



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

FRANCISCO CARLOS EDUARDO ALVES ROSENO

**PROPOSTA DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE CALORIMETRIA NO ENSINO
MÉDIO: uma abordagem baseada na teoria da aprendizagem significativa**

**TERESINA
2025**

FRANCISCO CARLOS EDUARDO ALVES ROSENO

PROPOSTA DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE CALORIMETRIA NO ENSINO MÉDIO:
uma abordagem baseada na teoria da aprendizagem significativa

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Haroldo Reis Alves de Macedo.

TERESINA
2025

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

Roseno, Francisco Carlos Eduardo Alves
R813p Proposta de uma UEPS para o ensino de calorimetria no ensino médio : uma abordagem baseada na teoria da aprendizagem significativa / Francisco Carlos Eduardo Alves Roseno. - 2025.
65 f.: il. color.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.
Orientador : Prof Dr. Haroldo Reis Alves de Macedo.
1. UEPS . 2. Aprendizagem significativa . 3. Calorimetria . 4. Contextualização.
I.Título.

CDD - 530

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

FRANCISCO CARLOS EDUARDO ALVES ROSENO

PROPOSTA DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE CALORIMETRIA NO ENSINO MÉDIO:
uma abordagem baseada na teoria da aprendizagem significativa

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Teresina Central.

Aprovada em: 17/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Haroldo Reis Alves de Macedo (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Jose Ricardo Rodrigues Duarte
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Profa. Dra. Marina de Oliveira Cardoso Macedo
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dedico este trabalho aos meus pais, amigos e mestres.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido a vida, força e sabedoria para enfrentar cada desafio ao longo desta caminhada. Sem a Sua presença, nada disso seria possível.

Aos meus pais, Eudes Carlos e Francisca Renailda, que sempre acreditaram em mim e foram meu alicerce. Todo esforço, dedicação e amor de vocês me trouxeram até aqui. Este momento também é de vocês.

À minha futura esposa, Jacira Lima, por todo apoio, paciência e incentivo nos momentos mais difíceis. Sua compreensão e carinho foram essenciais para que eu permanecesse firme no propósito.

Ao meu orientador, Professor Dr. Haroldo Reis, pela orientação, paciência e ensinamentos, que foram fundamentais para a construção deste trabalho e para minha formação acadêmica. Estendo meus agradecimentos a todos os professores e servidores do Instituto Federal do Piauí – Campus Teresina Central, que contribuíram direta ou indiretamente para minha trajetória, oferecendo conhecimento, suporte e incentivo ao longo desta caminhada.

Por fim, dedico este trabalho à memória do meu amado avô, Francisco Xavier, cuja vida e exemplo continuarão sendo inspiração para mim. Que esta conquista seja uma forma de honrar sua história e todo o amor que me deixou.

Agradeço, também, a minha família que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Agradeço ao meu Deus, que me deu força quando mais precisava.

A imaginação é mais importante que o conhecimento.
O conhecimento é limitado. A imaginação envolve o mundo.

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de ensino para o tema de calorimetria no Ensino Médio, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na metodologia das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), desenvolvida por Marco Antonio Moreira. A abordagem busca valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo a construção significativa do saber a partir da conexão com experiências anteriores. A proposta foi elaborada de forma a atender às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), incorporando a interdisciplinaridade entre Física e Biologia, além de integrar aplicações tecnológicas relevantes para o cotidiano dos estudantes. A sequência didática foi estruturada em etapas que favorecem o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais, com atividades que estimulam o pensamento crítico, a análise de fenômenos térmicos e o uso de recursos tecnológicos para contextualização dos conceitos de calorimetria. O trabalho visa contribuir para práticas pedagógicas mais eficazes e significativas no ensino de Física.

Palavras-chave: ueps; aprendizagem significativa; calorimetria; contextualização; interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This work aims to present a teaching proposal for the topic of calorimetry in high school, based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning and the Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), developed by Marco Antonio Moreira. The approach seeks to value students' prior knowledge, promoting meaningful knowledge construction through connections with previous experiences. The proposal was designed to meet the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC), incorporating interdisciplinarity between Physics and Biology, as well as integrating technological applications relevant to students' daily lives. The didactic sequence was structured in stages that foster the development of essential competencies and skills, with activities that stimulate critical thinking, the analysis of thermal phenomena, and the use of technological resources to contextualize the concepts of calorimetry. This work aims to contribute to more effective and meaningful pedagogical practices in Physics education.

Keywords: ueps; meaningful learning; calorimetry; contextualization; interdisciplinarity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Fluxograma da metodologia	29
Figura 2	– Brisa marítima e continental	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Competências específicas e habilidades da BNCC	18
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UHT	Ultra High Temperature
AVC	Acidente vascular cerebral

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR	15
2.2	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	16
2.3	UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	17
2.4	CALORIMETRIA	18
2.4.1	Equilíbrio térmico	18
2.4.2	Calor específico e capacidade térmica	19
2.4.3	Calor sensível e calorímetro	20
2.4.4	Calor latente	21
2.5	PROPAGAÇÃO DE CALOR	21
2.6	TERMORREGULAÇÃO	22
2.7	PERCEPÇÃO INFRAVERMELHA: DA BIOFÍSICA ÀS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS	23
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS	24
4	UEPS SUGERIDA PARA O ENSINO DE CALORIMETRIA	27
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	42
	ANEXO A – ATIVIDADE DIAGNÓSTICA	45
	ANEXO B - ROTEIRO DE EXPERIMENTO: CAPACIDADE	

TÉRMICA E INFLUÊNCIA DA MASSA	46
ANEXO C - ROTEIRO DE EXPERIMENTO: DIFERENÇA ENTRE CALORES ESPECÍFICOS DA AREIA E DA ÁGUA	48
ANEXO D - ROTEIRO DE EXPERIMENTO: O ALTO CALOR ESPECÍFICO DA ÁGUA	50
ANEXO E - ROTEIRO DE EXPERIMENTO: EFEITO DA COR NA ABSORÇÃO DE CALOR	52
ANEXO F – LISTA 1 DE EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO	54
ANEXO G – LISTA 2 DE EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO	57
ANEXO H – SIMULADO DIAGNÓSTICO	60

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Ensino Médio apresenta desafios significativos, especialmente quando se busca tornar o conteúdo acessível, interessante e relevante para os alunos. Dentre os diversos temas abordados nessa disciplina, a calorimetria destaca-se por sua capacidade de explicar fenômenos cotidianos relacionados à transferência de calor e às transformações de energia.

No entanto, muitos estudantes enfrentam dificuldades em compreender esses conceitos de forma significativa, o que se deve, em parte, à falta de conexão entre o conteúdo teórico e suas aplicações no mundo real (MOREIRA, 2021). Com o intuito de superar essas limitações, este trabalho propõe uma abordagem didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na metodologia das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), desenvolvida por Marco Antonio Moreira.

A Teoria da Aprendizagem Significativa destaca a importância de integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva pré-existente dos alunos, valorizando suas experiências anteriores e seus saberes prévios. Nesse contexto, a UEPS surge como uma metodologia eficiente para a organização do ensino, permitindo a construção de sequências didáticas que favorecem a assimilação de conteúdos de forma não mecânica. A proposta aqui apresentada busca, portanto, criar um ambiente de aprendizagem que promova a compreensão dos conceitos de calorimetria, contextualizando-os em situações concretas do cotidiano e em fenômenos observáveis no meio ambiente.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver uma proposta de ensino que possibilite a contextualização da calorimetria, tornando o aprendizado mais significativo para os alunos do Ensino Médio. Para isso, a proposta inclui a utilização de aplicações tecnológicas e a conexão com fenômenos biológicos, de modo a evidenciar a presença dos conceitos de calor e transferência de energia em diversos contextos da vida real. A intenção é que, ao relacionar a calorimetria com adaptações biológicas de seres vivos e processos naturais, o conteúdo se torne mais visível para os estudantes, facilitando a compreensão de fenômenos térmicos que ocorrem no ambiente ao seu redor.

Além disso, a proposta está alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a importância da interdisciplinaridade e do uso de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, são exploradas aplicações tecnológicas relevantes que ilustram de forma prática os conceitos abordados na calorimetria. Esses exemplos não apenas facilitam a compreensão dos conteúdos

teóricos, mas também demonstram a importância da Física no desenvolvimento de soluções para problemas do cotidiano e para o avanço da sociedade.

Além de explorar aspectos conceituais e teóricos, o trabalho propõe atividades práticas, como experimentos simples e exercícios contextualizados, que podem ser facilmente aplicados por qualquer professor de Física. Esses recursos didáticos foram planejados para estimular o pensamento crítico e a curiosidade científica dos alunos, promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades previstas na BNCC. A interdisciplinaridade, outro pilar fundamental da proposta, é trabalhada a partir da integração da Física com a Biologia, permitindo uma abordagem mais ampla e completa dos temas relacionados à calorimetria.

A proposta apresentada também visa facilitar o trabalho docente, oferecendo um roteiro estruturado que pode ser adaptado a diferentes realidades escolares. A sequência didática foi elaborada de forma a proporcionar flexibilidade, permitindo que o professor escolha as atividades e os experimentos mais adequados ao perfil da turma e aos recursos disponíveis. Dessa forma, busca-se não apenas aprimorar o processo de ensino-aprendizagem da calorimetria, mas também contribuir para a formação de estudantes mais críticos, reflexivos e capazes de aplicar o conhecimento científico em diversas situações do seu cotidiano.

Em síntese, este trabalho propõe uma abordagem para o ensino da calorimetria, baseada em fundamentos teóricos sólidos e em práticas pedagógicas que valorizam a participação ativa dos alunos. Ao integrar conhecimentos prévios, aplicações tecnológicas, fenômenos ambientais e adaptações biológicas, a proposta pretende tornar o ensino da Física significativo, promovendo uma compreensão mais ampla e profunda dos conceitos científicos e seu papel na compreensão do mundo natural.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho fundamenta-se na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que orienta o desenvolvimento de competências e a interdisciplinaridade no ensino de Ciências da Natureza. Apoia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que valoriza o conhecimento prévio dos alunos, e na metodologia das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), de Marco Antonio Moreira, para estruturar sequências didáticas eficazes. Além disso, utiliza-se de trabalhos renomados da Física para aprofundar os conceitos de calorimetria, promovendo um aprendizado mais significativo e contextualizado.

2.1 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

De acordo com as diretrizes condicionais para o Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza deve promover o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, estimulando o desenvolvimento de competências tanto cognitivas quanto socioemocionais. Esta proposta pedagógica enfatiza a importância de um ensino contextualizado, que conecte conceitos científicos a situações práticas, possibilitando aos estudantes uma compreensão mais abstrata e complexa das características naturais e dos processos tecnológicos. Nesse sentido, as disciplinas de Física e Biologia desempenham um papel fundamental na formação de indivíduos críticos, capazes de tomar decisões éticas e embasadas, habilidades essenciais para lidar com os desafios da sociedade contemporânea (Brasil, 2018).

No contexto da disciplina de Física, as diretrizes curriculares destacam a importância de explorar fenômenos relacionados à Matéria e Energia, incentivando a aplicação de modelos teóricos em situações do cotidiano. A resolução de problemas diversos é fundamental para que os estudantes desenvolvam a capacidade de utilizar abordagens científicas na compreensão e na proposição de soluções para desafios práticos.

Além disso, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) é apontado como um recurso essencial para potencializar o processo de aprendizagem, promovendo a produção e a comunicação do conhecimento de forma criativa e eficiente. Dessa forma, o ensino de Física no Ensino Médio contribui não apenas para o aprofundamento dos conceitos científicos, mas também para o desenvolvimento do pensamento crítico em relação às implicações socioculturais e éticas da ciência (Brasil,

2018).

De acordo com a BNCC, "a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias" (BRASIL, 2018, p.537). Considerando essa premissa, a tabela abaixo (Tabela 1) apresenta as competências específicas e as habilidades da BNCC que podem ser trabalhadas nesta proposta de UEPS:

Tabela 1 – Competências específicas e habilidades da BNCC

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1	EM13CNT101
	EM13CNT102
	EM13CNT105
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2	EM13CNT203
	EM13CNT206
	EM13CNT208
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3	EM13CNT301
	EM13CNT302
	EM13CNT303
	EM13CNT306
	EM13CNT307
	EM13CNT308
	EM13CNT309

Fonte: BNCC (2018).

2.2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel, enfatiza a relevância de estabelecer conexões entre novos conhecimentos e as ideias já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Diferentemente da memorização mecânica, que não cria vínculos substanciais com saberes anteriores, essa teoria defende a importância da interação ativa entre o material a ser aprendido e os subsunçores previamente existentes na mente do estudante. Tal abordagem favorece a construção de significados integrados, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz e aplicável em diversos contextos educacionais (COSTA JÚNIOR et al., 2023).

Além disso, Ausubel enfatiza que a aprendizagem significativa ocorre apenas quando o material de ensino é potencialmente significativo e encontra na estrutura cognitiva do aprendiz ideias relevantes para servir como âncoras. Esse processo implica que tanto o planejamento pedagógico quanto a mediação do professor desempenham papéis cruciais

na facilitação dessa interação cognitiva.

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz (AUSUBEL, 2000, p. 1).

Por fim, a teoria destaca a importância de estratégias didáticas que promovam a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora (SOUSA, SILVANO e LIMA, 2018). A diferenciação progressiva garante que os conteúdos mais amplos e gerais sejam apresentados antes dos específicos, enquanto a reconciliação integradora busca articular os novos conteúdos às informações previamente adquiridas, resolvendo possíveis contradições. Assim, o ensino baseado na aprendizagem significativa contribui para a formação de uma base de conhecimento mais sólida e adaptável, alinhada às demandas educacionais contemporâneas (BANDEIRA, 2024).

2.3 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

Uma das formas de se chegar à aprendizagem significativa de Ausubel, é através do uso de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), que são sequências didáticas, propostas por Moreira (2011), estruturadas com base nessa teoria de aprendizagem. A proposta das UEPS assume que o ensino deve ser planejado de forma a favorecer a aprendizagem não mecânica, mas, sim, a construção ativa e significativa de conhecimento. A concepção das UEPS parte da premissa de que o ensino é um meio e a aprendizagem é o fim, exigindo que o processo de ensino-aprendizagem seja centrado na relevância do conteúdo para o estudante e na conexão com seus conhecimentos prévios. (MOREIRA e PANTOJA, 2021).

A estrutura de uma UEPS baseia-se em três pilares essenciais: a identificação de conceitos-chave, a definição de materiais potencialmente significativos e a integração com os conhecimentos prévios dos estudantes de forma a superar as dificuldades na compreensão dos conteúdos relacionados à calorimetria. Esses elementos têm como objetivo estabelecer uma conexão entre o conhecimento científico e as vivências dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa. A organização das atividades dentro da UEPS deve seguir uma sequência lógica e progressiva, que favoreça tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integradora dos conceitos, permitindo aos alunos ampliar e consolidar seus conhecimentos de forma crítica e reflexiva (MOREIRA, 2011).

As UEPS podem ser adaptadas a diversos contextos educacionais, desde o ensino médio até a educação superior, devido à sua flexibilidade e enfoque na significância do aprendizado (PEGORARO, 2017). No ensino de calorimetria, por exemplo, uma UEPS pode incluir atividades experimentais, integradas a discussões teóricas sobre os princípios da termodinâmica. Essas atividades criam um ambiente no qual os alunos podem aplicar diretamente os conceitos aprendidos, solidificando o conhecimento de maneira prática (PRADELLA, 2014).

2.4 CALORIMETRIA

O estudo da calorimetria é fundamental para a compreensão dos processos de transferência de energia térmica entre corpos e sistemas. Essa área da Física investiga as trocas de calor, sem que ocorram transformações químicas, focando nas variações de temperatura e nas mudanças de estado físico da matéria. A calorimetria analisa conceitos essenciais, como capacidade térmica, calor específico e calor latente, permitindo o cálculo da quantidade de energia transferida em diferentes contextos. Por meio de suas aplicações, é possível entender fenômenos cotidianos, como o aquecimento da água, o derretimento do gelo e o funcionamento de dispositivos tecnológicos, como refrigeradores e sistemas de climatização.

Além disso, a calorimetria possui grande relevância em áreas interdisciplinares, sendo aplicada em estudos biológicos, como na compreensão dos mecanismos de termorregulação durante exercícios físicos; em processos industriais, exemplificado pelo uso da ultrapasteurização (UHT) na conservação de alimentos líquidos; e em contextos ambientais, através do estudo das características térmicas relacionadas ao efeito térmico e às adaptações dos seres vivos em diferentes ecossistemas. Desta forma, o controle e o aproveitamento da energia térmica tornam-se essenciais não apenas para o desenvolvimento tecnológico, mas também para a promoção da sustentabilidade e compreensão das características naturais.

2.4.1 Equilíbrio térmico

O equilíbrio térmico ocorre quando dois ou mais sistemas físicos atingem uma condição na qual não há fluxo líquido de energia na forma de calor entre eles, o que acontece quando suas temperaturas se igualam. A temperatura, enquanto medida da

energia cinética média das partículas que compõem um sistema, indica o nível de agitação molecular. Assim, quando os sistemas alcançam temperaturas equivalentes, significa que as partículas de cada sistema possuem, em média, a mesma energia cinética (HALLIDAY & RESNICK, 2016.).

De acordo com Nussenzveig (2002), calor é a energia térmica sendo transportada devido à diferença de temperatura entre dois corpos. Dessa forma, a transferência de energia ocorre de maneira espontânea, sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, até que se alcance o equilíbrio térmico.

Por se tratar de uma forma de energia, o calor deve ser medido em joules, conforme estabelecido pelo Sistema Internacional de Unidades. Entretanto, historicamente, era frequente o uso da unidade caloria (cal) na quantificação de energia térmica, especialmente em experimentos e estudos empíricos. Durante suas investigações, James Prescott Joule determinou que 1 cal equivale a 4,18 J, uma relação que facilitou a transição para a padronização das medições em joules (YOUNG e FREEDMAN, 2015).

2.4.2 Equilíbrio térmico

Quando um material recebe, ou perde, uma determinada quantidade de calor de uma fonte térmica, sem que ocorra mudança de estado físico, sua temperatura varia. Essa variação da temperatura depende da quantidade de calor recebida pelo corpo. Corpos distintos apresentam variações de temperatura diferentes ao receberem, ou perderem, quantidades distintas de energia térmica (HALLIDAY & RESNICK, 2016). A grandeza que expressa a quantidade de energia necessária para que um corpo sofra uma variação em sua temperatura é denominada capacidade térmica (C), sendo definida como a razão entre a quantidade de calor Q recebida, ou perdida, pelo corpo e a variação de sua temperatura ΔT , matematicamente expressa conforme a equação 1:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (\text{Eq.01})$$

Em relação às unidades de medida, pode-se observar, a partir da própria equação, que a capacidade térmica é expressa, no SI, como J/K, ou seja, uma unidade de energia dividida por uma unidade de temperatura.

Algumas experiências demonstram que, para corpos constituídos do mesmo material, a capacidade térmica é proporcional à massa. Isso significa que, por exemplo, 100 g de uma substância possuem uma capacidade térmica maior do que 50 g da mesma, sendo,

nesse caso, o dobro da capacidade térmica. Essa relação evidencia uma constante de proporcionalidade denominada calor específico (c), que, como o próprio nome sugere, é uma propriedade específica da substância que compõe o corpo. O calor específico (c) é definido pela relação entre a capacidade térmica (C) e a massa (m) do material, conforme a equação 2:

$$c = \frac{C}{m} \quad (\text{Eq.2})$$

A unidade de medida do calor específico, de acordo com o Sistema Internacional (SI), é J/kgK, embora também possa ser expressa em cal/g°C, dependendo do contexto. Essa grandeza é fundamental para descrever o comportamento térmico de diferentes substâncias, permitindo calcular a quantidade de energia necessária para provocar variações de temperatura em materiais diferentes.

2.4.3 Equilíbrio térmico

O calor sensível é a quantidade de calor recebida, ou perdida, por um corpo que provoca a variação da sua temperatura, sem que ocorra mudança de estado físico (YOUNG e FREEDMAN, 2015). A quantidade de calor sensível (Q) é calculada pela seguinte expressão:

$$Q = mc\Delta T \quad (\text{Eq.3})$$

Onde (Q) é a quantidade de calor perdida, ou recebida, pelo corpo, (m) é a sua massa, (c) o calor específico e (ΔT) a variação da temperatura.

Corpos que trocam calor são colocados em dispositivos chamados calorímetros. Esses dispositivos são utilizados para medir a quantidade de calor trocada em processos físicos e químicos, como mudanças de estado, reações químicas ou variações de temperatura em substâncias, e podem ser classificados em dois modelos.

O primeiro modelo é o calorímetro ideal, um modelo teórico que apresenta algumas simplificações para facilitar o estudo dos processos de troca de calor. Suas principais características são o isolamento térmico perfeito, que impede qualquer troca de calor com o ambiente, e a ausência de capacidade térmica própria, ou seja, o calorímetro ideal não absorve nem cede calor (NUSSENZVEIG, 2002). Esse modelo é utilizado para simplificar cálculos, permitindo a aplicação direta do princípio da conservação da energia, no qual o calor cedido por um corpo é igual ao calor absorvido por outro, conforme a expressão:

$$Q_{\text{recebido}} + Q_{\text{absorvido}} = 0 \quad (\text{Eq.4})$$

O segundo modelo é o calorímetro real. Na prática, todos os calorímetros são reais, apresentando características que os diferenciam do modelo ideal. Suas principais propriedades incluem as trocas de calor com o ambiente e a capacidade térmica do próprio calorímetro, que deve ser considerada nos cálculos da quantidade total de calor trocado (GARCÍA, MORENO-PIRAJÁN e GIRALDO, 2007). Dessa forma, a equação do balanço de calor para um calorímetro real é ajustada para incluir a capacidade térmica do dispositivo.

2.4.4 Calor latente

O calor latente é a quantidade de calor recebida, ou perdida, por um corpo, necessária para provocar a mudança de estado físico, sem que haja variação da sua temperatura durante o processo, considerando que esse corpo é formado por uma única substância. Esse tipo de calor está associado a transformações de fase, como a fusão, vaporização, condensação, solidificação e sublimação (NUSSENZVEIG, 2002). A quantidade de calor latente (Q) é calculada pela seguinte expressão:

$$Q = mL \quad (\text{Eq.5})$$

onde (L) é o calor latente específico da substância, que depende da natureza do material e do tipo de mudança de estado e (m) é a massa do corpo. O calor latente pode ser classificado em calor latente de fusão, de vaporização ou de sublimação. Durante o processo de troca de calor latente, a energia fornecida ou retirada é utilizada para quebrar ou formar ligações intermoleculares, sem alterar a temperatura da substância. Esse fenômeno é fundamental em diversos processos naturais e tecnológicos, como o derretimento de geleiras, a ebulição da água e o funcionamento de sistemas de refrigeração (YOUNG e FREEDMAN, 2015).

2.5 PROPAGAÇÃO DE CALOR

A condução térmica é o processo de transferência de calor que ocorre por meio do contato direto entre as partículas de um material, sem que haja o deslocamento da matéria. Esse mecanismo é mais eficiente em sólidos, especialmente nos metais, devido à presença de elétrons livres que facilitam o transporte de energia. Quando uma região de um corpo é aquecida, as partículas dessa área começam a vibrar com maior intensidade, transferindo essa energia para as partículas vizinhas por meio de colisões e interações. Esse fluxo de energia térmica se propaga das regiões de maior temperatura para as de menor

temperatura até que o equilíbrio térmico seja alcançado (HALLIDAY & RESNICK, 2016.).

A convecção térmica é o processo de transferência de calor que ocorre em fluidos (líquidos e gases) por meio do movimento das próprias partículas do fluido, promovido por diferenças de temperatura e, conseqüentemente, de densidade. Quando uma região do fluido é aquecida, suas partículas tornam-se menos densas e sobem, enquanto as partículas mais frias, mais densas, descem, estabelecendo correntes de convecção responsáveis pela circulação do calor. Esse fenômeno pode ocorrer de forma natural, devido às variações de densidade causadas pelo aquecimento (como o ar quente subindo em uma sala), ou de forma forçada, quando um agente externo, como um ventilador ou uma bomba, impulsiona o movimento do fluido (NUSSENZVEIG, 2002).

A irradiação térmica é o processo de transferência de calor que ocorre por meio da emissão de ondas eletromagnéticas, especialmente na forma de radiação infravermelha, sem a necessidade de um meio material para sua propagação. Isso significa que o calor pode ser transferido até mesmo no vácuo, como ocorre com a energia proveniente do Sol que chega à Terra. Todos os corpos emitem radiação térmica, e a quantidade de energia irradiada depende da temperatura do corpo e das características de sua superfície, como a emissividade. Corpos mais escuros e opacos tendem a emitir e absorver mais radiação do que corpos claros e polidos (YOUNG e FREEDMAN, 2015).

2.6 TERMORREGULAÇÃO

De acordo com Carvalho e Mara (2010) a termorregulação é um processo fundamental para a manutenção da homeostase do organismo, especialmente durante a prática de atividades físicas, onde ocorre uma produção significativa de calor, sendo que apenas cerca de 25% da energia química proveniente da oxidação dos nutrientes é convertida em energia mecânica para o movimento, enquanto o restante é transformado em energia térmica.

Inclusive, a própria energia mecânica gerada durante o exercício eventualmente é dissipada na forma de calor, totalizando praticamente 100% da energia convertida em calor. Esse acúmulo de calor eleva a temperatura corporal, sendo necessária sua dissipação para evitar o colapso térmico do organismo. O principal mecanismo de dissipação de calor durante o exercício é a evaporação do suor. No entanto, a eficiência desse mecanismo depende de fatores ambientais, como a umidade relativa do ar, que pode reduzir a taxa de

evaporação e dificultar a liberação do calor corporal (REECE, URRY, CAIN, WASSERMAN, MINORSKY e JACKSON, 2015).

2.7 PERCEPÇÃO INFRAVERMELHA: DA BIOFÍSICA ÀS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

No reino animal, as serpentes do grupo das jararacas, cascavéis e pítons desenvolveram um sofisticado sistema biológico que permite a detecção de radiação infravermelha emitida por presas de sangue quente. Essas serpentes possuem órgãos sensoriais específicos denominados fossetas loreais, estruturas altamente sensíveis localizadas entre os olhos e as narinas, que funcionam como detectores térmicos naturais.

Esses sensores permitem às serpentes caçar eficientemente mesmo em completa escuridão, ao captar pequenas variações térmicas no ambiente, possibilitando localizar suas presas pelo calor corporal emitido. (SILVA, BOCHNER e GIMÉNEZ, 2011). Em analogia a esse mecanismo biológico, a tecnologia militar desenvolveu óculos de visão noturna infravermelha, utilizados amplamente em operações noturnas para identificar fontes de calor. Esses dispositivos tecnológicos captam a radiação térmica emitida por corpos quentes e transformam-na em imagens visíveis ao olho humano.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A presente metodologia propõe a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) em oito etapas, fundamentada por Moreira (2011) com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Esta abordagem visa promover uma sequência de aprendizagem que integre o conhecimento teórico às aplicações práticas e contextuais. O objetivo é garantir a construção da UEPS por meio da criação de estratégias que favoreçam a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, elementos centrais da teoria de Ausubel.

Para a criação da UEPS, é essencial um planejamento detalhado e estruturado, que contemple tanto os aspectos teóricos quanto práticos do ensino de calorimetria. O primeiro passo envolve uma pesquisa aprofundada sobre o tema, permitindo ao professor compreender não apenas os conceitos fundamentais, mas também suas aplicações em contextos diversos, como na biologia, na engenharia e no cotidiano. Essa etapa inicial é crucial, pois orienta a formulação dos objetivos de aprendizagem e a escolha dos recursos didáticos mais adequados para tornar o ensino mais significativo e conectado à realidade dos alunos.

Após essa pesquisa, é necessário avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes, uma vez que a aprendizagem significativa, conforme proposta por Ausubel, parte da conexão entre novas informações e estruturas cognitivas preexistentes. Para isso, a aplicação de um questionário diagnóstico é um recurso fundamental, pois permite identificar as concepções iniciais dos alunos sobre calorimetria.

A análise dessas respostas possibilita ao professor detectar eventuais lacunas conceituais e adaptar sua abordagem para garantir uma progressão adequada do aprendizado. Essa etapa deve ser realizada em um encontro de, no máximo, 1 hora, garantindo tempo suficiente para a aplicação do questionário, a discussão dos resultados e as primeiras intervenções pedagógicas para correção de possíveis equívocos conceituais.

Com base nos resultados dessa avaliação inicial, a próxima fase consiste no fortalecimento dos conceitos essenciais, priorizando a construção do conhecimento por meio de exemplos práticos e aplicações concretas. A explicação dos conteúdos deve enfatizar a importância do calor específico na regulação térmica de diferentes ambientes e organismos, explorando conexões com a biologia e a ecologia para reforçar a interdisciplinaridade.

Esse aprofundamento teórico é fundamental para preparar os alunos para a etapa

seguinte, que envolve experimentação e exercícios práticos. Essa etapa deve ocorrer em um encontro de 1 hora, garantindo que os alunos tenham tempo suficiente para assimilar os conceitos, participar das discussões e relacionar os conteúdos com diferentes contextos antes da realização das atividades experimentais.

A realização de atividades experimentais é um dos pilares desta proposta, pois favorece a aprendizagem ativa e a consolidação dos conceitos. A seleção de experimentos deve considerar as dificuldades identificadas nas etapas anteriores, permitindo que os alunos investiguem fenômenos térmicos de maneira prática e aplicada.

Além dos experimentos, listas de exercícios de fixação auxiliam no domínio das fórmulas e na compreensão quantitativa dos processos de transferência de calor. Essa etapa deve ser conduzida de forma flexível, com o tempo de 3 horas, respeitando o ritmo da turma e garantindo que todos os alunos tenham a oportunidade de interagir com os conceitos de maneira significativa.

Outra abordagem fundamental é a explicação contextualizada dos meios de propagação de calor, promovendo a compreensão dos processos de condução, convecção e radiação. A relação desses fenômenos com o cotidiano e suas aplicações tecnológicas, como o funcionamento de isolantes térmicos, correntes de convecção atmosféricas e sistemas de aquecimento e refrigeração, torna o aprendizado mais concreto e relevante. Esse aprofundamento, que deve ser feito em um encontro de 1 hora, permite aos alunos perceberem a aplicabilidade dos conceitos estudados em diversas situações do mundo real.

Para garantir que os conhecimentos adquiridos sejam efetivamente assimilados, a etapa seguinte desafia os alunos a aplicarem os conteúdos de maneira integrada. A resolução de problemas contextualizados, associados a aplicações tecnológicas, proporciona uma oportunidade para os estudantes consolidarem seus aprendizados de forma crítica e reflexiva. Essa abordagem, que deve ser realizada no máximo em 1 hora, contribui para o desenvolvimento das competências científicas previstas na BNCC, preparando os alunos para a análise e interpretação de fenômenos físicos em diferentes contextos.

A avaliação da aprendizagem ocorre por meio de um simulado diagnóstico, com duração de 2 horas, no qual os alunos são expostos a questões que englobam os conteúdos trabalhados ao longo da sequência didática. Essa atividade tem como propósito identificar os pontos fortes e as dificuldades remanescentes, permitindo ao professor reavaliar sua abordagem e planejar intervenções pedagógicas direcionadas. Além disso, a análise dos resultados possibilita ajustes para aprimorar futuras aplicações da metodologia, garantindo

um ensino mais eficiente e alinhado às necessidades dos alunos.

Por fim, a última etapa da construção da UEPS envolve uma reflexão crítica sobre todo o processo de ensino-aprendizagem. O professor deve avaliar se os objetivos foram alcançados, observando o desempenho dos alunos e a eficácia das estratégias utilizadas. A identificação de pontos de melhoria é essencial para aperfeiçoar a proposta e garantir sua aplicabilidade em diferentes turmas. Esse processo contínuo de avaliação e adaptação fortalece a prática docente, promovendo um ensino mais significativo e contextualizado.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia.



Fonte:

Própria (2025).

4 UEPS SUGERIDA PARA O ENSINO DE CALORIMETRIA

Primeira Etapa da UEPS: Definição do Tópico e Abordagem Metodológica

Nesta etapa inicial, o professor deve estruturar o ensino de calorimetria de forma interdisciplinar, com ênfase em analogias e discussões que promovam a participação ativa dos estudantes. O objetivo não é apenas transmitir conteúdos conceituais, mas também desenvolver a capacidade de análise crítica dos fenômenos térmicos e suas aplicações tecnológicas e ambientais, tornando o aprendizado mais significativo e relevante para a realidade dos alunos.

Segunda Etapa da UEPS: Aplicação Diagnóstica

Nesta etapa, inicia-se a aplicação prática da UEPS em sala de aula. O professor deve aplicar uma atividade diagnóstica, que está em anexo, para explorar os conhecimentos prévios dos alunos. Em seguida, realiza-se uma roda de conversa informal com a discussão de questões-chaves que permitem abordar o conceito de calor e suas aplicações:

a) O que é calor para você?

Inicialmente, é fundamental que o professor conceitue o calor como a transferência de energia térmica de um corpo com maior temperatura para outro com temperatura inferior. Em seguida, deve-se explicar que a temperatura é uma grandeza física que mede o grau de agitação das moléculas de um corpo. Posteriormente, o docente deve apresentar a definição de energia, destacando que se trata de uma grandeza física responsável pela realização de trabalho por um corpo ou sistema. Em termos mais simples, quando um corpo ganha ou perde energia, ocorrem alterações em suas propriedades ou em seu estado.

Além disso, é relevante mencionar que existem diferentes formas de energia, cujas aplicações na natureza promovem diversos fenômenos físicos. Uma dessas formas de energia é a energia térmica, na qual o professor pode explicá-la, de forma introdutória, como a energia capaz de alterar a temperatura de um corpo ou de provocar mudanças de estado físico da matéria.

Para facilitar a compreensão do conceito de calor, sugere-se o uso de analogias. Uma possibilidade é comparar a transferência de energia térmica ao movimento de um objeto em

queda: assim como um corpo tende a deslocar-se de uma posição mais elevada para uma mais baixa devido à ação da gravidade, a energia térmica flui espontaneamente de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura. Essa analogia ilustra a ideia de existir uma ordem natural de ocorrência de fenômenos naturais.

b) Você acha que o frio 'entra' no corpo ou que o corpo 'perde calor'?

O professor deve iniciar a discussão esclarecendo que o frio, enquanto entidade física, não existe, ou seja, não se trata de algo que se movimenta. Essa afirmação tende a despertar a curiosidade e o estranhamento dos estudantes, promovendo um ambiente propício para a aprendizagem. Em seguida, o docente deve reforçar que o calor, conforme explicado anteriormente, é o fluxo de energia térmica. Por outro lado, o frio corresponde a uma sensação biológica decorrente da perda de calor do corpo para o ambiente ou para outro corpo.

Deve-se destacar que, quando o organismo perde calor, sua temperatura tende a diminuir. Nesse contexto, o cérebro, especificamente o hipotálamo — região responsável pela manutenção da homeostase (equilíbrio interno do corpo) —, ativa mecanismos fisiológicos destinados à preservação do calor corporal. Esses mecanismos resultam na sensação que denominamos frio.

c) Por que sentimos frio mesmo quando estamos suando?

Conforme mencionado anteriormente, o hipotálamo é uma região do cérebro responsável por controlar e manter a homeostase do organismo. Dentre suas funções, destaca-se a termorregulação, que consiste na regulação da temperatura corporal. Quando o hipotálamo detecta variações térmicas, como o aumento da temperatura corporal, ele ativa mecanismos de resfriamento, sendo a sudorese um dos principais.

O suor, produzido pelas glândulas sudoríparas, é liberado na superfície da pele com o objetivo de dissipar o excesso de calor do corpo. O resfriamento ocorre porque, para que o suor evapore, é necessário que ele absorva energia térmica da pele. Considerando que a maior parte do suor é composta por água, e que a transição da água do estado líquido para o gasoso requer uma quantidade significativa de energia, esse processo resulta em uma perda substancial de energia térmica do organismo. Conforme discutido na questão anterior, a perda de energia térmica provoca o resfriamento corporal.

d) Por que nosso corpo esquenta durante a prática de exercícios físicos?

O docente deve iniciar a explicação destacando que o aumento da taxa metabólica nos músculos, durante a realização de exercícios físicos, gera muito calor como subproduto. Em seguida, é fundamental esclarecer que o metabolismo refere-se ao conjunto de reações químicas que ocorrem no interior do organismo. Entre essas reações, destaca-se a respiração celular, na qual a energia química armazenada em determinadas moléculas, como a glicose, é convertida em energia mecânica, utilizada pelo corpo para a realização de movimentos. De acordo com as leis da Termodinâmica, toda conversão de um tipo de energia em outro envolve a liberação de calor.

Uma analogia interessante para facilitar a compreensão desse processo é compará-lo ao funcionamento de um carro. No carro, a gasolina, que armazena energia química, é submetida à combustão no motor para gerar energia mecânica, permitindo o movimento do veículo. De forma similar, no corpo humano, a glicose funciona como "combustível", sendo processada através da respiração celular nos músculos, que atuam como "motores" biológicos.

Em ambos os casos — tanto na combustão da gasolina quanto na respiração celular da glicose — o processo não é totalmente eficiente, uma vez que parte da energia é dissipada na forma de calor. Assim como o motor de um carro esquenta durante o uso, o corpo humano também aumenta sua temperatura durante a atividade física.

Durante a prática de atividades físicas, a taxa metabólica basal é elevada, ou seja, há um aumento na velocidade das reações químicas, intensificando a respiração celular e, conseqüentemente, a produção de calor. De forma análoga, quando um carro é submetido a um uso mais intenso, como em altas velocidades, o motor também trabalha mais, aumentando o consumo de combustível e, com isso, a liberação de calor.

Tanto no corpo humano quanto no motor do carro, o aumento da "carga de trabalho" resulta em maior dissipação de energia térmica. Esse fenômeno está diretamente relacionado aos princípios da Termodinâmica, que explicam como a eficiência dos processos de conversão de energia nunca é total, sempre ocorrendo perdas energéticas sob a forma de calor.

Terceira Etapa da UEPS: Conceituação de Capacidade Térmica e Calor Específico no Contexto Ambiental

A situação-problema pode ser introduzida pelo professor destacando o contraste térmico entre zonas urbanas e rurais, evidenciando como o ambiente construído e a vegetação influenciam a variação de temperatura. Nas áreas urbanas, o acúmulo de asfalto, concreto e edifícios cria o chamado efeito de ilha de calor, onde as temperaturas se elevam significativamente durante o dia e permanecem altas à noite. Isso ocorre porque materiais como o asfalto possuem baixo calor específico e alta capacidade de absorver e reter calor, liberando-o lentamente mesmo após o pôr do sol.

Em contrapartida, nas zonas rurais, a presença abundante de vegetação contribui para temperaturas mais amenas, especialmente durante a noite. As plantas, por meio da transpiração, ajudam a dissipar o calor, e o solo coberto por vegetação tem maior capacidade de reter umidade, o que favorece um resfriamento mais eficiente após o declínio da radiação solar.

Seguindo essa lógica, o professor pode ampliar a discussão para ambientes extremos, como o deserto do Saara, onde a variação de temperatura é ainda mais acentuada. Durante o dia, as temperaturas atingem níveis extremamente elevados, enquanto à noite caem drasticamente, resultando em um ambiente de extremos térmicos. Esse fenômeno ocorre devido a diversos fatores, sendo um dos principais o baixo calor específico da areia. A areia aquece rapidamente sob a intensa radiação solar, acumulando calor em sua superfície em um curto período de tempo.

No entanto, devido à sua baixa capacidade de retenção de calor, esse mesmo calor é rapidamente perdido durante a noite, quando a radiação solar cessa, resultando em temperaturas significativamente mais baixas. Essa sequência lógica permite que os alunos compreendam como diferentes superfícies e características ambientais influenciam a absorção e a dissipação de calor, após os exemplos é importante que o professor descreva a definição formal e matemática do calor específico e da capacidade térmica com base no tópico 2.4.2. do referencial teórico.

Outro fator relevante para esse fenômeno observado no deserto é a baixa umidade do ar característica desse ambiente. A água possui um alto calor específico, em contraste com a areia, o que lhe confere uma grande capacidade de retenção de calor, contribuindo para a regulação térmica em diferentes contextos, como no efeito estufa.

Em regiões desérticas, a baixa umidade do ar resulta em uma capacidade limitada de retenção de calor, o que favorece a rápida dissipação da energia térmica acumulada durante o dia, provocando uma acentuada queda de temperatura à noite. Observa-se que

os diferentes calores específicos das substâncias, aliados a outros fatores climáticos, influenciam o controle térmico em distintos ecossistemas, promovendo adaptações evolutivas específicas nos organismos que neles habitam.

Em ambientes frios, por exemplo, muitas espécies desenvolveram adaptações morfológicas e fisiológicas para minimizar a perda de calor. Entre essas adaptações, destacam-se a presença de gordura subcutânea, que atua como isolante térmico, e pelagens densas que reduzem a dissipação de energia térmica. Além disso, a termogênese, que é a produção de calor metabólico, contribui para a manutenção da temperatura corporal.

Alguns animais apresentam ainda estratégias comportamentais, como a hibernação, que reduz o metabolismo durante períodos de frio extremo. Curiosamente, há anfíbios com tolerância ao congelamento, que produzem substâncias crioprotetoras, capazes de proteger suas células contra danos provocados pelo congelamento.

Em contraste, em ambientes quentes, predominam adaptações voltadas para a eficiência na dissipação de calor. Animais adaptados a essas condições frequentemente apresentam maior superfície corporal exposta, como orelhas grandes em mamíferos do deserto, que facilitam a troca de calor com o ambiente. A presença de pelos curtos e finos também favorece a perda de calor, enquanto adaptações fisiológicas, como a eficiência na conservação de água, através da eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada, são essenciais para a sobrevivência em climas áridos. Além disso, muitas espécies adotam comportamentos adaptativos, como a atividade noturna, para evitar a exposição direta ao calor intenso durante o dia.

Quarta Etapa da UEPS: Análise Experimental e Quantitativa

O professor deverá aprofundar a compreensão dos conceitos físicos previamente introduzidos, por meio da realização de experimentos e análises quantitativas. O objetivo é consolidar o entendimento dos estudantes acerca dos fenômenos relacionados à calorimetria, promovendo a aplicação prática do conhecimento teórico. Todas as listas de exercícios e os roteiros dos experimentos, que devem ser feitos nessa etapa, estão em anexo.

Quinta Etapa da UEPS: Meios de Propagação de Calor e Suas Aplicações

Nesta etapa, o objetivo é aprofundar o entendimento dos alunos sobre os três

principais mecanismos de propagação de calor: condução, convecção e radiação. O professor deverá contextualizar esses processos com exemplos do cotidiano e suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento, promovendo uma abordagem interdisciplinar.

Para ilustrar a condução térmica de forma prática, o professor realizará um experimento simples com os alunos. Serão utilizados dois copos, um de alumínio e outro de plástico, ambos contendo cubos de gelo. Em seguida, o professor solicitará que os alunos segurem os dois copos e relatem qual deles aparenta estar mais frio. A resposta mais comum será que o copo de alumínio parece mais frio. Nesse momento, o professor deve questionar os alunos sobre o motivo dessa percepção e iniciar uma discussão com base nas respostas obtidas.

Será oportuno relembrar os conhecimentos adquiridos em aulas anteriores, destacando que o frio é, na verdade, uma sensação térmica associada à perda de calor da pele para o ambiente ou para um material específico. Esse resgate conceitual conduzirá a uma reflexão sobre as propriedades térmicas dos materiais que compõem os copos.

A partir da discussão, os alunos poderão deduzir que o copo de alumínio promove uma transferência de calor mais eficiente da pele para o gelo, devido à sua alta condutividade térmica, enquanto o copo de plástico, por ser um isolante térmico, reduz essa transferência. Na sequência, o professor apresentará formalmente o conceito de condução térmica, explicando que esse é o processo pelo qual o calor se propaga através da matéria, sendo mais eficiente em materiais condutores, como os metais, e menos eficiente em materiais isolantes, como o plástico.

Após as informações, torna-se mais fácil para os alunos analisarem as diversas aplicações de materiais com baixa e alta condutividade térmica. O professor pode exemplificar o uso do isopor como isolante térmico, frequentemente utilizado para retardar o aquecimento de bebidas. O isopor atua como isolante térmico devido à presença de ar em sua estrutura, já que o ar possui baixa condutividade térmica, dificultando a transferência de calor.

Outro exemplo relevante é o dos dissipadores de calor em dispositivos eletrônicos, como notebooks. Esses dissipadores são fabricados com metais de alta condutividade térmica, como o alumínio e o cobre, que absorvem o calor gerado pelos processadores e o conduzem para longe dos componentes sensíveis, prevenindo o superaquecimento e garantindo o bom funcionamento do equipamento.

O professor também pode citar exemplos do reino animal, como os ursos polares,

que possuem espessas camadas de gordura subcutânea, funcionando como isolantes térmicos naturais. Essa adaptação reduz a perda de calor para o ambiente externo, auxiliando na manutenção da temperatura corporal em regiões extremamente frias.

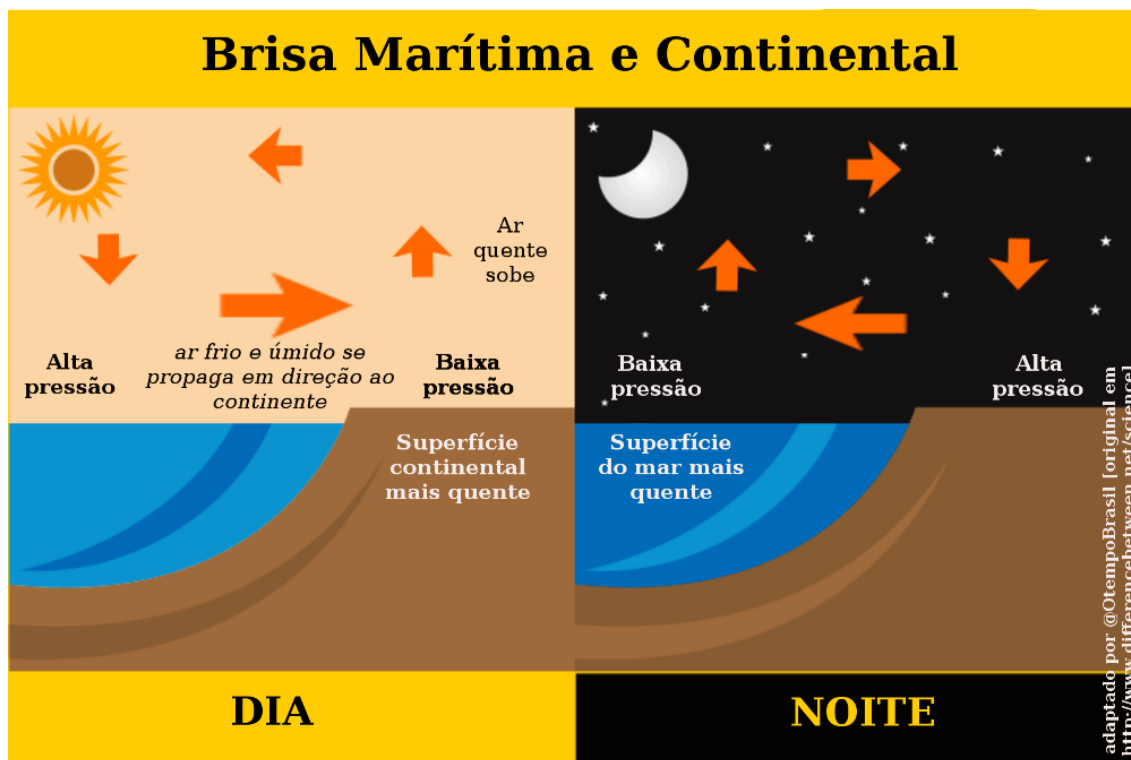
Para início da discussão sobre convecção térmica, pode ser destacado pelo professor o motivo pelo qual os aparelhos de ar-condicionado geralmente são instalados na parte superior das paredes. Isso ocorre porque o ar-condicionado resfria o ar, tornando-o mais denso. O ar resfriado, por ser mais denso, tende a descer, enquanto o ar quente, menos denso, sobe, estabelecendo assim uma corrente de convecção que promove a circulação do ar no ambiente.

Da mesma forma, é possível explicar por que os aquecedores, que funcionam de maneira oposta ao ar-condicionado, costumam ser posicionados na parte inferior dos ambientes. Isso acontece porque o ar aquecido torna-se menos denso, fazendo com que suba naturalmente, enquanto o ar frio, mais denso, permanece na parte inferior. Esse posicionamento favorece uma circulação eficiente do ar quente, promovendo um aquecimento uniforme do espaço.

Outro exemplo interessante que pode ser citado é a explicação das brisas marítimas e terrestres em zonas litorâneas, fenômenos que estão relacionados aos conceitos já estudados de calor específico. Durante o dia, o solo aquece mais rapidamente que o mar devido ao seu baixo calor específico. O aquecimento do solo faz com que o ar sobre ele também se aqueça, tornando-se menos denso e ascendendo. Por outro lado, a água do mar, que possui um calor específico elevado, demora mais para aquecer. Como resultado, o ar quente sobe sobre a terra, enquanto o ar mais frio do mar se desloca para o continente, formando a brisa marítima.

À noite, ocorre o processo inverso. A água do mar, que acumulou calor durante o dia, libera essa energia mais lentamente, permanecendo relativamente quente por mais tempo, enquanto a terra esfria rapidamente devido à sua baixa capacidade de retenção térmica. Nesse cenário, o ar sobre o mar aquece e sobe, enquanto o ar mais frio da terra se desloca para o mar, originando a brisa terrestre. Conforme é mostrado na figura:

Figura 2 – Brisa marítima e continental.



Fonte: Meteored.

Para abordar o conceito de irradiação térmica o professor pode utilizar o exemplo da sensação de calor próximo a uma churrasqueira: mesmo sem tocar nas chamas, o calor é percebido devido à transferência de energia por radiação infravermelha. Esse tipo de radiação não requer um meio material para se propagar, o que explica sua eficácia em ambientes com ar rarefeito ou até mesmo no vácuo.

O docente pode usar um exemplo bastante comum que se refere à diferença na absorção de calor por roupas de cores distintas, como brancas e pretas. O professor deve explicar que essa diferença está relacionada aos fenômenos físicos da interação da luz com a matéria. O branco reflete a maior parte das radiações do espectro eletromagnético, incluindo o infravermelho, enquanto o preto, por absorver todas as cores visíveis, também absorve de forma mais eficiente a radiação infravermelha, resultando em maior aquecimento.

Buscando demonstrar esse conceito de forma prática, o professor pode realizar um experimento simples utilizando uma lupa, balões brancos, pretos e transparentes. Inicialmente, deve-se concentrar os raios solares com a lupa sobre o balão branco e o transparente, observando que eles não estouram imediatamente. Em seguida, o mesmo procedimento é realizado com o balão preto, que estoura rapidamente devido à maior

absorção da radiação térmica.

Para reforçar o conceito, o professor pode colocar um balão preto dentro de um balão transparente e repetir o experimento. O resultado esperado é que o balão preto estoure, enquanto o transparente permanece intacto. Esse fenômeno ocorre porque o balão transparente permite a passagem da radiação térmica, enquanto o balão preto a absorve, convertendo-a em calor.

Outro exemplo relevante é o efeito estufa, um processo natural essencial para a manutenção da temperatura da Terra em níveis adequados para a vida. Esse fenômeno ocorre quando a radiação solar, composta principalmente por luz visível e radiação ultravioleta, atravessa a atmosfera e atinge a superfície terrestre, aquecendo-a. Em resposta, a superfície da Terra reemite parte dessa energia na forma de radiação infravermelha, que possui maior comprimento de onda.

No entanto, essa radiação infravermelha não escapa completamente para o espaço, pois é parcialmente absorvida e reemitida por gases de efeito estufa presentes na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e o vapor d'água (H_2O). Esse processo de absorção e reemissão da radiação infravermelha contribui para o aquecimento da atmosfera, funcionando como um cobertor térmico que retém o calor próximo à superfície terrestre.

Uma analogia interessante que pode ser explorada em sala de aula é a comparação com as estufas agrícolas. Nesses ambientes controlados, a luz solar entra através do material transparente, geralmente vidro ou plástico, aquecendo o interior da estufa. O calor gerado é retido, dificultando sua dissipação para o ambiente externo, o que mantém a temperatura interna mais elevada. Embora o mecanismo físico envolva mais a redução da convecção do que a absorção da radiação infravermelha, o conceito de retenção de calor é semelhante ao do efeito estufa atmosférico, facilitando a compreensão dos alunos.

O professor pode aproveitar esse momento para destacar os impactos ambientais associados à intensificação do efeito estufa, provocada pelo aumento da concentração de gases de origem antrópica, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis, desmatamento e atividades agropecuárias. Esse desequilíbrio no ciclo natural do carbono contribui para o aquecimento global, afetando o clima, acelerando o derretimento de calotas polares, aumentando o nível do mar e provocando eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, tempestades intensas e alterações nos padrões de precipitação, com impactos diretos sobre os ecossistemas e a biodiversidade.

Um dado interessante a ser mencionado é que, embora Mercúrio seja o planeta mais

próximo do Sol, Vênus é o mais quente do sistema solar. Isso se deve ao seu intenso efeito estufa, causado por uma densa atmosfera rica em dióxido de carbono e nuvens de ácido sulfúrico, que retêm de forma eficiente a radiação infravermelha. Esse processo mantém temperaturas extremamente elevadas em sua superfície, superiores a 460 °C, mesmo sendo o segundo planeta em relação à distância do Sol. Esse exemplo reforça como o efeito estufa pode ser benéfico em equilíbrio, mas devastador quando intensificado além dos limites naturais.

Sexta Etapa da UEPS: Aplicações Tecnológicas da Calorimetria

O docente pode iniciar a discussão contextualizando o período da pandemia de COVID-19, quando houve um aumento significativo no uso de termômetros digitais em locais públicos e privados para monitorar a temperatura corporal das pessoas como medida preventiva. Esse contexto oferece uma excelente oportunidade para explorar o funcionamento dos diferentes tipos de termômetros, destacando suas vantagens, limitações e a importância da correta utilização para obter resultados precisos.

Seria interessante que o professor levasse para a sala de aula um termômetro digital e um termômetro de mercúrio, a fim de realizar uma comparação prática entre seus mecanismos de funcionamento. O termômetro de mercúrio, por exemplo, é um dispositivo tradicional que funciona com base na dilatação térmica do mercúrio. Ele deve ser colocado em contato direto com o corpo, em regiões que permitam uma medição precisa, como a axila, a cavidade oral (sob a língua). Durante o processo, o calor é transferido do corpo para o termômetro até que seja alcançado o equilíbrio térmico, o que faz com que o mercúrio se expanda e suba pelo capilar do bulbo, permitindo a leitura da temperatura corporal.

Por outro lado, o termômetro digital, amplamente utilizado durante a pandemia, apresenta a vantagem de realizar medições de forma rápida e, em muitos casos, sem a necessidade de contato físico direto, especialmente os modelos com sensores infravermelhos. Esses dispositivos captam a radiação infravermelha emitida naturalmente pela pele do corpo humano, especialmