulations que contenham ilustrações que irão embasar as demonstrações dos conceitos apresentados.
Terceira etapa: apresentação dos conceitos	Exposição dos conceitos de temperatura, calor e dilatação térmica, bem como a demonstração das equações que envolvem os conceitos, a partir de aulas expositivas. Buscando contextualizar a apresentação destes conceitos com as demonstrações feitas nas simulações apresentadas anteriormente.
Quarta etapa: elaboração de mapas – avaliação continuada	Elaboração, por parte dos estudantes, de mapas conceituais ou mapas mentais, acrescentando cada novo conceito à medida que ele é apresentado. O mapa deve ter início de construção na primeira aula expositiva e ter acréscimo de temas a cada nova apresentação.

Quinta etapa: avaliação escrita	Ao final das apresentações de todos os conceitos abordados na UEPS proposta os estudantes devem ser submetidos a uma avaliação escrita, com questões de múltipla escolha com finalidade de avaliar o quanto os conceitos estudados foram compreendidos.
Sexta etapa: revisão da prova escrita	No encontro seguinte a aplicação da prova escrita o professor deve fazer a resolução comentada das questões utilizadas na prova, possibilitando ao estudante realizar uma autoavaliação a respeito da resolução dessas questões. Esta autoavaliação pode ser feita mesmo que os estudantes ainda não tenham acesso a prova corrigida.

Tabela 2: etapas da UEPS para segunda série do Ensino Médio.

Já a terceira série do Ensino Médio a aplicação do produto iniciou-se com a resolução de uma lista de exercícios que possibilitou ao professor perceber quais conceitos os estudantes ainda recordavam, desde a apresentação deles no ano letivo anterior, com o rigor necessário para que fosse feita apenas uma revisão deles e quais precisariam ser reapresentados com detalhes semelhantes a primeira vez que foram estudados. Depois da aplicação da lista de exercícios foi feita a resolução comentada para que os próprios estudantes pudessem fazer uma autoavaliação e descrevessem para o professor o quanto houve de aprendizado sobre estes conteúdos no ano letivo anterior.

De acordo com a necessidade percebida na resolução dos exercícios anteriores, é possível que exista negociação entre os envolvidos nos processos se as revisões propostas seriam feitas apenas com a resolução de novos exercícios ou com a explicação mais detalhadas dos conceitos. Nesse viés, o objetivo dos momentos de revisão são pontuais com a intenção da apresentação de exercícios semelhantes aos que são cobrados no ENEM e nos vestibulares. Mesmo que seja necessário reapresentar os conteúdos, o desenvolvimento das aulas é centrado na apresentação e resolução de exercícios. Quanto ao processo avaliativo, os estudantes da terceira série não foram estimulados a montar mapas no decorrer das aulas, porém são

apresentados a mais listas de exercícios a cada tema que será trabalhado. Ao fim do período letivo, os estudantes também foram submetidos a uma avaliação escrita, que também deve ser respondida e comentada pelo professor.

Para a terceira série do Ensino Médio as etapas da UEPS também podem ser sintetizadas na tabela 3 descrita abaixo, que mostra as etapas desta unidade adaptada a necessidade para revisão dos conteúdos propostos neste trabalho da referida série concluinte da educação básica onde os alunos irão se submeter a processos seletivos para próximas etapas de sua formação acadêmica:

Etapas	Descrição da etapa
Primeira etapa: pré-teste	Aplicação de uma lista de exercícios, com questões dos conteúdos que serão revisados com modelo próximas a de processos seletivos que os estudantes irão se submeter ao final da formação na Educação Básica, esta lista de exercícios irá nortear a aplicação das próximas etapas desta UEPS.
Segunda etapa: revisão dos conceitos	Revisão dos conteúdos que serão abordados nesta UEPS a partir da resolução comentada das questões propostas no pré-teste.
Terceira etapa: prova escrita	Aplicação de uma prova escrita com questões utilizadas nos processos seletivos que os estudantes irão se submeter, possibilitando analisar a efetividade da revisão apresentada.
Quarta etapa: comentário da prova escrita	Resolução comentada da prova escrita, possibilitando ao estudante fazer uma autoavaliação sobre se será necessário novas estratégias para compreensão dos conteúdos revisados.

Tabela 3: etapas da UEPS para terceira série do Ensino Médio.

No capítulo posterior deste trabalho, cada etapa da UEPS será descrita, bem como as análises feitas e os resultados obtidos em cada uma dessas etapas. Dessa

forma, os indícios da potencialidade significativa desta UEPS puderam ser observados no decorrer das avaliações desenvolvidas e dos comentários apresentados pelos estudantes envolvidos no processo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES – SEGUNDA SÉRIE

5.1. Pré-teste

Sobre o pré-teste aplicado na segunda série do Ensino Médio no início do processo da UEPS foi desenvolvido a partir de um questionário aplicado a partir de uma apresentação de slides. Inicialmente os estudantes foram orientados que a participação nesta resolução era facultativa e que caso o estudante decida participar deverá se identificar, sendo preservada a identidade figura 12 dele na divulgação dos resultados.

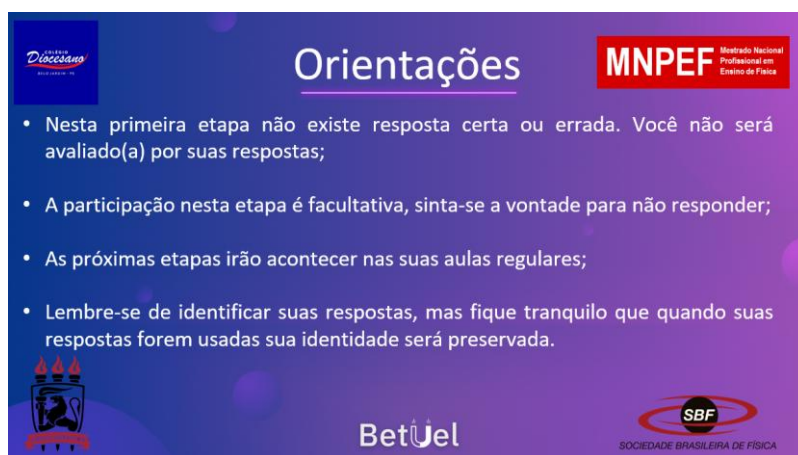


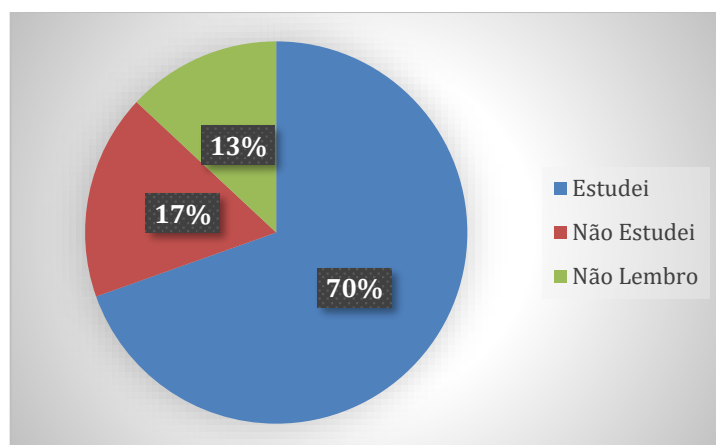
Figura 12: fonte autoral

Foi possível perceber que a adesão dos estudantes nesta etapa foi satisfatória, dos 38 estudantes matriculados na turma no momento do início da aplicação da UEPS, 23 decidiram responder as questões propostas, o que possibilita perceber que a aplicação da pesquisa não irá implicar em problemas. É possível atribuir também essa adesão ao fato das etapas da pesquisa serem desenvolvidas no próprio ambiente do estudante e no horário regular de aula, não sendo necessário encontros extras.

O presente questionário era composto por 4 questões, sendo as três primeiras dissertativas, onde o estudante dispunha de 10 minutos para responder como achasse mais coerente, deixando claro que nesta primeira etapa não existia resposta certa ou errada, apenas para mapear os conhecimentos prévios que os estudantes já possuíam que possibilitariam a continuidade do processo de ensino.

Na primeira pergunta do questionário o/a estudante foi perguntado se ele se recordava de ter estudado os conceitos de temperatura e calor no Ensino Fundamental, não sendo necessário definir estes conceitos, apenas se recordava ter estudado, e caso a resposta fosse positiva, em qual série do Ensino Fundamental. Optou-se por apresentar questões dissertativas ao invés das de múltiplas escolhas para evitar que o estudante respondesse de forma tendenciosa ou que ele simplesmente arriscasse respostas que ele julgasse correta, sem que necessariamente fosse sua resposta pessoal. Ao analisar as respostas apresentadas pelos estudantes foi necessário substituir seus nomes reais por nomes fictícios, com a finalidade de apresentar singelas homenagens, seus nomes foram substituídos por nomes de parentes próximos ao autor deste trabalho.

Dentre as respostas que foram atribuídas é possível perceber que 16 estudantes afirmaram ter estudado no 8º ano do Ensino Fundamental conforme ilustrado no gráfico 1. Dentre as respostas afirmativas, destacamos a resposta do estudante José Manoel *“provavelmente no 8º ano do (Ensino) Fundamental, mas o que me lembro é da conversão entre escalas (termométricas)”*. Entre os estudantes restantes 3 afirmaram não lembrar de ter estudado e os outros 4 afirmaram categoricamente que não foram apresentados ao tema, mesmo que parte significativa da turma estude junto desde o início do Ensino Fundamental. Na figura 13 foi destacado a quantidade de estudantes que afirmam ter estudado os conceitos que serão debatidos posteriormente.



Fonte: Autoria própria (2025)

É possível que o professor conclua, a partir da análise desta questão introdutória, que os conceitos iniciais da UEPS proposta poderão ser feitas de forma rápida; caso perceba que já existe uma compreensão significativa dos conteúdos que serão ministrados. É possível também que os estudantes que afirmam não terem estudados estes conceitos anteriormente percebam que estão equivocados, caso de fato estejam, quando forem apresentados a eles e os relembrem com facilidade.

Já na segunda pergunta, foi solicitado que os estudantes definissem o que é temperatura, porém foi especificado que eles não devem se preocupar com formalismos em sua resposta. É esperado que os estudantes que apresentam ter conhecimento inicial do conteúdo a ser estudado consiga apresentar uma definição, mesmo que não sejam mesmas definições que normalmente são apresentadas nos livros texto. Foi percebido também um esforço por parte dos estudantes que não lembravam de ter estudado o conteúdo para apresentar uma resposta.

Dentre os estudantes que afirmaram terem estudado os conceitos de temperatura anteriormente é possível destacar a resposta para a segunda pergunta de Rosenildo José que respondeu: *“ela (a temperatura) pode ser determinada pela taxa de movimentação das partículas de determinado meio ou superfície e nas ciências (em termos do Sistema Internacional de Unidades) utiliza-se K (Kelvin) em vez de °C (graus Celsius)”* ou também a resposta apresentada por Eliane Sanguineto: *“temperatura é a quantidade de calor, ou frio, presente em um corpo ou objeto, pode ser medido em escalas diferentes como °C (graus Celsius), °F (graus Fahrenheit) e K (Kelvin)”*. Resposta que se assemelha com a de José Jaime, que apesar de não ter

certeza se estudou anteriormente os conceitos de temperatura e calor, respondeu que: *“temperatura é a medida na qual é definido o calor de um corpo ou ambiente.”*

Na terceira pergunta do questionário os estudantes foram estimulados a dissertar sobre a especificidade do conceito de calor, onde foram perguntados “você acha que a frase: ‘Hoje, em Belo Jardim, fez muito calor’ está fisicamente coerente? Caso contrário, corrija”. É esperado que os estudantes que alegaram conhecer os conceitos de calor discutam sobre a dualidade entre o conceito popular de calor, que está associado a temperaturas ambientes altas, aos conceitos físicos de calor, que fala sobre transferência de energia térmica entre corpos.

Foi possível notar este tipo de interpretação nas respostas de Sarah Brigido, que afirma não ter estudado o conteúdo debatido anteriormente e respondeu que *“não, porque ontem estava bem mais (quente), hoje está (fazendo) relativamente calor, porém nem tanto”*, admitindo que o pré-teste foi aplicado no início da primavera, é factual que exista variação de temperatura comparando dias distintos. Já Rosielma Santos, que reconhece ter sido apresentada ao conceito anteriormente, segundo ela não recorda totalmente os formalismos e para esta questão respondeu que “depende do que realmente seja o termo calor, acredito que esteja errado, pois acredito que calor também possa estar relacionado a temperatura ambiente, quando tratamos das definições informais, porém o ideal seria afirmar que ‘hoje Belo Jardim está com temperatura elevada’”

É possível observar, a partir desta abordagem que conceitos técnicos, que podem ter definições diferentes no cotidiano do estudante, tem o potencial de gerar confusão entre a definição técnica dos conceitos com as definições usuais, é a mesma situação que pode ser percebida quando conceitos de energia são apresentados aos estudantes. Normalmente na primeira série do Ensino Médio os estudantes são apresentados aos conceitos de energia mecânica, porém quando questionados é esperado que o estudante associe energia somente com a energia elétrica, por ser utilizada em seu cotidiano, sendo necessário cuidado para que o professor apresente os novos conceitos diferenciando-os da forma que o estudante pensa fora do ambiente acadêmico.

Na última questão apresentada no pré-teste o estudante foi questionado sobre a medida de temperatura em diferentes escalas termométricas, como a perspectiva

desta atividade não é conhecer o formalismo técnico do conteúdo, suas aplicações matemáticas e definições conceituais a interpretação foi feita a partir da figura 13 abaixo, onde o estudante foi questionado “o que está estranho na imagem abaixo? Apesar de estranho, é possível que ela seja verdadeira?”

A imagem 14, destacada abaixo, foi criada a partir do uso de uma inteligência artificial, com o prompt: crie uma imagem com um termômetro digital, sem a escala termométrica clara, com o valor de 25 e uma demonstração de uma cidade parecida com Nova York em um período de neve.



Figura 14: chat gpt (2025)

Caso o estudante já conheça as escalas termométricas é esperado que ele apresente algo associado ao uso da escala Fahrenheit, e afirme a possibilidade real da existência da imagem, corrigindo a falta da unidade de medida. Como no Brasil a escala padrão utilizada para medida de temperatura é a escala Celsius, onde o ponto de fusão da água é 0°C , os estudantes que não conhece as outras escalas podem ser induzidas a apresentar que não é possível existir neve a uma temperatura de 25, mesmo que não tenha sido apresentado a unidade de medida adotada no termômetro, o conhecimento empírico pode levar o estudante a associar temperatura somente com a escala padrão utilizada por ele.

Foi percebido esta dualidade de respostas nos comentários apresentados por Eunice Sanguineto que apesar da imagem não apresentar unidade de medida respondeu “é estranho porque estar nevando e o termômetro marca 25° , por isso está errado” resposta que foi muito próxima a apresentada por José Jaime “estranho pois

onde está a imagem está nevando, e no medidor conta 25 °C, acho que não seja possível ser verdadeiro”, outra estudante que já atribuiu o valor apresentado no termômetro com a escala que normalmente é utilizada por ela foi Maria Luiza, ao responder que “o clima da imagem não condiz com a temperatura mostrada, creio que não seja possível”. Em oposição as respostas opostas as apresentadas anteriores aparecem as respostas de Heloisa Pontes que respondeu “a temperatura apresentada no termômetro está de acordo com o local sim, depende de qual escala foi utilizada para medir a temperatura no termômetro apresentado.”, resposta que foi complementada pelo estudante Rosenildo Santos “sem uma medida especificada no termômetro a imagem torna-se relativa à interpretação de quem observa. Neste contexto, vaso estivesse em Celsius estaria equivocada, porque a água não se encontra no estado sólido a 25 °C, em outras formas de medida como a escala Fahrenheit a imagem estaria coerente.”.

De modo geral foi percebido, a partir do pré-teste aplicado, que em sua maioria os estudantes conhecem definições introdutórias de temperatura e calor, o que vai possibilitar a apresentação dos mesmos conceitos, de forma mais técnica e aprofundada. Por outro lado também foi possível perceber que a turma não era homogênea, por isso se fez necessário que nas etapas seguintes da UEPS o professor apresentasse apresentar os conceitos de forma introdutória nivelando a turma.

Destacamos que a presença em qualquer nível de aprofundamento de conceitos chaves como temperatura e calor são um indicativo de que eles podem funcionar como subsunções a aprendizagem de novos conceitos, como dilatação térmica e a partir disso a compreensão do fenômeno em si. Para isso a organização logica dos conteúdos abordados na UEPS devem considerar a ancoragem dos novos conceitos apresentados a esses, apresentando materiais em que a partir desses subsunçores (calor e temperatura) os novos (dilatação térmica) possam ser relacionáveis.

5.2. Uso das simulações

Logo depois da aplicação do pré-teste debatido anterior os estudantes foram apresentados as simulações interativas existentes na plataforma virtual PhET da University of Colorado Boulder, presente no endereço virtual https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=heat-and-thermodynamics&type=html onde inicialmente a apresentação foi feita por meio de projeção com descrição expositiva do que era observado, em um segundo momento os estudantes foram estimulados a manipular os simuladores ao iniciar seus estudos individuais.

O primeiro simulador apresentado tinha por finalidade apresentar a definição de temperatura, como sendo o grau de agitação das moléculas de um corpo. O simulador apresentava uma amostra de água no estado líquido, inicialmente a 13 °C conforme apresentado na figura 15 abaixo, com a possibilidade de fornecer energia a amostra a partir de um aquecedor visto na mesma figura, onde os estudantes podem visualizar a representação das partículas se agitando cada vez mais. Como no dispositivo simulado o estudante dispõe da representação de um termômetro, graduado na escala Celsius, o estudante é capaz de fazer a associação do valor indicado no termômetro com o quanto as moléculas estão se agitando.

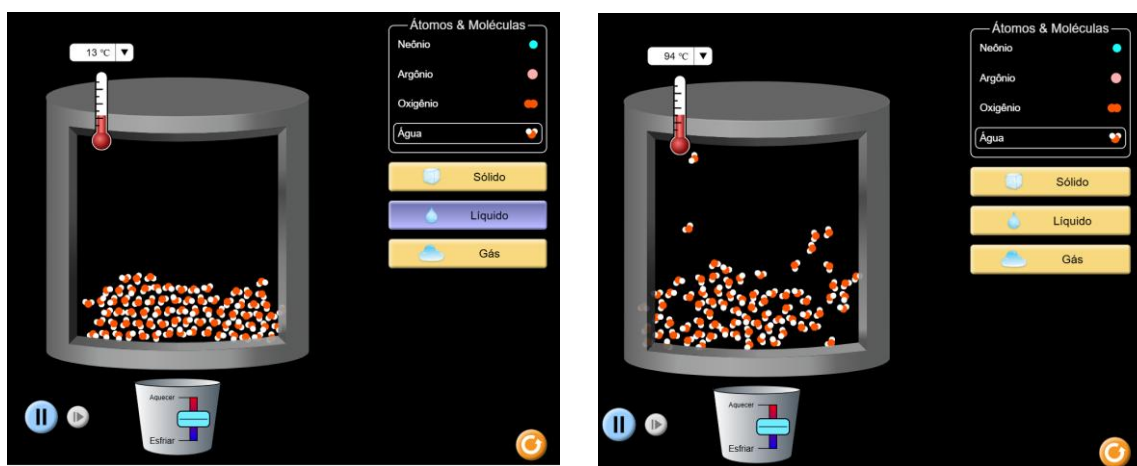


Figura 15: Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=pt_BR

Neste primeiro momento de uso das simulações a apresentação tinha como intuito demonstrar apenas o conceito de temperatura. Para compreender que a matéria é composta de pequenas partículas e que estas partículas estão em constante

agitação é necessário que o estudante possua um certo nível de abstração, mesmo que essa compreensão já exista desde os primórdios das ciências, para associar também está agitação a um valor numérico, que não necessariamente é a velocidade da partícula, também é necessário um grau de abstração considerável.

O uso de simulações, como as apresentadas, facilita a vida do estudante em associar estas abstrações com os conceitos que estão sendo debatidos. Também é possível, neste momento, utilizar a mesma simulação para demonstrar ao estudante que a mesma agitação molecular pode estar associada a valores numéricos diferentes, uma vez que o termômetro da simulação também pode ser graduado utilizando a escala Kelvin, figura 16, em um próximo momento se faz necessário que o professor apresente a relação matemática entre estas duas escalas e apresente também outras escalas de medida de temperatura.

Durante a variação de temperatura, demonstrada na simulação inicial, também é possível que o professor faça uso desta para introduzir o conceito de calor, apresentando que mesmo em temperaturas baixas existe o fornecimento de energia térmica. Já iniciando a desmistificação dos conceitos admitindo por alguns estudantes que limitam a ideia de calor somente a temperaturas ambientes altas, conforme é utilizado no cotidiano.

Também de forma introdutória, é possível que o professor peça ao estudante que observe o fato de que à medida que a temperatura da amostra aumenta as moléculas demonstradas se afastam. Posteriormente esta observação vai poder ser utilizada pelo professor para formalizar as definições de dilatação térmica, onde o estudante vai poder associar este espaço criado entre as partículas com o crescimento da temperatura da amostra com o espaço ocupado pelo corpo.

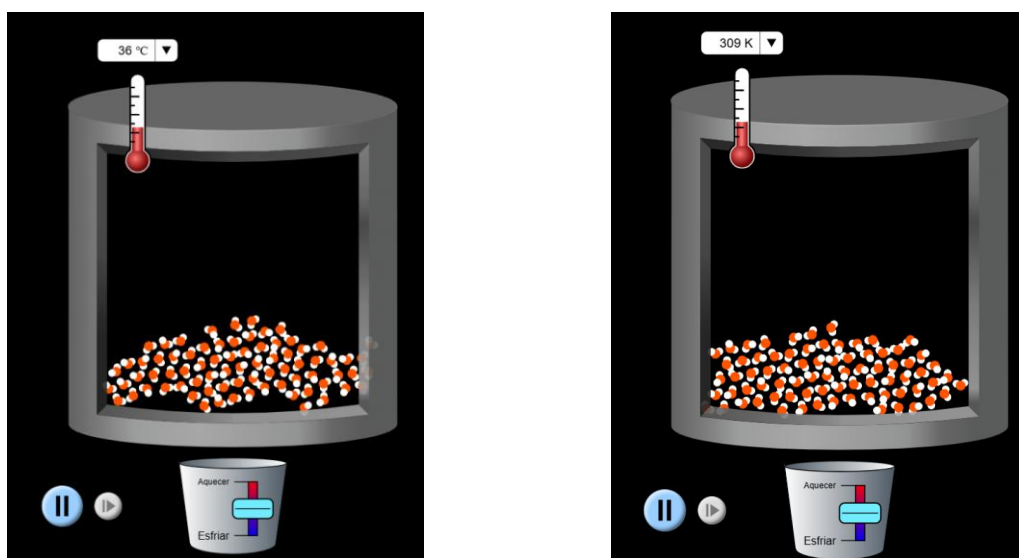


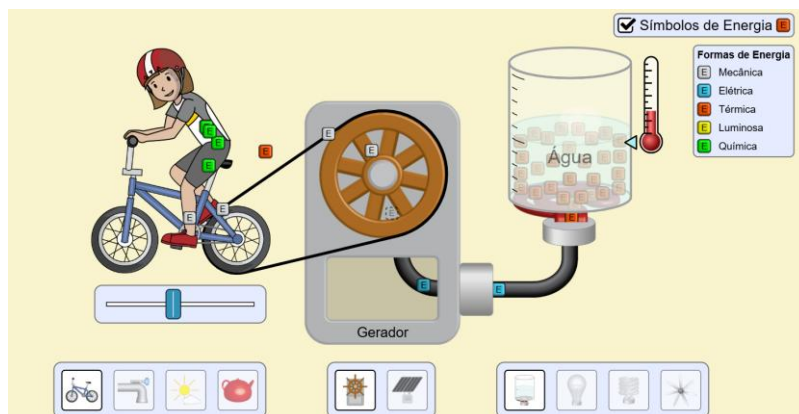
Figura 16: Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=pt_BR

Nesta UEPS os efeitos das possíveis variações de pressão nas variações de temperatura, no calor perdido ou absorvido pelo corpo e na dilatação térmica não foram consideradas, uma vez que a ideia é apresentar os conceitos básicos aos estudantes. É possível que o professor utilize estes momentos para introduzir outras definições que serão apresentadas posteriormente, favorecendo assim a criação de conceitos prévios que serão usados como base para as próximas definições que serão apresentadas posteriormente.

Uma segunda simulação que foi utilizada teve como finalidade principal apresentar os efeitos da propagação de calor e das possíveis transformações de energia necessárias para que esta propagação exista, figura 5. Nestas duas simulações iniciais a intenção não foi de apresentar as relações matemáticas destes conceitos, apenas a introdução dos conceitos que serão aprofundados no decorrer das etapas da UEPS.

Na simulação demonstrada na figura 18 a garota utiliza sua energia química, absorvida a partir das calorias alimentares consumidas, em energia mecânica para girar os pedais da bicicleta, que fará com que a roda do gerador também irá girar, esta energia mecânica será transformada em energia elétrica que finalmente será transformada em energia térmica absorvida pela água. Esta absorção de energia térmica fará com que a água seja aquecida, o professor pode fazer uso desta demonstração deste processo para apresentar o conceito de calor sensível, que provoca a variação de temperatura da amostra de água.

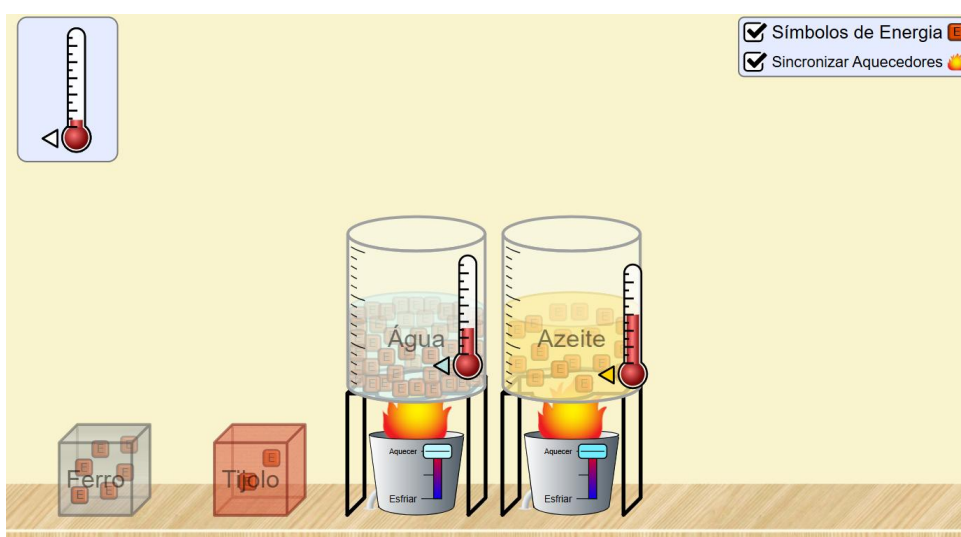
Figura 18:



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=pt_BR

A terceira simulação apresentada na figura 19 também foi utilizada para apresentar definições associadas ao calor, sendo neste caso a apresentação das diferentes formas de absorção de calor por materiais diferentes. Na simulação apresentada, figura 6, dois aquecedores fornecem a mesma quantidade de energia a amostras de volumes iguais de água e de azeite e o aluno pode observar que a variação de temperatura do azeite é mais rápida do que a da água. Esta observação pode ser útil para compreensão dos conceitos de calor específico dos materiais, ainda sem a necessidade de apresentação de definições matemáticas.

Figura 19:



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=pt_BR

Com o crescimento do acesso ao uso de ferramentas digitais, e de forma simultânea, o também crescimento da quantidade de estudantes nas salas de aula, bem como o desuso de laboratórios de ciências nas escolas (seja elas das redes públicas ou privadas) o uso de simuladores virtuais, como o utilizado nesta UEPS, torna-se uma possibilidade para saída da abstração dos conceitos físicos, que por muitas vezes é esperado que o estudante tenha uma compreensão apenas pela descrição matemática deste conceito, para que seja possível uma nova forma de visualização dos fenômenos.

Feitas estas demonstrações, e possibilitando que o estudante também manipule as simulações, é possível notar o surgimento da curiosidade de como é possível explicar aquelas situações observadas, bem como a facilidade em descrever matematicamente o que já foi visualizado anteriormente.

5.3. Apresentação dos conceitos

Uma vez que os conceitos abordados foram discutidos na apresentação das simulações e também que o tempo disponível para apresentar a quantidade de conteúdos que devem ser apresentados aos estudantes na segunda série do Ensino Médio, é possível que a formalização dos conceitos e a apresentação das equações que descrevem o fenômeno seja feita de forma mais rápida e direta, caso seja perceptível que o estudante conseguiu assimilar as análises apresentadas anteriores.

Como recurso didático utilizado para ilustrar os conteúdos apresentados, foi feita uma apresentação de slides que inicialmente demonstrou a definição formal de temperatura e de calor, conforme figura 20 abaixo, não sendo o slide o único responsável pela completude da apresentação dos conceitos, sendo necessário o complemento no discurso do professor.

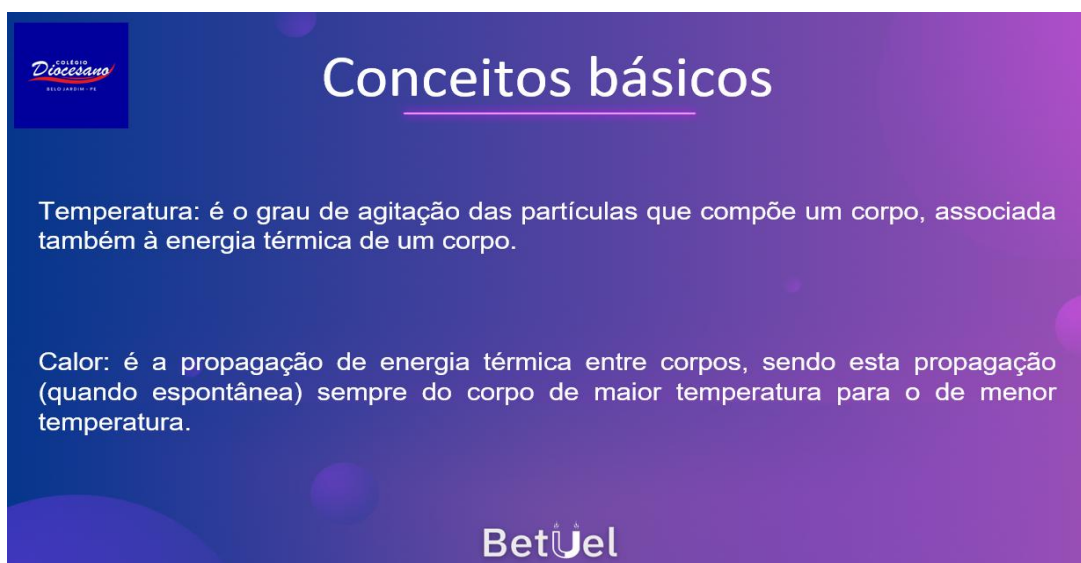


Figura 20: fonte autoral

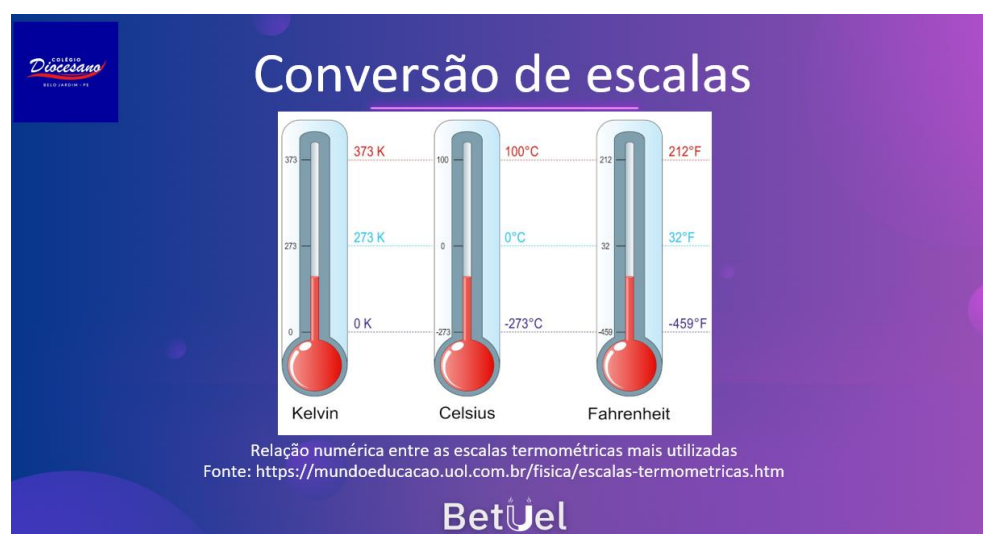
Feita esta apresentação das definições iniciais é possível iniciar a apresentação também das diferentes escalas termométricas, sendo possível também debater sobre a criação de novas escalas termométricas de acordo com a necessidade do estudante, em um experimento ou descrição de um exercício, uma vez que é a forma mais comum de abordagem em questões de exercícios e vestibulares. Também é possível que o professor apresente a relação matemática entre as escalas, desde a equação que é apresentada nos livros textos que associa as escalas criadas por Celsius, Fahrenheit e Kelvin ou a dedução desta equação, que pode ser usada para outras escalas arbitrárias. Para a apresentação das escalas mais conhecidas, foi feita uma contextualização de como estas elas foram construídas e uma exposição resumida dos autores destas escalas, conforme ilustrado nas figuras 21 e 22 abaixo.

Figura 21: Ilustração dos autores das três escalas termométricas mais utilizadas



Fonte: autoria própria

Figura 22: Relação numérica entre as escalas



Fonte: autoria própria

Esta apresentação inicial do conceito de temperatura e das equações associadas a esses conceitos, por ter sido feita baseada na demonstração da primeira simulação utilizada pôde ter sido feita apenas em uma hora-aula, sendo possível logo a seguir responder alguns exercícios, a fim de exemplificar as questões que seriam respondidas pelos estudantes, tanto na fase de avaliação da UEPS quanto nas avaliações externas ao ambiente escolar. Quanto a resolução dessas questões inicialmente elas eram respondidas pelo professor, para que os estudantes acompanhassem a sequência que eles deveriam seguir posteriormente, logo depois alguns exercícios eram respondidos pelos estudantes e comentados pelo professor,

sendo por último encaminhado uma lista de exercícios, apresentada nos anexos, que os estudantes deveriam solucionar posteriormente as aulas, sendo o comentário dessas questões feito pelo professor.

Logo após a apresentação deste conceito de temperatura, os estudantes foram apresentados aos processos de propagação de calor, mostrando como os corpos podem ganhar ou perder calor, inicialmente sem a apresentação das equações associadas a quantidade de calor propagado. Esta apresentação foi ancorada na apresentação da segunda simulação, também com apoio da apresentação de slides conforme a figura 23, e durante a fala do professor é possível que sejam apresentadas novas formas onde esses processos são observados no cotidiano dos estudantes, bem como a apresentação de isolamento para esses processos.

Propagação de calor

O calor pode ser propagado entre corpos a partir de três processos:

- Condução:** acontece graças ao choque entre as partículas entre corpos.
- Convecção:** acontece a partir da diferença da densidade de fluidos com temperaturas diferentes.
- Irradiação:** acontece pela propagação de ondas eletromagnéticas.

BetUel

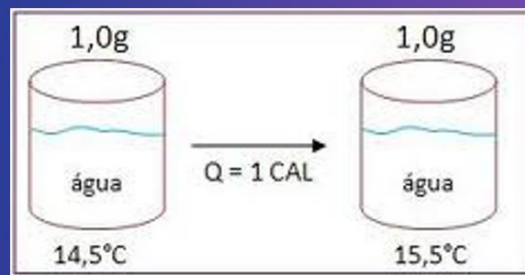
The slide includes three images: a person cooking (conduction), a diagram of water circulation (convection), and a starburst (irradiation).

Figura 23: fonte autoral

Semelhante a apresentação do conceito de temperatura os conceitos associados a propagação de calor, e os seguintes tópicos que foram apresentados, também foram seguidos de resolução de exercícios, e exercícios propostos para que os estudantes fizessem a resolução.

Uma vez compreendida, por parte dos estudantes, esses processos de propagação de calor são possíveis que o professor apresente as equações associadas a calorimetria, sendo necessário a apresentação de alguns conceitos prévios, como a definição do valor de uma caloria, a formalização do conceito de calor específico e o calor sensível e latente, como demonstrado nas figuras 25, 26, 27 e 28 abaixo. Só então é possível que o professor apresente as equações associadas a calorimetria.

Definição de caloria



Por definição, 1 caloria (1 cal) é a quantidade de calor necessária para provocar a variação de temperatura de 1 °C em 1 g de água.

Betuel

Figura 24: fonte autoral

Calor específico Capacidade térmica

O **calor específico (c)** representa uma proporcionalidade entre a energia recebida por uma amostra de 1 g de uma substância e a variação de temperatura sofrida.

A **capacidade térmica(C)** também representa uma proporcionalidade entre o calor e a variação de temperatura, mas é uma propriedade do corpo, considerando sua massa e da composição do corpo.

Betuel

Figura 25: Fonte autoral



Calor Sensível Calor Latente

Quando um corpo recebe calor, sua temperatura aumenta, e quando o corpo perde calor, sua temperatura diminui. É possível relacionar a **variação de temperatura** com o calor transferido, dependendo das propriedades do corpo. A equação que descreve esse fenômeno é:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Ao calor trocado que gera **mudança de estado físico** em vez de mudança de temperatura dá-se o nome de **calor latente**.

BetUel

Figura 26: Fonte autoral



Fluxo de calor

O **fluxo de calor** é definido como o calor que atravessa um corpo em determinado intervalo de tempo, de maneira que:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta T}$$

Com unidades do Sistema Internacional, a unidade do fluxo se torna J/s = W (watt).

Uma aplicação do fluxo de calor é a situação em que um corpo **conduz calor entre dois pontos com temperaturas bem definidas**, por exemplo uma parede que separa o interior de um prédio, refrigerado a 22°C, do exterior, que se encontra a 36°C. O fluxo de calor ao longo de um corpo conduzindo calor pode ser escrito como:

$$\phi = k \cdot A \cdot \frac{T_2 - T_1}{L}$$

BetUel

Figura 27: Fonte autoral

Com a apresentação desses conceitos associados a propagação de calor, principalmente com a apresentação das equações, mostrando aos estudantes o que representa cada símbolo da equação, e demonstrando a aplicação cotidiana destes tópicos discutidos. A aplicação dos conceitos de forma cotidiana, para que o estudante não entenda simplesmente como algo abstrato, é importante também que o estudante perceba que o estudo dos conceitos de ciências, no presente caso de física mais específica, é necessário para que exista a percepção da necessidade de

compreensão completa dos conceitos apresentados e da possibilidade de aprofundamento destes e de outros conceitos.

O último fenômeno a ser apresentado à turma em questão foi o de dilatação térmica, tanto de sólidos quanto de líquidos, sendo possível que durante sua fala o professor mostre paralelos com a primeira simulação apresentada aos estudantes, onde à medida que as moléculas se agitavam mais elas se afastavam uma das outras, criando espaços vazios e fazendo com que a amostra ocupasse um espaço maior.

Quando foi tratado sobre a dilatação dos sólidos foi apresentado, mais uma vez pelo uso de slides conforme as figuras 29, 30, 31 e 32 a seguir, a diferenciação entre a dilatação linear, superficial e volumétrica. Diferente dos tópicos anteriores nestes novos conceitos o fenômeno já foi apresentado aos estudantes em paralelo com a apresentação do formalismo matemático.

The slide is titled "Introdução" and features the logo of "COLÉGIO Diocesano BELLO JARDIM - PE" in the top left corner. The main text explains that temperature is related to the degree of molecular agitation and that this concept can be extrapolated to molecular aggregation. It states that when molecules are less agitated, they tend to stay closer together. The slide also mentions that thermal expansion is about molecular aggregation without worrying about changes in physical state. At the bottom, there are two side-by-side screenshots of a simulation interface showing a container with particles and a control panel. The "Betuel" logo is in the bottom right corner.

COLÉGIO Diocesano
BELLO JARDIM - PE

Introdução

Uma vez que a temperatura é dada pelo grau de agitação das moléculas de um corpo, então podemos extrapolar esta definição para o grau de agregação das moléculas de um corpo.

Quando menos agitadas as moléculas de um corpo estão, mais próximas elas tendem a ficar.

Quando falamos na dilatação térmica, estamos pensando na mudança de agregação molecular, sem preocupação (ainda) com mudanças de estado físico.

Betuel

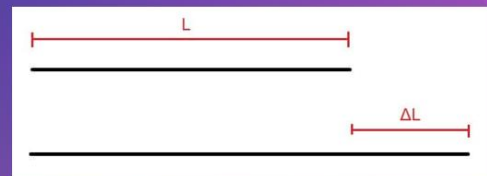
Figura 28: Fonte autoral

Dilatação Linear

Quando um corpo UNIDIMENSIONAL sofre variação de temperatura seu comprimento tende a variar.

Esta variação do comprimento é obtida pela expressão:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

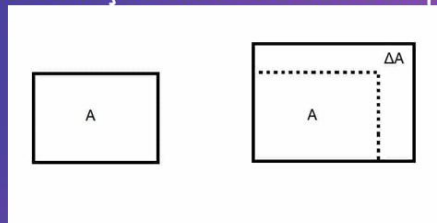


Betuel

Figura 29: Fonte autoral

Dilatação Superficial

Acontece quando somente uma dimensão do corpo pode ser desprezada, fazendo com que o corpo sofra uma variação tanto no seu comprimento quanto na sua largura.



A variação na área do corpo é obtida pela expressão:

$$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

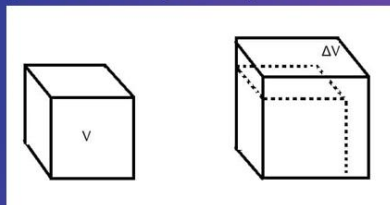
Onde $\beta = 2 \cdot \alpha$

Betuel

Figura 30: Fonte autoral

Dilatação Volumétrica

Ocorre quando nenhuma dimensão do corpo pode ser desprezada, logo o volume do corpo é que varia, esta variação é obtida pela expressão:



$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

Onde de forma análoga ao coeficiente de dilatação superficial: $\gamma = 3 \cdot \alpha$

Betuel

Figura 31: Fonte autoral

Durante a fala, que apresentava os conceitos, foi possível ao professor apresentar aplicações cotidianas da dilatação de sólidos, mostrando no ambiente da sala de aula as juntas de dilatação do piso cerâmico por exemplo, possibilitando ao estudante perceber que os conceitos em questão não são apenas abstratos.

Já na apresentação das equações que quantificam o fenômeno e preveem seu comportamento em questão é importante que o professor tenha um cuidado especial na discussão sobre o que é o coeficiente de dilatação, para além da apresentação de cada item da equação, uma sendo apresentado como uma característica de cada tipo de material, possibilitando inclusive ao professor discutir que corpos de materiais diferentes sofrem dilatações diferentes mesmo quando submetidos a mesma variação de temperatura.

Tendo em vista a existência de estudantes que apresentam maior interesse nas disciplinas de ciências da natureza e nos processos matemáticos é possível que o professor apresente durante a aula a justificativa do fato do coeficiente de dilatação superficial como sendo o dobro do coeficiente de dilatação linear, pode não ser interessante para uma turma regular de segunda série do Ensino Médio que esta descrição matemática seja cobrada durante os processos de avaliação, sendo necessário a apresentação apenas como curiosidade aos estudantes.

Foi possível também observar que dentre esses conceitos introdutórios da terminologia os de dilatação térmica de sólidos são os que apresentam maior

recorrência de questões cobradas nas avaliações externas, como o ENEM e os vestibulares. Este tipo de observação provoca nos estudantes que não pretendem seguir carreira acadêmica nas áreas de ciências da natureza apresentarem um interesse maior na compreensão do conteúdo, mesmo que com a finalidade apenas de obter êxito na resolução dessas questões.

Já quando se trata da dilatação térmica de líquidos o professor pode começar demonstrando ao estudante que não se faz necessário pensar na dilatação como sendo dependente da quantidade de dimensões relevantes, quando tratasse da deste tipo de dilatação fala-se apenas na dilatação volumétrica. Também tornasse importante que o professor demonstre ao estudante que se o líquido estiver contido em um recipiente é possível que a dilatação do recipiente também seja relevante nos exercícios propostos, como apresentado na figura 32.

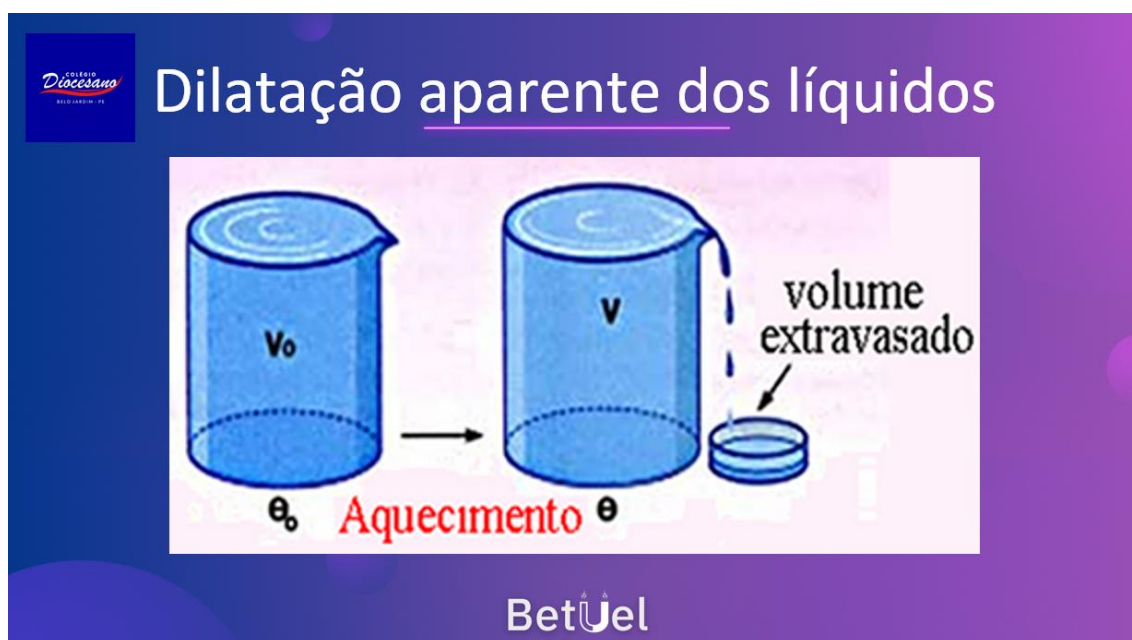
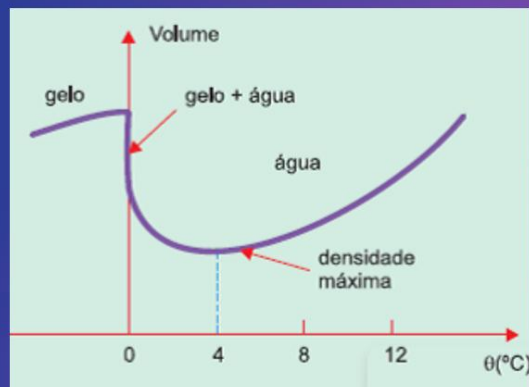


Figura 32: Fonte autoral

Neste caso a discussão matemática da dilatação de líquidos não distingue da dilatação de sólidos, a menos até o momento que o estudante é apresentado a dilatação da água, que apresenta uma anomalia entre 0 °C e 4 °C, sendo necessário que o professor apresente essa anomalia, conforme a figura 34 abaixo.

Dilatação anômala da água



BetUel

Figura 33: Fonte autoral

Para facilitar a compreensão destes conceitos é possível que o professor fale sobre o fato do congelamento da água acontecer com a formação de uma camada de gelo na parte superior da amostra da água, uma vez que já foi apresentado a propagação de calor por convecção, então a medida que a água diminui sua temperatura, sua densidade aumenta pela redução do volume e parte da amostra com menor temperatura tem a tendência natural de ficar na superfície da amostra, passando para o estado sólido primeiro. Este fenômeno também pode ser ilustrado com o fato de em lagos as camadas superiores ficarem no estado sólido, enquanto a água permanece líquida abaixo da camada de gelo, possibilitando assim a manutenção da vida aquática naquele ambiente.

Sempre que possível é importante que o professor apresente a relação dos conceitos apresentados e das equações que explicam esses conceitos com situações cotidianas, diminuindo o distanciamento entre o estudo da física e o dia a dia do estudante, possibilitando então o maior interesse principalmente por parte dos estudantes que não apresentam dificuldade nos processos de aprendizagem destes conceitos.

É necessário que a apresentação desses conceitos introdutórios dos ramos da física, como o movimento uniforme para a mecânica ou os princípios de propagação da luz para a óptica geométrica seja feita de forma que a compreensão deles seja a mais completa possível. Esta preocupação na apresentação detalhada dos conceitos

introdutórios é necessária para que a compreensão dos conceitos mais elaborados não seja comprometida, ou dificultada, pela falta de compreensão desses conceitos.

5.4. Mapas conceituais

Observando a necessidade de avaliação continuada por parte do professor para perceber o quanto os conceitos apresentados são absorvidos pelos estudantes nesta UEPS, foi utilizado a construção de mapas conceituais ou mentais, sendo escolhido de acordo com os critérios dos estudantes, podendo eles realizarem um outro modelo. Inicialmente, esses mapas foram construídos individualmente de acordo com a apresentação de cada novo conceito, onde os estudantes eram instruídos a incluir o novo conceito apresentado. Ao final da apresentação desses conceitos, os estudantes foram instruídos a se reunirem em duplas ou trios, para que fosse construído de forma colaborativa um mapa unificado entre eles.

Para analisar se os conceitos foram compreendidos, foi observado se todos as definições formais foram apresentadas de maneira coerente e se todos os conceitos debatidos anteriormente foram inclusos nos mapas, além da necessidade de ligação entre eles foi feita de forma assertiva. Para análise deste trabalho, os mapas analisados foram os feitos coletivamente pelos trios de estudantes, uma vez que pequenos equívocos dos estudantes podem ter sido solucionados pelos seus pares. Por fim, foi solicitado que a elaboração deste mapa fosse feita sem material externo de consulta, como acesso à internet, livros texto ou demais anotações feitas, apenas os mapas construídos de forma individualizada e o diálogo entre os estudantes.

Como exemplo de mapa onde os fatores descritos anteriormente foi o elaborado por Marina Sanguineto, Rosenildo Santos e José Jaime, no qual foi possível observar que, como tema central, os estudantes adotaram de forma genérica o termo Física, não necessariamente apresentando ligação entre os conceitos. Porém, quando descritos de forma coerente, é necessário apenas o ajuste na notação das escalas Kelvin (que não usa graus Kelvin, °K) e Fahrenheit (que utiliza o grau Fahrenheit, °F) e o grupo inverteu esta notação.

*** Temperatura**

↳ Grau de agitação das partículas de um corpo ou sistema.

↳ Medidas termométricas:

Kelvin: $0^{\circ}K$ indica o zero absoluto e onde não há agitação molecular.

Celsius: $0^{\circ}C$ indica temperatura de congelamento do gelo e $100^{\circ}C$ a vaporização da água.

Fahrenheit: $32^{\circ}F$ indica o ponto de fusão da água e $212^{\circ}F$ a vaporização.

↳ Escalas escalares não equivalentes, sendo possível equiparar os seus valores por meio da proporção e transformação.

Dilatação linear: uma dimensão se alonga e expande;

Dilatação superficial: Duas dimensões se alongam, resultando um aumento de área;

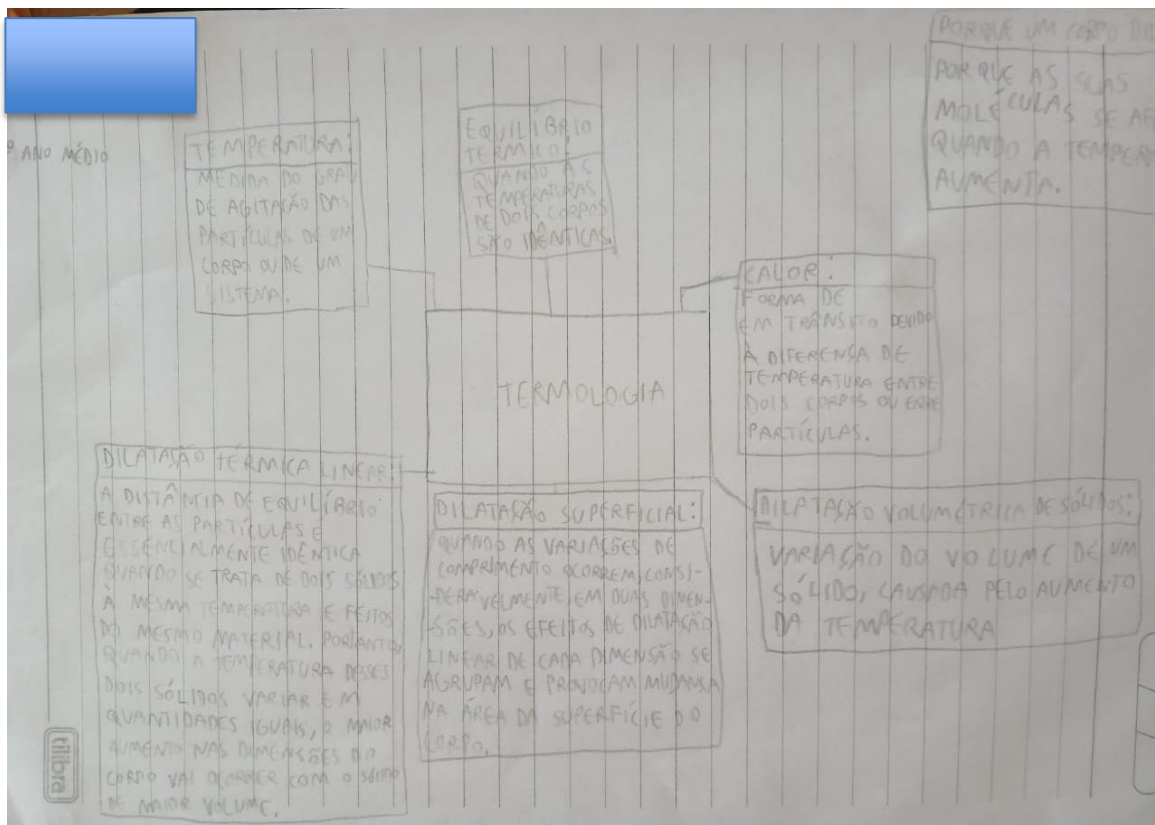
Dilatação volumétrica: as três dimensões de um corpo se expandem, ou seja, ocorre um aumento de volume.

física

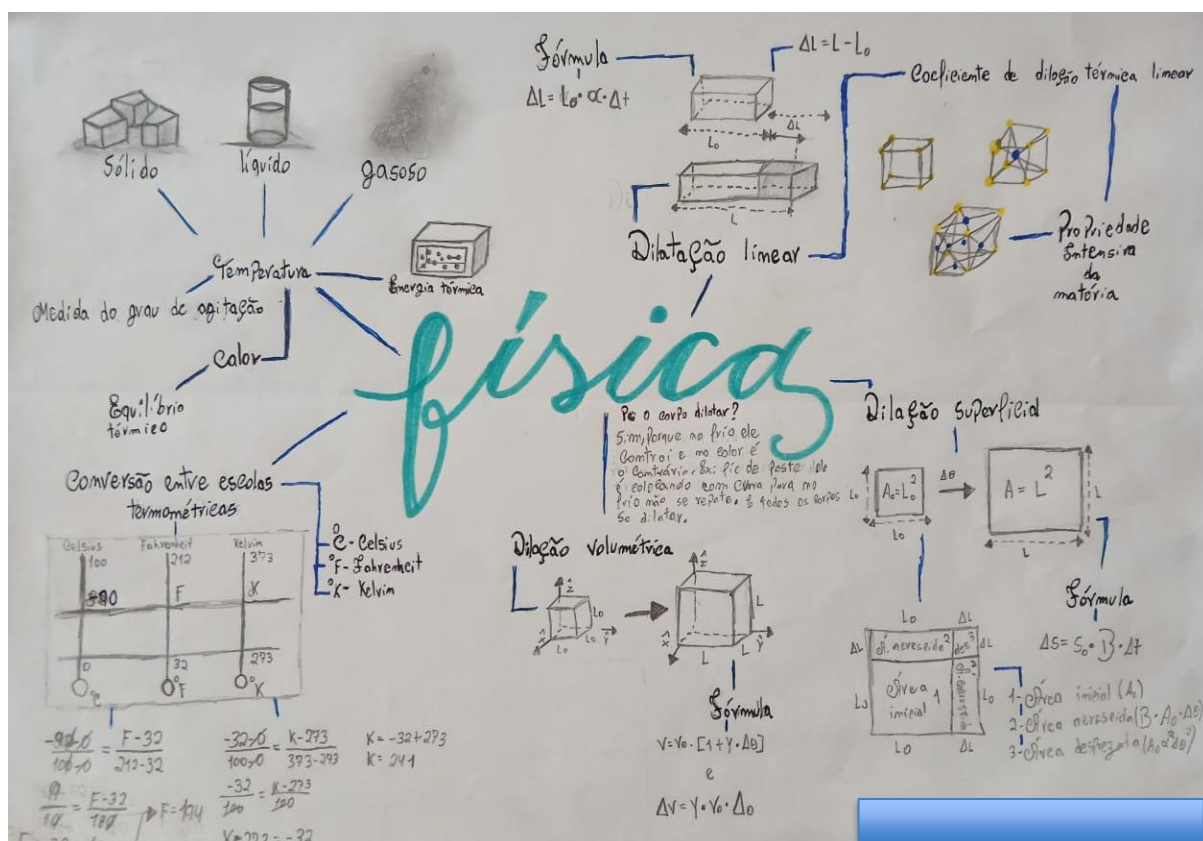
↳ **Porque um corpo dilata?**

Porque dentro de um sistema aberto ou fechado, a incidência de energia térmica, seja por radiação ou calor entre dois ou mais corpos. Nesse contexto, a dilatação ocorre pelo aumento da agitação molecular, ou seja, suas partículas tendem a se afastar e sua dimensão aumenta.

É possível utilizar como exemplo o mapa construído por Jesemiel e Lúcia Bezerra, que a partir do termo Termologia, no qual eles derivaram os conceitos, sem necessariamente apresentar termos conectivos conseguiram descrever bem os conceitos se se propuseram a apresentar, inclusive descrevendo de forma sintetizada os conceitos.



Por outro lado, observando o mapa elaborado por Patrícia Silva e Adner, apesar de apresentar ilustrações que facilitam a compreensão do que está sendo descrito, é visível que a conversão entre as escalas termométricas como sendo algo independente do conceito de temperatura, bem como a dilatação linear, superficial e volumétrica de sólidos, como sendo conceitos independentes.



Por meio deste instrumento, é possível concluir que alguns níveis diferentes de compreensão dos temas discutidos foram apresentados pelos estudantes, sendo possível observar, de acordo com o que é proposto nos processos avaliativos das UEPS que demonstram a importância de um processo avaliativo contínuo durante a apresentação dos conceitos, sendo possível para o professor identificar se é possível avançar mais nas suas apresentações ou precisa retomar algum tema antes de apresentar outros conceitos.

Não sendo discutido neste momento a compreensão dos procedimentos matemáticos que descrevem esses conceitos. Para poucos estudantes, foi observado que são necessários apenas pequenos ajustes para compreensão completa dos conceitos, para outros apesar de compreender os conceitos eles não fazem relação

entre esses, por exemplo, como se a variação de temperatura provocasse fenômenos distintos em corpos de uma, duas ou três dimensões relevantes.

Alguns dos mapas apresentados anteriormente, além de outros não apresentados neste trabalho, foram analisados no decorrer da aplicação dele. Porém, a aplicação dessas equações e procedimentos necessários para descrição matemática dos fenômenos não foram analisadas nesta etapa do processo de ensino.

5.5. Avaliação escrita

Sendo necessário a avaliação individualizada dos estudantes, há a necessidade de preparação para avaliações externas do ambiente escolar e a percepção da condição do estudante de descrever os fenômenos estudados a partir de procedimentos matemáticos. Por isso, foi aplicado à turma participante desta UEPS uma avaliação escrita composta de 10 questões de múltipla escolha, na qual foi apresentada no apêndice 2 desta dissertação, sendo esses exercícios retirados de vestibulares ou adaptadas para nivelar essas questões entre as avaliações externas e as discussões feitas durante os momentos de exposição dos conteúdos.

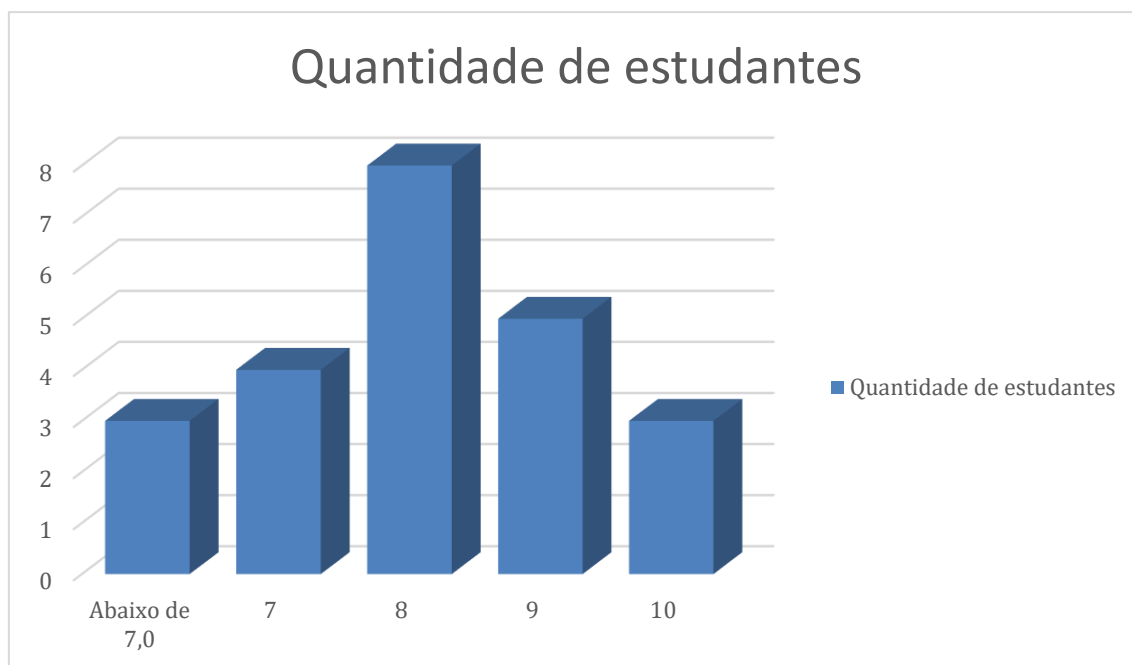
Neste objeto de avaliação em 7 questões, foi necessário que o estudante fizesse uso de processos matemáticos para estudantes que preferissem não utilizar as equações apresentadas em aula, mas ficassem mais confortáveis em utilizar outras formas de resolução foi solicitado que o estudante descrevesse a partir de outros processos matemáticos ou dissertassem sobre a razão que escolheram as alternativas assinaladas e não outras opções. Nas outras 3 questões, por não precisar de descrição matemática para sua resolução, os estudantes estavam livres para assinalar uma opção sem necessidade de apresentar justificativa.

No método avaliativo descrito, 4 questões abordam medição de temperatura em diferentes escalas termométricas e as transformações entre elas, sendo que em uma dessas questões os estudantes deveriam fazer a leitura de um termômetro, associando a altura da coluna de mercúrio dele com a temperatura a ser medida e outra utilizando uma escala arbitrária diferente das três apresentadas anteriormente. Além disso, outras 4 questões abordam fenômenos associados a dilatação térmica de sólidos, sendo uma dessas apresentando uma lâmina bimetálica onde o estudante

precisa ter compreendido bem a ideia do comportamento diferente para materiais de diferentes coeficientes de dilatação, mesmo que não seja necessário processos matemáticos. As outras duas questões restantes abordavam os processos de propagação de calor, sem necessariamente fazer uso de equações, de forma proposital essas duas questões apresentavam resolução complementares, tendo por finalidade perceber possíveis resoluções feitas arriscando alternativas aleatórias.

Como resultado das notas nesta etapa de avaliação, foi analisado que dentre os 23 estudantes que participaram da atividade inicial desta UEPS, apenas 3 não atingiram os 70% de acertos. Dentre esses que não atingiram a meta, apenas um estudante atingiu uma quantidade de acertos menos que 5 questões, na qual é a nota mínima atribuída pela escola para serem considerados aprovados, assim, sendo um resultado satisfatório para uma turma regular de segunda série do Ensino Médio com múltiplos interesses e necessidades de compreensão dos conceitos de física, conforme detalhado no gráfico 2 abaixo que descreve a distribuição da quantidade estudantes (eixo vertical) em cada intervalo de nota possível (eixo horizontal).

Gráfico 1:



Fonte: autoria própria.

Dentre os 4 estudantes que afirmaram não terem sido apresentados anteriormente aos conceitos trabalhados, apenas 1 atingiu nota abaixo de 7,0 na avaliação escrita. Por outro lado, este mesmo estudante fez parte de um trio que

construiu um mapa conceitual com todos os dados necessário, porém, como a análise é individualizada, este estudante deve ser avaliado por outro método, não apenas a prova escrita. Quanto aos estudantes que afirmaram ter sido apresentados aos conceitos anteriormente, a maior quantidade de erros nas questões da avaliação escrita apareceram nas abordagens de dilatação térmica, sendo que esse tema não é apresentado no Ensino Fundamental, o que mostra que para alguns estudantes é necessário que os mesmos temas sejam abordados por mais de um método para que a compreensão seja completa.

Quanto às questões de medição de temperatura, aproximadamente 85% dos erros apareceram na questão que era necessário fazer a leitura de um termômetro e interpretar a temperatura aferida por ele, relacionando a altura da coluna de mercúrio com a temperatura. A partir desta situação, é possível perceber que quando os processos matemáticos se limitam a substituir valores numéricos em equações. Assim, a partir desses valores deve-se realizar operações até encontrar o dado necessitado os estudantes conseguem realizar, porém quando este processo envolve um nível de interpretação um pouco maior surgem as dificuldades encontradas.

Quando perguntados sobre os fenômenos associados à dilatação térmica, os estudantes conseguiam responder as questões que envolviam processos matemáticos simples, apesar do uso de notação científica nos coeficientes de dilatação, boa parte dos estudantes também lembravam de considerar que o coeficiente de dilatação volumétrica é o triplo do coeficiente de dilatação linear. Por outro lado, aproximadamente 70% dos estudantes erraram a questão que usava uma lâmina bimetálica para interpretar seu comportamento quando sofria uma variação de temperatura. Para este caso, é possível concluir que, por mais de uma vez, o conhecimento dos conceitos, apresentados nos mapas elaborados anteriormente, e a interpretação da aplicação cotidiana desses conceitos não estão ligados entre si.

Sobre a interpretação dos processos de propagação de calor, apenas dois estudantes acertaram uma questão e erraram a outra, vinte estudantes acertaram as duas questões e dois erraram as duas questões. Dessa forma, analisa-se que esses processos foram bem compreendidos, porém o instrumento não é suficiente para concluir se todos os tópicos a respeito da troca de calor, como o equilíbrio térmico por exemplo, foram compreendidos.

Nessa perspectiva, percebe-se que a limitação de uma avaliação a partir de uma prova escrita é visível, uma vez que é inviável para o estudante e para organização escolar provas muito extensas, que implicariam em muito tempo para serem respondidas, uma quantidade muito extensa de conteúdos abordados também poderia gerar confusão entre os conceitos, apesar de ser necessário o hábito de responder este tipo de avaliação, inclusive as mais extensas visando a necessidade de submissão às avaliações externas, o professor precisa ser consciente em relação à limitação do instrumento.

5.6. Comentários da avaliação escrita

No encontro posterior entre os estudantes e o professor, a aplicação da prova escrita, último momento desta UEPS para a segunda série do Ensino Médio, as questões abordadas nela foram respondidas e comentadas pelo discente, sendo solicitado aos estudantes que ao fim descrevessem quais as principais dificuldades na resolução deste instrumento avaliativo. Para análise das dificuldades apresentadas, é necessário considerar que os estudantes responderam de forma individualizada sem uso de materiais de consulta e sem acesso a calculadoras, tendo como disponível de duas horas-aulas para responder. Além disso, os comentários foram feitos antes dos estudantes terem acesso às provas corrigidas.

Dentre as dificuldades apresentadas, é importante destacar os comentários feitos por Rosenildo Santos, estudante que teve 80% de acertos e errou apenas quando perguntado sobre o comportamento de uma lâmina bimetálica e quando foi necessário interpretar a leitura de um termômetro de mercúrio, ele afirma que “a parte mais difícil da prova foi fazer as contas, algumas ficaram muito longas e confusas.”, podendo então ser percebido que para alguns estudantes a autoconfiança pode ser um fator determinante para o êxito em avaliações escritas, uma vez que mesmo questões que o estudante apresentou como confusas foram acertadas por ele, sendo necessário apenas rever aplicações cotidianas dos conceitos teóricos estudados.

A estudante Eunice Sanguineto, por sua vez, percebe que para ela é necessário observar melhor a interpretação das questões, uma vez que descreveu como dificuldade para resolução da avaliação “quando eu consegui ver qual fórmula

usar a questão ficava fácil, por outro lado ver qual é a fórmula (a partir do texto da questão) é difícil”. Relatos como estes não são raros para estudantes da educação básica, pois é possível notar que as definições teóricas, os procedimentos matemáticos e a interpretação das situações problemas apresentados parecem coisas distintas, não parecendo existir relação lógica entre eles.

Já o estudante Daniel Laurindo destacou não encontrar dificuldades na resolução das questões ao afirmar que “não achei a prova difícil, na questão dos termômetros até consegui imaginar o mercúrio dilatando quando a temperatura aumentava e contraindo quando a temperatura diminua. O termômetro também dilata?”. É possível então perceber que quando o estudante consegue fazer relação entre os conceitos que são apresentados de forma distinta a compreensão deles se torna mais clara.

Em situação oposta, aparece o relato da estudante Maria Luiza: “até sei o assunto, estudei para prova, consegui fazer as listas, mas não consegui responder (de forma satisfatória) na hora da prova”, o que leva a compreender que avaliar estudantes por uma ferramenta única pode tornar a avaliação não condizente com a realidade de compreensão dos conteúdos abordados por parte dos estudantes. Fatores diversos no momento da resolução de uma avaliação escrita podem levar o estudante a não atingir resultados satisfatórios, bem como em outros processos avaliativos alguns estudantes podem apresentar facilidades e dificuldades diferentes.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES – TERCEIRA SÉRIE

6.1 Pré – teste

Visando a percepção, por parte dos estudantes dos conteúdos estudados no ano letivo anterior, para planejar a necessidade de releitura desses conceitos por parte do professor com ênfase na resolução de exercícios das avaliações externas ao ambiente escolar que costumam ser o foco maior de interesse em estudantes da terceira série do Ensino Médio, como o ENEM e os vestibulares. Foi necessário que os envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem percebam qual o nível de compreensão dos conteúdos que serão trabalhados e o qual a necessidade do nível de profundidade necessária na rerepresentação dos conteúdos.

Para que o estudante perceba a própria necessidade do quanto recorda dos procedimentos necessários para resolver os exercícios das referidas avaliações, foi solicitado a resolução de uma lista de exercícios, apresentada no apêndice 3, para que os estudantes executassem a resolução. Nesse primeiro momento, foi realizado sem consulta, para que a resolução fosse coerente de acordo com a real compreensão dos conceitos antes da revisão executada.

Nesta etapa da UEPS, na terceira série do Ensino Médio participaram 26 estudantes concluintes do Ensino Médio, destes estudantes 20 alegaram que o principal interesse deles para depois do Ensino Médio é iniciar um curso de Ensino Superior e os outros estudantes afirmam que irão precisar conciliar o Ensino Superior com alguma forma de fonte de renda. Ambos os grupos de estudantes irão se submeter aos processos seletivos em questão, assim sendo a necessidade de revisar os conteúdos dando ênfase na resolução de exercícios destes processos seletivos para todos os estudantes.

A lista de exercícios foi composta de 5 questões que não precisavam de procedimentos matemáticos para resolução, apenas a compreensão dos fenômenos envolvidos na UEPS descrita, sendo duas questões sobre o conceito e medição de temperatura, duas questões sobre dilatação térmica e uma sobre os processos de propagação de calor. Outras 5 questões com a mesma divisão de conceitos, sendo que para resolução dessas questões foram necessários aplicação de processos matemáticos. Quanto à distribuição dos acertos das questões em relação aos

exercícios puramente interpretativos, 17 estudantes acertaram três ou mais questões, os outros 9 estudantes tiveram uma quantidade de erro maior que a quantidade de acertos, conforme descrito no gráfico 3 abaixo. Para as questões que envolvem processos matemáticos na resolução, 20 estudantes conseguiram mais acertos que erros, enquanto 6 estudantes tiveram mais erros que acertos, conforme descrito no gráfico 4 abaixo.



Gráfico 3: fonte autoral

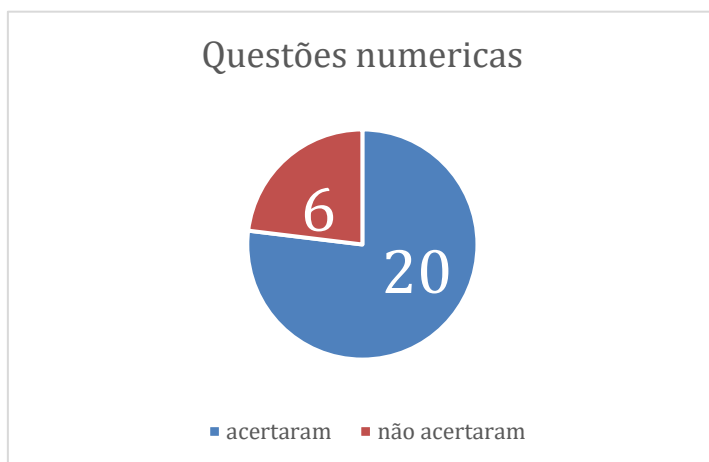


Gráfico 4: fonte autoral

É possível concluir que a memorização das fórmulas matemáticas e como elas são aplicadas é mais significativo para os estudantes do que a real compreensão dos conceitos. Como resultado dessa primeira etapa, é possível perceber que a revisão deve ser centrada na reapresentação teórica e conceitual dos conteúdos. Desse modo, a apresentação destes conceitos pode ser feita a partir da resolução dos exercícios de forma comentada pelo professor, tendo em vista que na terceira série o tempo disponível para apresentação dos conteúdos é mais limitado quando comparado com outras séries, além disso, a proposta não é de apresentar todos os conceitos que envolvem os conteúdos, e sim de fazer somente a revisão deles.

6.2. Resolução e comentário dos exercícios

Na segunda etapa desta UEPS, logo depois da resolução do pré-teste, a revisão dos conceitos foi feita intercalando entre a reapresentação dos conteúdos e a resolução, além dos comentários das questões respondidas anteriormente pelos estudantes. Admitindo que esta revisão tem como finalidade principal a resolução dos exercícios das avaliações externas, apenas lembrando os conceitos apresentados no ano letivo anterior, sem necessariamente construir aprendizagem, com isso esta revisão foi apresentada em poucas horas-aulas.

Como recurso didático visual para apresentação desses conceitos, bem como na segunda série do Ensino Médio, foi utilizado uma apresentação de slides que pode ser disponibilizada aos estudantes como material de suporte para complemento de estudos fora do ambiente escolar. Em paralelo com estes slides, nas aulas expositivas as resoluções dessas questões foram desenvolvidas na lousa da sala de aula, possibilitando a reprodução desta UEPS em qualquer ambiente de ensino e para qualquer conteúdo que seja necessário apresentar uma revisão na terceira série, sem a necessidade de grandes adaptações de forma ou de recurso.

O primeiro conteúdo a ser revisado foi a definição de temperatura e calor, bem como os processos necessários para transformação entre escalas termométricas, tendo em vista que esses conteúdos já foram apresentados aos detalhes no ano letivo anterior. Com isso, esta apresentação foi feita em uma hora-aula, com a apresentação dos slides apresentados nas figuras 33 e 34 a seguir e com a apresentação das equações necessárias. Sobre a definição de calor, não existiu ainda a necessidade de apresentação dos processos de propagação de calor nem as equações envolvidas na troca de calor, sendo estas definições apresentadas posteriormente.

Figura 34

Temperatura: é o grau de agitação das partículas que compõe um corpo, associada também à energia térmica de um corpo.

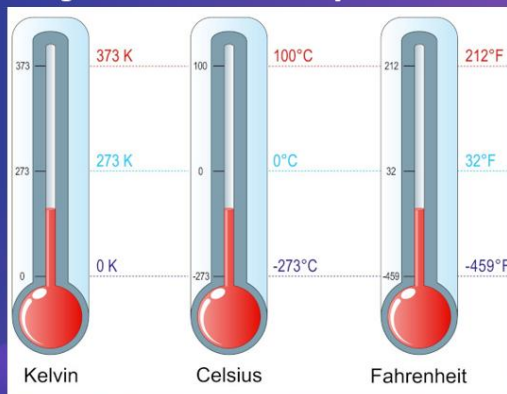
Calor: é a propagação de energia térmica entre corpos, sendo esta propagação (quando espontânea) sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.



Fonte: autoria própria

Figura 34

Conversão de escalas Variação de temperatura



Fonte: autoria própria

Com essa apresentação inicial, foi possível utilizar a próxima hora-aula disponível para responder e comentar as três primeiras questões propostas no pré-teste inicial e aprofundar de acordo com conceitos pré-existent, sendo eles estudados no ano letivo anterior ou conhecimentos do dia a dia do estudante. Para apresentar a resolução da quarta e quinta questão, ambas foram aprofundadas os

conceitos de calor que já foi revisado, mas não sendo necessário apresentar conceitos mais formais.

Logo após a apresentação desses conceitos iniciais, foi possível comentar quais os processos são utilizados para existir a propagação de calor espontânea, ainda não sendo preocupação do professor a apresentação das equações envolvidas neste processo, como demonstrada na figura 35. Apenas depois da compreensão desses processos foram apresentadas as equações e definições matemáticas necessárias, apresentadas nas figuras 36 e 37. Diferente da necessidade de apresentação de todos os conceitos iniciais já apresentados, como o conceito de caloria, por exemplo, pode existir por parte do professor que algumas definições já sejam conhecidas pelos estudantes, sendo possível então a revisão mais rápida na terceira série do que a apresentação feita na segunda série do Ensino Médio.

Figura 35

Colégio Diocesano
Belo Jardim - PE

Propagação de calor

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

O calor pode ser propagado entre corpos a partir de três processos:

- Condução:** acontece graças ao choque entre as partículas entre corpos.
- Convecção:** acontece a partir da diferença da densidade de fluidos com temperaturas diferentes.
- Irradiação:** acontece pela propagação de ondas eletromagnéticas.

BetUel

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Fonte: autoria própria

Figura 36



Calor Sensível



Quando um corpo recebe calor, sua temperatura aumenta, e quando o corpo perde calor, sua temperatura diminui. É possível relacionar a **variação de temperatura** com o calor transferido, dependendo das propriedades do corpo. A equação que descreve esse fenômeno é:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$








Fonte: autoria própria

Figura 37



Fluxo de calor



O **fluxo de calor** é definido como o calor que atravessa um corpo em determinado intervalo de tempo, de maneira que:


$$\phi = \frac{Q}{\Delta T}$$


Com unidades do Sistema Internacional, a unidade do fluxo se torna J/s = W (watt).

Uma aplicação do fluxo de calor é a situação em que um corpo **conduz calor entre dois pontos com temperaturas bem definidas**, por exemplo uma parede que separa o interior de um prédio, refrigerado a 22°C, do exterior, que se encontra a 36°C. O fluxo de calor ao longo de um corpo conduzindo calor pode ser escrito como:

$$\phi = k \cdot A \cdot \frac{T_2 - T_1}{L}$$







Fonte: autoria própria

Tendo em vista a carga maior de conteúdo que foi revisada, bem como o maior grau de sutileza nas equações quando comparadas para esta revisão, foi necessário um período de duas horas-aulas. Assim, somente depois desta explicação foi possível fazer a resolução da 6ª, 7ª e 8ª questão da lista de exercícios, sendo necessário uma observação cuidadosa na resolução da sétima questão tanto pelo rigor necessário

para interpretação textual dela quanto pelos procedimentos matemáticos necessários para resolução.

Por fim, houve a apresentação dos processos de dilatação térmica de sólidos, conforme demonstrado nas figuras 38, 39, 40 e 41 abaixo para possibilitar a resolução das duas últimas questões propostas no pré-teste. Com isso, foi possível considerar que alguns conceitos já eram conhecidos pelos estudantes, como o coeficiente de dilatação, sendo possível fazer em paralelo a revisão conceitual deste fenômeno e a apresentação das equações necessárias.

Figura 38

COLEGIO Diocesano
Belo Horizonte - PE

Introdução

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Uma vez que a temperatura é dada pelo grau de agitação das moléculas de um corpo, então podemos extrapolar esta definição para o grau de agregação das moléculas de um corpo.

Quando menos agitadas as moléculas de um corpo estão, mais próximas elas tendem a ficar.

Quando falamos na dilatação térmica, estamos pensando na mudança de agregação molecular, sem preocupação (ainda) com mudanças de estado físico.

BetUel

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

VIRTUS INVENIET

Fonte: autoria própria

Figura 39



Dilatação Linear

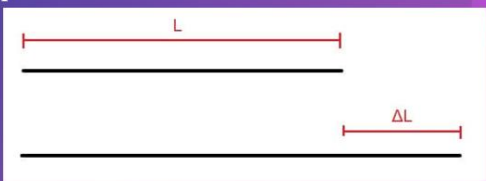
MNPEF


Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física


Quando um corpo UNIDIMENSIONAL sobre variação de temperatura seu comprimento tende a variar.


Esta variação do comprimento é obtida pela expressão:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$










SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Fonte: autoria propria

Figura 40

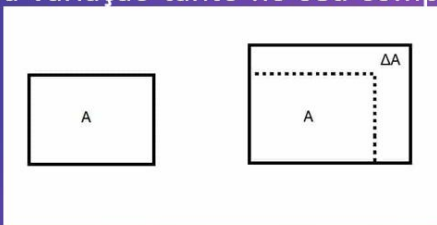


Dilatação Superficial

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física


Acontece quando somente uma dimensão do corpo pode ser desprezada, fazendo com que o corpo sofra uma variação tanto no seu comprimento quanto na sua largura.



A variação na área do corpo é obtida pela expressão:

$$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

Onde $\beta = 2 \cdot \alpha$









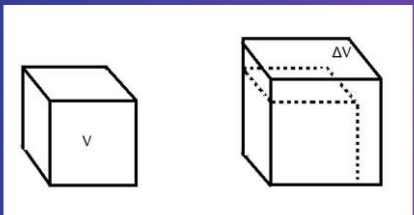
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Fonte: autoria própria



Figura 41

 **Dilatação Volumétrica**  Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Ocorre quando nenhuma dimensão do corpo pode ser desprezada, logo o volume do corpo é que varia, esta variação é obtida pela expressão:


$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

Onde de forma análoga ao coeficiente de dilatação superficial: $\gamma = 3 \cdot \alpha$

  SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Fonte: autoria própria

Como a necessidade da série em questão não é de apresentar os conceitos de forma minuciosa, apenas fazer uma revisão dos conteúdos apresentados anteriormente com ênfase na resolução de problemas específicos, não foi necessário justificar matematicamente que o coeficiente de dilatação superficial é o dobro da dilatação linear, bem como o coeficiente de dilatação volumétrica é o triplo da dilatação linear. É possível também extrapolar que com a revisão feita a respeito da dilatação volumétrica de sólidos, admitindo que os estudantes já foram apresentados aos detalhes da dilatação térmica, os estudantes já terão condições de compreender os exercícios que envolvem a dilatação de líquidos, não sendo necessário prender-se a esta apresentação separada do processo de dilatação de sólidos.

A UEPS proposta, se comparada com processor normalmente utilizados na revisão de conceitos para turmas que irão se submeter a processos seletivos como o ENEM e vestibulares, demonstra-se eficiente, uma vez que possibilita inicialmente que o estudante perceba quais são os modelos de questões que vão exigir maior atenção deles, se são as questões que não envolvem processos matemáticos ou as que precisam de fórmulas para resolução. Desse modo, o tempo necessário para apresentação dos conteúdos também se torna menor, tendo em vista que as revisões

já são direcionadas a necessidade do estudante, como a resolução das questões dos processos seletivos.

6.3. Prova escrita

Observada a necessidade imposta pelos sistemas educacionais adotados na maioria das escolas privadas, inclusive na instituição onde foi aplicada esta UEPS, é proposto para a terceira série do Ensino Médio que ocorra revisão da maior parte dos conteúdos ministrados nas séries anteriores do Ensino Médio voltada à resolução das avaliações externas, além da apresentação de novos conteúdos que originalmente são propostos para a série em questão. Tendo em vista o período letivo existente até a aplicação das referidas avaliações, os processos de avaliação comumente propostos por vezes se tornam impraticáveis pela quantidade de conteúdos comparado com o tempo disponível para apresentar esses conceitos.

Percebendo também que essas avaliações externas, que se mostram como o principal interesse dos estudantes nessa série, são compostas por avaliações escritas com questões de características similares as que foram selecionadas para revisão descrita neste trabalho. O objeto avaliativo utilizado nesta UEPS não poderia ser diferente da prova escrita, no qual foi elaborada 10 questões de múltipla escolha, apresentadas nos apêndices deste trabalho, semelhantes às questões utilizadas anteriormente neste trabalho, sendo 5 delas sobre a compreensão dos conceitos e interpretação de texto, sem necessidade de procedimentos matemáticos. Já as outras 5 questões propostas foram necessárias a resolução de procedimentos matemáticos.

Entre o período apresentação dos conteúdos na revisão e a aplicação do instrumento avaliativo, existiu um hiato de tempo de três semanas, onde o professor apresentou outros conteúdos que não foram destacados nesta UEPS, evitando assim a possibilidade de resolução de forma tendenciosa pelos estudantes, uma vez que não existe sentido em apresentar avaliações logo em seguida da apresentação do conteúdo. Ao final resolução dos instrumentos avaliativos, foi solicitado por parte dos estudantes que esses apresentassem, por escrito, como e quanto a revisão dos conteúdos a partir da resposta das questões foi útil para a preparação do estudante na resolução dos processos seletivos que eles irão se submeter.

É possível perceber um avanço significativo quanto a quantidade de acertos das questões quando é feita a comparação com os acertos da lista de exercícios inicial. Enquanto no pré-teste 17 estudantes alcançaram 60% ou mais de acertos nas questões puramente conceituais, nas questões que não envolvem procedimentos matemáticos no exame avaliativo esse quantitativo cresceu para 21 estudantes. Já nas questões que precisavam de aplicação de fórmulas matemáticas, ou processos semelhantes, no pré-teste 20 estudantes haviam alcançado a quantidade de acertos considerada satisfatória, o que já pode ser considerado um número significativo de estudantes. Na prova escrita esta quantidade cresceu um pouco menos se comparado ao outro modelo de questões, com 23 estudantes acertando 3 ou mais questões.

Em relação as notas, onde a instituição escolar considera satisfatória uma nota igual ou maior a 7,0 questões, dos 26 estudantes envolvidos na aplicação da UEPS foi possível perceber este resultado em 22 estudantes, porém dois estudantes atingiram nota 6,0, resultado muito próximo da nota desejável, na qual a nota é passível de interpretação de que a revisão surtiu o efeito desejado, somente os outros dois com notas menores que 5,0.

Em relação à avaliação por parte dos estudantes em relação ao formato da revisão, baseado na resolução de exercícios, é possível destacar o comentário feito pela estudante Ayanne Sanguineto, que afirmou “me lembrou as aulas apresentadas no cursinho [pré-vestibular], para rever o que estudamos antes é interessante porque é mais rápido, se for pra estudar o assunto pela primeira vez não é bom”. Já a estudante Priscila Kedma relatou que “tenho dificuldade em física, estudo um assunto hoje amanhã parece que nunca vi, então se tivesse tempo suficiente seria mais fácil ver o assunto todo de novo, mas como não tem é o jeito fazer assim mesmo.”

A compreensão, por parte dos estudantes, em relação ao tempo disponível e ao interesse deles em relembrar a maior quantidade de conteúdos possíveis para resolução dos processos seletivos para o ingresso nas próximas etapas de sua formação acadêmica facilita o processo de revisão, tendo em vista que a participação ativa de parte significativa dos estudantes envolvidos no processo de ensino é um reflexo da participação motivada também pelas dificuldades intrínsecas ao aprendizado de física por alguns estudantes do Ensino Médio.

6.4. Comentários da prova escrita

Em virtude da maioria dos estudantes da terceira série já tem em vista algumas possibilidades de áreas que irão seguir nas carreiras acadêmicas, os docentes que vislumbram vagas em cursos que historicamente tem maiores concorrências, nos processos seletivos, mesmo que não sejam necessariamente nas áreas de ciências da natureza, precisam ter uma quantidade maior de acertos nas avaliações externas. Já outros estudantes não apresentam a mesma necessidade por apresentarem interesses em cursos que não possuem essas características, além de estudantes que se identificam com cursos nas áreas de ciências de natureza, que não apresentam este tipo de preocupação por naturalmente já perceberem quais facilidades e dificuldades apresentam nos processos necessários para a aprendizagem de física.

Visando estas necessidades individuais e a necessidade de maturidade necessária para estudantes concluintes da Educação básica, a última etapa deste trabalho para terceira série do Ensino Médio foi a resolução comentada das questões aplicadas na prova escrita, com o objetivo da realização de uma autoavaliação por parte dos alunos, para que exista a percepção de quais conteúdos eles estão seguros casos sejam cobrados nas avaliações externas, uma vez que alguns conteúdos serão necessários existir um pouco mais de dedicação para a construção de uma segurança na resolução dos exercícios, de acordo com o interesse de cada estudante.

Caso exista a comparação entre a resolução comentada da prova escrita para estudantes que estão sendo submetidos à revisão de conteúdos e para os estudantes que estão sendo apresentados pela primeira vez a um conceito, é notório perceber que a necessidade de comentários apresentados para os diferentes grupos de estudantes é diferente. Para os estudantes que estão revisitando os conceitos, os comentários podem ser feitos buscando uma análise maior dos estudantes das próprias necessidades e, assim, se a revisão foi efetiva, ou seja, foi suficiente para relembrar os conceitos que porventura caíram em desuso, a etapa da apresentação atende as necessidades individuais dos estudantes. Já a série que estudaram pela primeira vez os conteúdos, os comentários são necessários para que os envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem percebam se as etapas de apresentação

dos conceitos foram eficazes e se existiu evolução entre os conhecimentos previamente existentes e os que existem depois de todas as etapas de ensino.

Diferentemente da resolução das questões da lista de exercícios utilizada no pré-teste na resolução da prova escrita, não existiu a preocupação por parte do professor de apresentar os conteúdos, somente o passo a passo necessário para resolução de cada questão proposta na avaliação. Durante a resolução o estudante Rosiel Santos questionou se “anotando as fórmulas na capa da prova fica mais fácil de responder as questões numéricas?”, onde foi rebatido por outro estudante que apontou que “difícil é lembrar de todas as fórmulas do ENEM”. Nesse viés, essa discussão demonstra a maturidade de compreensão das necessidades dos estudantes por parte deles mesmos.

Os processos que podem ser utilizados para realizar estas revisões para turmas de estão em preparação para avaliações externas, bem como outros conteúdos que serão revisitados, devem ser planejados de acordo com a necessidade da turma e, principalmente, levando em consideração a pluralidade de interesses dos estudantes envolvidos nos processos.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como finalidade apresentar uma possibilidade de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa proposta inicialmente por Ausbel e ampliada por Moreira (2011). Foram apresentados os conceitos introdutórios de termologia e os conceitos de temperatura, calor e dilatação térmica na segunda série do Ensino Médio, bem como os procedimentos matemáticos utilizados na descrição desses conceitos. Além disso, o intuito de revisar esses mesmos tópicos na terceira série do Ensino Médio.

Ambas as séries iniciaram com um pré-teste, de acordo com a fase de formação de cada turma, com isso os temas foram apresentados segundo o que foi proposto para cada série e da necessidade de cada turma. Para a segunda série, o pré-teste teve o objetivo perceber quais os conhecimentos prévios os estudantes já possuíam a respeito dos temas que foram abordados. Na terceira série, o pré-teste foi utilizado para perceber quais os conceitos e procedimentos matemáticos os estudantes haviam esquecido do que foi estudado no ano letivo anterior. A compreensão de quanto esses conteúdos foram adquiridos pelos estudantes foram avaliados por instrumentos específicos para cada série, sendo um processo de avaliação continuada para os estudantes da segunda série, além de uma prova escrita ao final do processo de ensino. Já para terceira série, foi aplicada uma prova escrita e uma autoavaliação de todo o processo utilizado na revisão do conteúdo.

A UEPS apresentada no formato proposto tem como objetivo inicial mostrar que os processos de ensino de física para turmas regulares de Ensino Médio podem ser feitos de forma simples, com possíveis adaptações caso necessário para outros conteúdos e outras séries, sem necessidade de grandes recursos para demonstrar que a abstração necessária para compreensão dos conteúdos de forma aplicada ao cotidiano dos estudantes. Assim, é nítido para os docentes de disciplinas de ciências da natureza que a ministração desses conteúdos aos estudantes pode ser feita com a utilização de ferramentas simples, que tem como finalidade facilitar os processos de ensino, sem necessariamente precisar de grandes recursos, sendo possível existir a adaptação desses recursos para os processos necessários.

Por se tratar de um estudo de caso, a adaptação dos recursos utilizados na UEPS proposta neste trabalho é possível e viável, mas a replica dele em outros contextos pode não ser aplicável, visto que a utilização de recursos como uso de internet para apresentação das simulações propostas na segunda série pode não ser factível, bem como a compreensão necessária dos estudantes da terceira série para fazer a revisão da forma como foi apresentada pode não ser efetiva, sendo necessário apresentar os conceitos fundamentais.

Para a adaptação da UEPS em outros contextos, ou para outros conteúdos, é possível apresentar os recursos dos simuladores com experimentos de baixo custo, como para apresentação da transformação de energia mecânica na primeira série do Ensino Médio, no qual o professor pode utilizar carrinhos de brinquedo que transformam energia potencial elástica em energia cinética para utilização de polias fixas e moveis.

Se fosse possível comparar o aproveitamento das turmas apresentadas neste trabalho com a apresentação de outros conceitos com outras ferramentas de ensino não descritas neste trabalho, é notório que a utilização de simulações para compreender a ideia da absorção da energia térmica a partir da energia mecânica, ou a agitação molecular como sendo a temperatura, os espaços vazios que crescem com o aumento de temperatura foram melhores compreendidos do que quando havia simplesmente a descrição dos fenômenos com a tentativa de memorização dos estudantes, sem necessariamente a visualização do que estava sendo descrito.

Para outros conteúdos que serão ministrados, seja na apresentação ou revisão dos conceitos, a aplicação de adaptações da UEPS proposta neste trabalho serão utilizados, tendo em vista o êxito observado na aplicação nas turmas que fizeram parte deste trabalho.

Referências Bibliográficas

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

FEITOSA, SAMUEL DOS SANTOS. *Tópicos de física quântica em versos de cordel e arte dos quadrinhos, ensinando à luz de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*. Juazeiro do Norte: Universidade Regional do Cariri, 2019.

FERREIRA, RAFAELLA CRUZ. *Unidade de Ensino Potencialmente Significativo para o estudo da luz na identificação de elementos químicos*. 2019. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/565225>. Acesso em: 22 ago. 2025.

FREIRE, PAULO. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 1974.

HEWITT, PAUL G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 743 p. ISBN 9788577808908.

MARINHO, LUCAS LINHARES; ADÃO NETO, MINOS MARTINS. Uma abordagem do sistema caótico por meio de circuitos elétricos no Ensino Médio usando simulação computacional. *Revista do Professor de Física*, v. 3, n. especial, p. 87–88, 2019. DOI: 10.26512/rpf.v3iEspecial.25895. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25895>. Acesso em: 22 ago. 2025.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB, 2012.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. *Aprendizagem significativa no ensino superior: teorias e estratégias facilitadoras.* Curitiba: PUCPR, 2012.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 7, n. 2, p. 23–30, 2008.

MOURA, WLADEMIR CARDOSO. *Propostas de ensino de Física em óptica geométrica usando uma simulação do PHET e óptica física através de experimentos.* 2016. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2016.

PAIVA, MARTINHO ELIAS ROCHA. *Temperatura, calor e suas incompreensões conceituais: uma abordagem problematizadora.* 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

SILVA, J.; SOUZA, J. O ensino de Física em Botucatu. *Revista Botucatuense de Ensino de Física*, v. 97, n. 4, p. 1103–1125, 2010.

SOUSA, JEAN CARLOS MATOS DE. *Parodiando a física: uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com uso da musicalidade para o ensino de temperatura e calor na Educação Básica.* Belém: Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, 2020.

**Apêndice 1 – Produto educacional: Unidade de Ensino
Potencialmente Significativa**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 46**

Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para
apresentação de conceitos básicos de termodinâmica

**AUTORES: ROSENILDO BETUEL SANGUINETO DA SILVA SANTOS, HEYDSON
HENRIQUE BRITO DA SILVA**

Caruaru - PE

2025

Rosenildo Betuel Sanguineto da Silva Santos

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS INTRODUTÓRIOS DE TERMODINÂMICA POR MEIO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 46 – UFPE / CAA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O produto educacional consiste em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa baseada na teoria proposta por Ausbel e complementada por Moreira, a qual foi aplicada na segunda série e na terceira série do Ensino Médio. A UEPS proposta tem por objetivo apresentar os conceitos introdutórios de termologia, como a definição de temperatura, as escalas termométricas, os processos de propagação de calor e a dilatação térmica de sólidos. A apresentação desses conceitos foi introduzida com o uso de simulações virtuais visando diminuir a dificuldade de abstração que normalmente é apresentada pelos estudantes da educação básica. As etapas utilizadas na UEPS podem ser adaptadas para outros conceitos ou em outras etapas da educação básica de acordo com as necessidades identificadas pelo professor no processo de ensino

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Introdução

O ensino de ciências naturais na educação básica pode ser visto a partir de uma série de abordagens, com características próprias de cada fase da formação do estudante. Podemos dividir a apresentação das ciências em três marcos principais. Nas séries finais do Ensino Fundamental, nas duas primeiras séries do Ensino Médio e na terceira série do Ensino Médio, que representa a última série do processo escolar do estudante.

Nas séries finais do Ensino Fundamental, por exemplo, as disciplinas de física, química e biologia. Quando são divididas da disciplina de ciências os estudantes, são ensinados como tópicos independentes, de maneira introdutória e sem muito formalismo matemático.

Por outro lado, uma vez que os conceitos já foram introduzidos nos períodos anteriores, nas duas primeiras séries do Ensino Médio o rigor matemático, adaptado para esta fase do processo educacional, é essencial. Os conceitos já são apresentados de forma a ser possível de se relacionar um pouco mais uns com os outros. Para além deste padrão, ainda existe uma realidade nas últimas décadas que é a antecipação de conceitos, quando possível, que normalmente só eram apresentados na terceira série do Ensino Médio para as duas primeiras. Esta realidade é principalmente observada em escolas particulares, infelizmente esta disparidade ocorre por conta da diferença de carga horária disponibilizada para cada disciplina.

Já a na terceira série do Ensino Médio existe uma particularidade, seguida por quase uma totalidade das escolas particulares, que é a preocupação com a aprovação em provas externas, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), vestibulares e afins, seja esta preocupação motivada pela necessidade de auxiliar o estudante em seu projeto de vida ou simplesmente para possibilitar a propaganda da escola com percentuais altos de aprovações neste tipo de seleção. Por existir este tipo de preocupação os professores costumam usar boa parte de seu tempo com revisões de conteúdos que tenham maiores recorrências neste tipo de avaliação, assim sendo os professores da terceira série do Ensino Médio costumam acreditar que o estudante já conhece o conteúdo trabalhado em aula e deve apenas revisar estes conceitos.

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta neste trabalho tem como objetivo principal mostrar uma possibilidade de apresentação de conceitos introdutórios à termodinâmica, para a segunda e terceira série do Ensino

Médio, onde normalmente tais conceitos são ensinados na segunda série e revisados na terceira.

Propomos que na primeira vez que o conceito seja apresentado ele seja observado inicialmente de forma teórica, mesmo que o estudante já tenha visto neste formado nas séries finais do Ensino Fundamental. Pretendemos usar simulações computacionais, a fim de auxiliar o estudante a visualizar, por exemplo, o que acontece a nível molecular, ou não, com as trocas de calor apresentadas. Apenas depois desta apresentação teórica é que o formalismo matemático deve ser apresentado aos estudantes, facilitando assim a relação entre os conceitos vistos e suas equações descritivas.

Já na revisão proposta para a terceira série é apresentada a possibilidade desta revisão ser feita a partir de soluções de exercícios de provas externas aplicadas em anos anteriores. O diferencial proposto por esta UEPS é que esta resolução não se limite apesar na apresentação do passo a passo pelo professor com a cópia desta resolução pelo estudante, mas que esta apresentação seja feita em paralelo com aulas expositivas que possibilita que os estudantes relembrem os conceitos apreendidos anteriormente e perceba como estes conteúdos são abordados nestas avaliações que eles serão submetidos.

Referencial teórico

Admitindo que a construção de conhecimento para estudantes de Ensino Médio é algo que deve ser proporcionado de forma contínua e de forma a proporcionar o interesse do estudante em buscar esta construção um desafio dos docentes deve ser o de despertar de forma individualizada no estudante o interesse de assistir a ministração do conteúdo trabalhado, não somente pela obrigação legal ou pelo receio de possíveis reforços negativos no processo acadêmico, como dito por Moreira (2013) em Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas:

“Por exemplo, para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na

medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica mas também ao da Termodinâmica.” (MOREIRA, 2013, p. 07)

É possível então notar que a construção de um processo de ensino precisa levar em consideração não somente a exigência legal de que determinado conteúdo seja trabalhado, mas também a necessidade do estudante de compreender aqueles conceitos, estas necessidades passam por diferentes motivadores, interesses particulares de cada estudante e pontos de partidas individualizados. Moreira atribui ao estudante um papel fundamental neste processo, uma vez que ele é o principal interessado que o processo tenha potencial de ser significativo à ele.

“É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. Naturalmente, no ensino o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, veiculados pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, mas isso normalmente depende de um intercâmbio, de uma “negociação”, de significados, que pode ser bastante demorada” (MOREIRA, 2013, p. 09)

Ainda é importante frisar a separação de processos que são potencialmente significativos dos processos de aprendizagem puramente mecanicistas, conforme apresentado por Lemos (2006) em A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação:

“O conhecimento, quando produto de aprendizagem mecânica, por ter restrita a sua capacidade de utilização em novas situações, não garante autonomia intelectual para a ação do indivíduo. A aprendizagem significativa, ao contrário, favorece a construção de respostas para problemas nunca vivenciados e “leva tanto à capacitação humana quanto ao compromisso promisso e à promisso responsabilidade” responsabilidade (NOVAK, 2000). Entretanto, não é qualquer conhecimento que se deseja aprendido e, partindo da premissa que os grupos sociais ganham identidade, quando os seus sujeitos compartilham conhecimentos, crenças e valores, a educação formal ganha importância como instância responsável pela seleção e o favorecimento da aprendizagem significativa desses conhecimentos.” (Lemos, 2006, p. 05)

Não se descarta então a relevância dos processos mecânicos, porém observa-se a superioridade de processos potencialmente significativos.

Porém, para que o processo realmente seja potencialmente significativo, é necessário que o professor estabeleça algumas condições, desde o planejamento antes da aplicação do produto planejado até o processo de avaliação dos conceitos trabalhados no ambiente escolar, analisando assim se seus objetivos foram atingidos, processos esses descritos na metodologia abaixo.

Metodologia – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

A seguinte unidade será dividida em 6 momentos para os estudantes da segunda série do Ensino Médio, sendo os primeiros entre os meses de fevereiro e março, no primeiro bimestre letivo, já o sexto momento irá ser realizado no mês de junho, no final do primeiro semestre letivo.

Momento 1

Apresentação dos conceitos introdutórios através das simulações:

- Gases: introdução;
- Estados da matéria: básico
- Estados da matéria

Todos disponíveis na plataforma:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=heat-and-thermodynamics&type=html (acessado em 11 de setembro de 2024)

Manipulação a fim de apresentar os conceitos de temperatura, calor e estado físico da matéria.

Objetivos específicos:

- Demonstrar visualmente a agitação molecular, definida como sendo a temperatura de um corpo.
- Apresentar o que acontece, a nível molecular, quando um corpo absorve energia térmica.
- Demonstrar como as moléculas se agregam e como acontece a dilatação térmica entre os estados físicos da matéria.

Tempo didático para este momento: 1 hora/aula.

Recursos didáticos:

- Projetor de imagens
- Acesso à internet

Descrição do momento 1:

Antes da apresentação da simulação o professor deve pedir para que os estudantes descrevam, por escrito, como eles definiria o que é TEMPERATURA, CALOR e ESTADO DE AGREGAÇÃO MOLECULAR. Nesta descrição não se faz necessário que o professor se preocupe com a apresentação formal dos conceitos, apenas que seja possível observar se o estudante já tem algum conhecimento prévio dos assuntos abordados, uma vez que possivelmente esses conceitos já foram estudados anteriormente no Ensino Fundamental.

Posteriormente o professor deve apresentar a simulação, sem antes apresentar os conceitos que serão apresentados. Durante a apresentação o professor pode levantar questionamentos pertinentes ao que está sendo demonstrado, a fim de observar se os estudantes conseguem “chegar aos conceitos” que serão definidos pelo professor.

Pode ser solicitado que o estudante faça uma descrição, por escrito, do que foi visualizado na simulação, para que depois da apresentação formal dos conceitos o estudante observe se as observações empíricas dele convergem para o que foi ministrado pelo professor.

Uma outra possibilidade é que esta descrição seja feita de forma dialogada entre os estudantes, com o professor mediando este diálogo, neste caso o professor deve tomar nota dos comentários feitos para que sejam criadas memórias da evolução do estudante durante o processo.

Momento 2

Apresentação das escalas termométricas e suas respectivas transformações; dilatação térmica de sólidos e suas respectivas equações; calorimetria e equilíbrio térmico.

Objetivos específicos:

- Formalizar os conceitos de básicos de termodinâmica.
- Apresentar algumas possibilidades de medição de temperatura por meio das escalas termométricas.
- Diferenciar as escalas termométricas e apresentar a forma de conversão

entre escalas.

- Mostrar a relação matemática da dilatação térmica com as simulações do momento anterior.
- Deduzir a equação que associa calor com a variação de temperatura.

Tempo didático: 6 horas/aula.

Recursos didáticos:

- Aulas expositiva.
- Listas de exercícios a serem respondidas fora do ambiente escolar.

Descrição do momento 2:

Uma vez que foram descritos por parte dos estudantes as percepções dos conceitos a serem estudados no momento anterior o professor pode iniciar as aulas expositivas dos conceitos com comentários do que foi descrito pelo estudante. Nestes comentários o professor pode iniciar as apresentações dos conceitos aproveitando os conhecimentos prévios dos estudantes, ajustando ou adaptando os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes para introduzir os formalismos necessários.

A formalização dos conceitos pode iniciar de forma puramente conceitual, a fim de não afastar os estudantes que não se identificam com as disciplinas ditas ciências exatas, apenas quando a compreensão conceitual do que está sendo estudada for assimilada pelos estudantes a apresentação, ou dedução, das equações deve ser feita.

Durante a exposição dos conceitos é necessário que o professor use apoios visuais, como apresentação de slides ilustrados, para que o estudante continue associando os conteúdos apresentados e as simulações previamente observadas. Já as equações devem ser associadas com exercícios respondidos pelo professor, para que o estudante consiga perceber como se dá a aplicação destas equações.

Momento 3

Elaboração de um mapa conceitual coletivo com os conceitos apresentados nos momentos anteriores como a agitação molecular, a transferência de calor, os efeitos de absorção ou perda de energia, as mudanças de estado físico e de agregação molecular a partir da variação de temperatura.

Objetivos específicos:

- Provocar o estudante a ajustar os conhecimentos prévios com os conceitos formais apresentados pelo professor.
- Possibilitar ao professor o início do processo de avaliação.
- Incitar o estudante a estudar os conceitos apresentados fora do ambiente escolar.

Tempo didático: O prazo deve ser acordado entre o professor e os estudantes.

Descrição do momento 3:

Deve ser proposto que os estudantes se organizem para se dividir em pequenos grupos, de no máximo cinco estudantes, e entre eles elaborem um mapa conceitual cada grupo dos conceitos apresentados, pode ser estimulado que esses encontros sejam feitos em plataformas virtuais, evitando que os estudantes envolvidos no processo sejam prejudicados em outras atividades escolares.

A avaliação do professor deve ser feita comparando os conhecimentos prévios apresentados pelo estudante, mesmo que esta apresentação tenha sido feita de forma individual e o mapa conceitual deve ser feito de forma coletiva, uma vez que é esperado que alguns conceitos tenham sido ajustados com as apresentações das simulações e das aulas expositivas.

Pode ser solicitado também aos estudantes que descrevam se aconteceu e como se deu a colaboração mútua dos entre os estudantes de cada grupo na assimilação dos conceitos estudados, a partir dessa colaboração o professor poderá ter condições de perceber o quanto a intervenção por parte dele tem sido relevante.

Momento 4

Aplicação de uma avaliação escrita dos conceitos apresentados nos momentos anteriores.

Objetivos específicos:

- Analisar quais conceitos foram assimilados pelos estudantes.
- Perceber quais tópicos precisam ser apresentados novamente, preferencialmente por novos métodos pelo professor.

Tempo didático: 2 horas/aulas.

Recursos didáticos: Lista de exercícios com questões diversas sobre os conceitos apresentados.

Descrição do momento 4:

Passados os momentos anteriores os estudantes devem ser capazes de responder uma lista de exercícios abordando os conceitos anteriores, sendo esta lista com 10 questões variadas entre questões que apenas abordam os conceitos trabalhados e exercícios de aplicação das equações estudadas.

Estas questões devem ser variadas entre questões dissertativas, de múltipla escolha, contextualizadas de acordo com a realidade do estudante bem como questões abordadas em avaliações externas, como o ENEM ou vestibulares.

Esta resolução deverá ser feita de forma individual sem o apoio de consulta a anotações, bem como sem o uso de calculadoras para que o professor consiga analisar quais os conceitos foram assimilados pelos estudantes, que precisam ser analisados com maior cuidado, também perceber se porventura os estudantes conseguem perceber se os estudantes conseguiram compreender, em sua completude o formalismo matemático de cada conceito apresentado.

A avaliação do estudante pode ser feita por parte do professor percebendo a quantidade de acertos e erros por parte dos estudantes, analisando os erros para que seja possível identificar se houve uma compreensão parcial de algum conceito, para isto é importante que nas questões de múltipla escolha, caso o estudante assinale alguma alternativa equivocada o professor se preocupe em analisar se a resposta pode ser parcialmente considerada.

Momento 5

Correção e comentário das questões resolvidas na avaliação escrita anterior, a fim de sanar possíveis dúvidas.

Objetivos específicos:

- Proporcionar ao estudante uma autoavaliação sobre as respostas equivocadas.
- Possibilitar ao professor apresentar novamente os conceitos que obtiveram uma quantidade significativa de erros por parte dos estudantes.

Tempo didático: 2 horas/aula.

Recursos didáticos: Aula expositiva.

Descrição do momento 5:

O professor pode responder as questões da avaliação respondida anteriormente pelo estudante na lousa, comentando as respostas e o passo a passo de cada resolução, possibilitando inclusive que os estudantes apresentem dúvidas sobre a resposta ou dificuldades que tiveram na resolução dos exercícios.

Visando a colaboração mútua entre os estudantes o professor também pode solicitar que os próprios estudantes respondam e comentem na lousa as próprias respostas, mediando as explicações de forma clara aos estudantes que não acertaram o exercício respondido.

Neste momento o professor também deve aproveitar para abordar os conceitos que obtiveram uma quantidade considerável de erros, para que as resoluções sejam as mais compreensíveis possíveis para o maior número possível de estudantes.

Momento 6

Aplicação de uma lista de exercícios, no mês de junho, a fim de verificar se a forma com que foi apresentado o conteúdo da primeira unidade ainda possibilita a resolução de questões sobre o tema abordado anteriormente, ou se o estudante estava apto apenas imediatamente depois da apresentação dos conceitos.

Objetivos específicos:

- Analisar a médio prazo o quanto os conceitos trabalhados anteriormente foram compreendidos pelos estudantes.
- Perceber se os estudantes conseguem responder questões que usam os conceitos anteriores como fundamentos para conteúdos mais elaborados.

Tempo didático: 2 horas/aulas.

Recurso didático:

- Prova escrita com questões de avaliações como ENEM ou vestibulares.

Descrição do momento:

Nos mesmos moldes da avaliação aplicada no momento 4 desta UEPS os estudantes serão submetidos a uma avaliação escrita, sendo as questões

selecionadas de conteúdos como leis da termodinâmica, gases ideais, máquinas térmicas, dentre outros. Os conceitos selecionados usam os temas abordados como fundamento, uma vez que um dos parâmetros usados para perceber se a aprendizagem do estudante foi significativa é que o estudante consiga usar aqueles conceitos como base para outras aprendizagens.

Deverá ser disponibilizado aos estudantes, imediatamente após a resolução, o gabarito das questões respondidas. Uma vez que o estudante faça a conferência das respostas dadas deverá ser solicitado que o estudante faça uma análise das questões erradas, para que ele uma vez deparado com as respostas certas tente perceber quais foram seus erros.

Já para os estudantes da terceira série do ensino médio os conceitos trabalhados serão revisados em quatro momentos, todos aplicados no segundo bimestre letivo, período este que coincide com a revisão voltada para o ENEM dos conceitos trabalhados na 2ª série do Ensino Médio.

Momento 1

Apresentação das questões do ENEM que abordaram os conceitos de termometria, calorimetria e equilíbrio térmico.

Objetivos específicos:

- Apresentar a forma de abordagem dos conteúdos a serem revisados nas avaliações externas ao espaço escolar.
- Relembrar os conceitos que serão revisados.

Tempo didático: 1 hora/aula

Recursos necessários: Provas do ENEM de anos anteriores.

Descrição do momento 1:

É notório que alguns estudantes respondem as avaliações externas de forma mecânica, sem preocupação em interpretar os enunciados, inclusive por vezes não percebendo quais os conteúdos estão sendo abordados nos enunciados.

Neste primeiro momento o professor deve simplesmente apresentar as questões, sem preocupação com a resolução delas, destacar pontos relevantes dos

enunciados, apresentar quais são os conhecimentos necessários para responder ao que se pede em cada exercício.

Ao fim desta apresentação, o professor pode solicitar que o estudante revise por conta própria estes conceitos, a fim de proporcionar uma conscientização da necessidade de um processo de aprendizagem ativa, não sendo necessário somente esperar que o professor seja o responsável por todo o processo de revisão. Havendo resistência, por parte dos estudantes, o professor também pode ele mesmo propor uma revisão destes conceitos, rerepresentando os conteúdos e equações. Para esta segunda possibilidade é necessário que exista um tempo didático maior.

Momento 2

Resolução comentada de algumas das questões, a fim de relembrar os conceitos e as equações necessárias.

Objetivos específicos:

- Revisar formalmente os conceitos necessários para responder as questões.
- Apresentar a resolução de questões específicas do ENEM, facilitando também o processo de interpretação dos enunciados.

Tempo didático: 7 horas/aulas.

Recursos necessários:

- Provas anteriores do ENEM;
- Exercícios com abordagens semelhantes ao ENEM.

Descrição do momento 2:

Apesar de alvo de críticas, em momentos específicos da formação estudantil como a preparação para avaliações como o ENEM, processos mecanicistas podem ser úteis, conforme dito por Moreira (2012):

“As atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, em pequenos grupos têm grande potencial para facilitar a aprendizagem significativa porque viabilizam o intercâmbio, a negociação de significados, e colocam o professor na posição de mediador. Mas isso não significa que uma aula expositiva clássica não possa facilitar a aprendizagem significativa. É bem verdade que o ensino expositivo tradicional normalmente

promove a aprendizagem mecânica. Porém, mapas conceituais, por exemplo, também podem incentivar a aprendizagem mecânica na medida em que houver um “mapa correto” ou um “mapa padrão” que os alunos devem aceitar e memorizar. O mesmo raciocínio vale para os diagramas V.” (MOREIRA, 2012, p. 03)

Para uma preparação específica para este tipo de abordagem, é interessante que o estudante perceba como os conteúdos apresentados em aula são abordados neste tipo de avaliação.

Uma vez que o estudante já analisou as questões que serão respondidas, percebendo quais são as abordagens, é necessário que o professor direcione a resolução delas, aproveitando esta resolução para relembrar os conceitos. Nestas resoluções o professor consegue destacar um padrão nas questões, motivando o estudante a fazer o mesmo tipo de análise quando deparar-se com enunciados inéditos.

É também necessário destacar que nesta ocasião o professor deve conscientizar o estudante que ele não está “ensinando” o conteúdo, mas sim revisando conceitos que já foram apresentados anteriormente, provocando assim o estudante a também ser ativo no processo, procurando meios próprios para sanar dúvidas mais específicas, ou incentivar que o estudante apresente estas dúvidas ao professor, para que ele resolva estas questões.

Momento 3

Aplicação de uma avaliação escrita com questões do ENEM, ou exercícios similares, que abordem os referidos conceitos.

Objetivos específicos:

- Perceber o quanto os estudantes conseguem responder por conta própria questões que seguem o mesmo padrão das abordadas anteriormente.
- Analisar se a revisão feita foi suficiente, ou se é necessário aprofundar mais nos conceitos.

Tempo didático: 2 horas/aulas

Descrição do momento 3:

A principal finalidade dos processos de revisão dos conceitos apresentados anteriormente é que o estudante consiga, por conta própria e sem o auxílio de

materiais de pesquisa ou de consulta, responder exercícios de avaliações como o ENEM ou outros vestibulares.

Neste momento o professor deve propor uma avaliação escrita, com no mínimo 10 questões, sendo estas questões exclusivas do ENEM ou com enunciados que tenham o mesmo padrão de abordagem sendo questões inéditas para o estudante.

Como parte do processo avaliativo, deve solicitar ao estudante que disserte o quanto ele conseguiu associar a resolução das questões com os exercícios resolvidos pelo professor durante o processo de revisão. Este tipo de análise é importante para que o professor consiga fazer uma autocritica sobre a relevância do processo proposto.

Momento 4

Correção e comentário dos exercícios respondidos na avaliação escrita anterior.

Objetivos específicos:

- Sanar dúvidas que possam ter surgido quando o estudante foi provocado a responder as questões por conta própria.
- Conscientizar o estudante sobre a necessidade de aprofundar mais a dedicação, a depender da sua necessidade específica.

Tempo didático: 2 horas/aulas.

Recursos necessários: aula expositiva.

Descrição do momento 4:

Na fase final do processo escolar do estudante ele já deve ser autossuficiente para perceber o quanto os processos propostos no ambiente escolar estão de acordo com sua necessidade específica, uma vez que estudantes que almejam processos seletivos nas áreas de ciências da natureza tem necessidade diferente de acertos quando comparados com estudantes que irão se submeter a vestibulares nas áreas de ciências humanas.

Para facilitar esta consciência do estudante o professor deve, depois de aplicadas as avaliações responder e comentá-las para que o próprio estudante tenha percepção se seus acertos condizem com seus interesses. Casos alguns temas

específicos ainda não sejam acessíveis para uma quantidade considerável de estudantes, faz-se necessário que o professor proponha novos caminhos para compreensão destes, uma vez que estes temas foram abordados no ano letivo anterior e revisado nas semanas anteriores a aplicação da avaliação.

Estes mesmos assuntos podem ser abordados posteriormente em avaliações simuladas, juntos com outros conteúdos, para que o estudante também consiga perceber que é possível interpretar estas questões, mesmo quando não estão isoladas dentro de um único contexto de conteúdo.

Conclusão

Dados os momentos descritos, é possibilitado que desde os primeiros momentos os estudantes sejam expostos a processos potencialmente significativos. Cada estudante de acordo com suas necessidades específicas, de acordo com os próprios interesses e vislumbres futuros.

Em situações ideais o professor deveria ter condições de acompanhar os estudantes de forma individualizada, percebendo a dificuldade deste tipo de acompanhamento o professor deve ser sensível a perceber o nível de percepção de uma quantidade significativa de estudantes, diminuindo o espaço entre os estudantes que conseguem ter uma percepção rápida e os que precisam de mais tempo didático para compreender.

Os processos de avaliação nestes processos são essenciais para que o professor tenha possibilidade de observar indícios de que a aprendizagem foi significativa, possibilitando remodelar o processo durante o período letivo, caso perceba necessidade.

Referencias:

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa?, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Qurrriculum, La Laguna, Espanha, 2012

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores avisos, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente importantes. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1-24.

<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>

LEMOS, E. dos S. A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Série-Estudos – Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, [S. l.], n. 21, 2013. DOI: 10.20435/serie- estudos.v0i21.291. Disponível em: <https://www.serie-estudos.ucdb.br/serie- estudos/article/view/291>. Acesso em: 24 out. 2024.

Apêndice 2 – Avaliação escrita da segunda série do Ensino Médio.



UNIDADE I - MANHÃ

☐ VP ☐ VA ☐ 2ª CHAMADA ☐ REAVALIAÇÃO

2ª SÉRIE
ENSINO MÉDIO

FÍSICA

NOTA:

Estudante: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____.

Professor(a): _____

Início: _____ | Término: _____ | Hora de entrega: _____

IMPORTANTE:

01. Reserve um tempo para ir ao banheiro ou beber água antes da prova.
02. Observe se a prova que lhe foi entregue corresponde à sua série(ano) e a disciplina, e se recebeu as provas do dia.
03. Preencha a área de identificação com seu nome completo e sua turma, com letra de forma.
04. Durante a prova, o uso de telefone celular, calculadora, tablet ou aparelhos eletrônicos similares é terminantemente proibido. Caso seja identificado o porte de algum desses equipamento, o Bloco de provas será recolhido e a ele atribuída nota zero.
05. Os materiais permitidos são lápis grafite, caneta e borracha, e seu empréstimo durante o tempo de prova é proibido. Qualquer outro material escolar (caderno, livro, estojo, material de consulta etc.) deve permanecer guardado.
06. Durante a prova, caso o aluno esteja com algum material não autorizado, estabeleça alguma forma de comunicação com outro aluno ou atrapalhe o andamento da avaliação. O Bloco de provas será recolhido e a ele atribuído a nota zero.
07. As questões devem ser preenchidas com respostas escritas à caneta, nas cores azul-escuro ou preta.
08. Não serão aceitas questões rasuradas ou com mais de uma resposta.
09. Não serão feitas revisão de correções de provas realizadas com caneta apagável ou lápis grafite.

1º) Transformando a temperatura de 25 °C para a escala Fahrenheit e, em seguida, convertendo-a para escala Kelvin, quais as temperaturas registradas nas respectivas escalas?

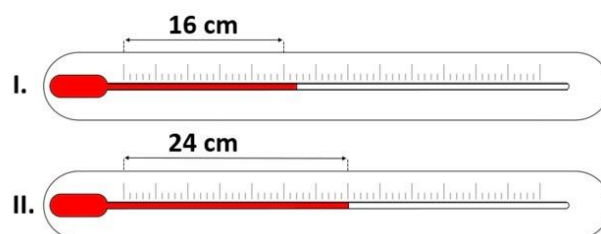
- a) 25 °C; 50 °F e 150 K.
- b) 25 °C; 88 °F e 136 K.
- c) 25 °C; 77 °F e 298 K.
- d) 25 °C; 36 °F e 194 K.

2º) Dois termômetros, um com a escala Celsius e outro na escala Kelvin, foram colocados no mesmo fluido. Sabendo que a temperatura registrada na escala Celsius era de 40 °C, qual a temperatura marcada no termômetro em Kelvin?

- a) 298 K
- b) 254 K
- c) 348 K
- d) 313 K

3º) Em um experimento no laboratório, um aluno decidiu observar a variação de temperatura em relação ao comprimento da

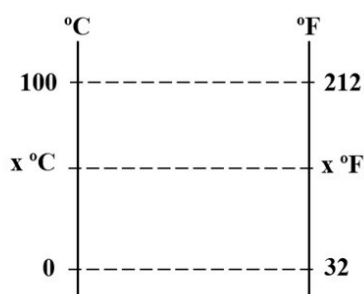
coluna de mercúrio no interior de dois termômetros.



Sabendo que o mercúrio é sensível ao calor e a temperatura marcada no termômetro é proporcional ao deslocamento do fluido no tubo, qual a temperatura no termômetro I, em graus Celsius, sabendo que o termômetro II marca 48 °C?

- a) 16 °C
- b) 32 °C
- c) 28 °C
- d) 46 °C

4º) Comparando as medidas de temperatura nas escalas Celsius e Fahrenheit observa-se que enquanto na primeira escala a temperatura de ebulição da água é de 100 °C, na segunda escala a água passa para o estado gasoso em 212 °F. Já a fusão da água ocorre em 0 °C e a respectiva temperatura na outra escala é 32 °F.



Observe o gráfico e assinale a alternativa com a temperatura que pode ser marcada pelo mesmo número nas duas escalas.

- a) 30
- b) 10
- c) - 20
- d) - 40

5º) Uma barra de cobre com coeficiente de dilatação linear de $17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ está inicialmente a $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ e é aquecida até que a sua dilatação corresponda a 0,17% de seu tamanho inicial. Determine a temperatura final dessa barra.

- a) $85 \text{ } ^\circ\text{C}$
- b) $65 \text{ } ^\circ\text{C}$
- c) $105 \text{ } ^\circ\text{C}$
- d) $130 \text{ } ^\circ\text{C}$
- e) $80 \text{ } ^\circ\text{C}$

6º) Uma lâmina bimetálica composta por zinco e aço está fixada em uma parede de forma que a barra de aço permanece virada para cima. O que ocorre quando a lâmina é resfriada?

Dado: $\alpha_{\text{ZINCO}} = 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $\alpha_{\text{AÇO}} = 11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



- a) As duas barras sofrem a mesma dilatação.
- b) A lâmina bimetálica curva-se para cima.
- c) A lâmina bimetálica curva-se para baixo.
- d) A lâmina quebra-se, uma vez que é feita de materiais diferentes.
- e) Lâminas bimetálicas não podem ser resfriadas.

7º) O coeficiente de dilatação linear do aço é $1,1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Os trilhos de uma via férrea têm 12m cada um na temperatura de $0 \text{ } ^\circ\text{C}$. Sabendo-se que a temperatura máxima na região onde se encontra a estrada é $40 \text{ } ^\circ\text{C}$, o espaçamento mínimo entre dois trilhos consecutivos deve ser, aproximadamente, de:

- a) 0,40 cm

- b) 0,44 cm
- c) 0,46 cm
- d) 0,48 cm
- e) 0,53 cm

8º) (UNIRIO) Um bloco de certo metal tem seu volume dilatado de 200cm^3 para 206cm^3 , quanto sua temperatura aumenta de 20°C para 520°C . Se um fio deste mesmo metal, tendo 10cm de comprimento a 20°C , for aquecido até a temperatura de 520°C , então seu comprimento em centímetro passará a valer:

- a) 10,1
- b) 10,2
- c) 10,3
- d) 10,6
- e) 11,2

9º) Com base em seus estudos a respeito da propagação de calor, responda: o calor é capaz de se propagar por:

- I. convecção
- II. irradiação
- III. condução

Quais alternativas estão corretas?

- a) I e II
- b) II e III
- c) I e III
- d) Todas estão corretas.
- e) Todas estão incorretas.

10º) (CFT) Analise as situações a seguir descritas, considerando-se o processo de transferência de calor relacionado a cada uma delas:

- I. Um legume se aquece ao ser colocado dentro de uma panela com água fervente.
- II. O congelador, localizado na parte superior de uma geladeira, resfria todo o interior dela.
- III. Os componentes eletrônicos de aparelhos em funcionamento de uma estação espacial transmitem calor para o espaço.

As situações I, II e III correspondem, respectivamente, aos processos de

- a) condução, convecção e condução.
- b) convecção, radiação e convecção.
- c) condução, convecção e radiação.
- d) radiação, condução e radiação.

Apêndice 3: Pré-teste da terceira série do Ensino Médio.

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS.	
IV BIMESTRE 2024 • Ensino Médio	
DISCIPLINA	
Professor(a):	
NOME DO ALUNO(A): _____	DATA ____/____/2025

1º) (Mackenzie - 2017) Uma escala termométrica A adota para a temperatura da água em ebulição à pressão normal, de 70 °A, e para a temperatura de fusão do gelo à pressão normal, de 20 °A. Outra escala termométrica B adota para a temperatura da água em ebulição à pressão normal, 90 °B, e para a temperatura de fusão do gelo à pressão normal, de 10 °B. A expressão que relaciona a temperatura das escalas A(θ_A) e B (θ_B) é

2º) (Mackenzie) Um termômetro mal graduado na escala Celsius, assinala 2°C para a fusão da água e 107°C para sua ebulição, sob pressão normal. Sendo o valor lido no termômetro mal graduado e o valor correto da temperatura, a função de correção do valor lido é:

3º) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.

c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.

d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura;

e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água em seu interior com menor temperatura do que a dele.

4º) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

a) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.

b) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.

c) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.

d) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.

e) com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

5º) (Enem 2017) É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e termos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

Fisicamente, a sensação térmica mencionada é explicada da seguinte forma:

- a) A madeira é um bom fornecedor de calor e o metal, um bom absorvedor.
- b) O metal retém mais frio que a madeira.
- c) O metal absorve mais temperatura que a madeira.
- d) A madeira retém mais calor que o metal.
- e) O fluxo de calor é maior no metal que na madeira.

6º) (ENEM) Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou 2,5 g de castanha-de-caju crua para aquecer 350 g de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que 50% da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, e sua temperatura inicial era de $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)

Valor energético 70 kcal

Carboidratos 0,8 g

Proteínas 3,5 g

Gorduras totais 3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

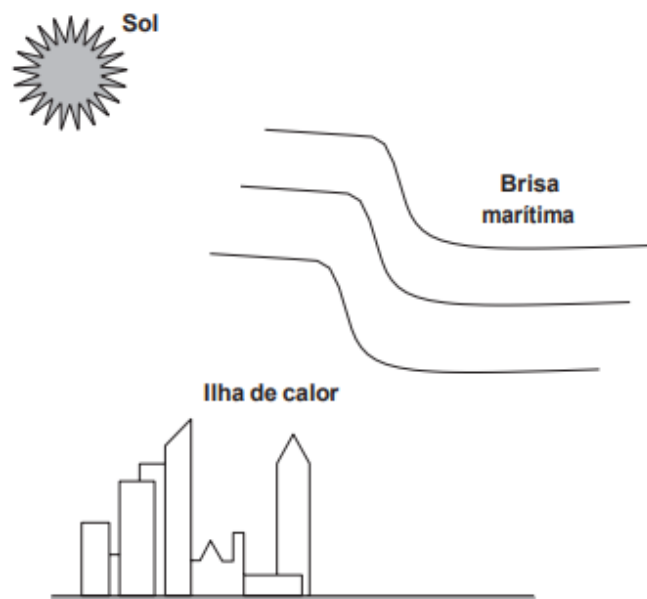
7º) Na montagem de uma cozinha para um restaurante, a escolha do material correto para as panelas é importante, pois a panela que conduz mais calor é capaz de cozinhar os alimentos mais rapidamente e, com isso, há economia de gás. A taxa de condução do calor depende da condutividade k do material, de sua área A , da diferença de temperatura ΔT e da espessura d do material, sendo dada pela relação $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{d}$. Em panelas com dois materiais, a taxa de condução é dada por $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = A \cdot \frac{\Delta T}{\frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2}}$, em que d_1 e d_2 são as espessuras dos dois materiais, e k_1 e k_2 são as condutividades de cada material. Os materiais mais comuns no mercado para panelas são o alumínio ($k = 20 \text{ W/m K}$), o ferro ($k = 8 \text{ W/m K}$) e o aço ($k = 5 \text{ W/m K}$) combinado com o cobre ($k = 40 \text{ W/m K}$). Compara-se uma panela de ferro, uma de alumínio e uma composta de $1/2$ da espessura em cobre e $1/2$ da espessura em aço, todas com a mesma espessura total e com a mesma área de fundo.

A ordem crescente da mais econômica para a menos econômica é:

- a) cobre-aço, alumínio e ferro.
- b) alumínio, cobre-aço e ferro.
- c) cobre-aço, ferro e alumínio.
- d) alumínio, ferro e cobre-aço.
- e) ferro, alumínio e cobre-aço.

8º) Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais. A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno.

No processo de fortes chuvas no centro da cidade de São Paulo, há dois mecanismos dominantes de transferência de calor: entre o Sol e a ilha de calor, e entre a ilha de calor e a brisa marítima.



Esses mecanismos são, respectivamente,

- a) irradiação e convecção.
- b) irradiação e irradiação.
- c) condução e irradiação.
- d) convecção e irradiação.
- e) convecção e convecção.

9º) (MACKENZIE) Ao se aquecer de $1,0^{\circ}\text{C}$ uma haste metálica de $1,0\text{m}$, o seu comprimento aumenta de $2,0 \cdot 10^{-2}\text{mm}$. O aumento do comprimento de outra haste do mesmo metal, de medida inicial 80cm , quando a aquecemos de 20°C , é:

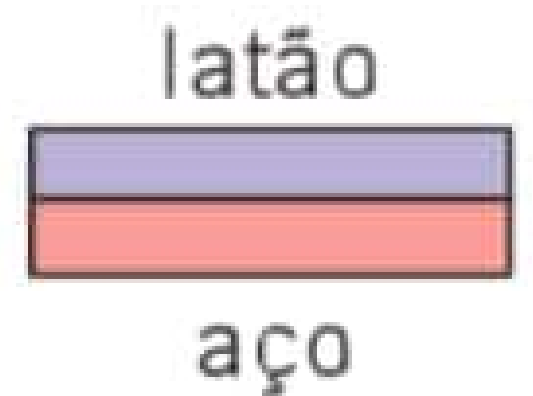
- a) $0,23\text{mm}$
- b) $0,32\text{ mm}$
- c) $0,56\text{ mm}$

d) 0,65 mm

e) 0,76 mm

10º) UNESP/2002 - adaptado

Duas lâminas metálicas, a primeira de latão e a segunda de aço, de mesmo comprimento à temperatura ambiente, são soldadas rigidamente uma à outra, formando uma lâmina bimetálica, conforme a figura a seguir:



O coeficiente de dilatação térmica linear do latão é maior que o do aço. A lâmina bimetálica é aquecida a uma temperatura acima da ambiente e depois resfriada até uma temperatura abaixo da ambiente. A figura que melhor representa as formas assumidas pela lâmina bimetálica, quando aquecida (forma à esquerda) e quando resfriada (forma à direita), é:

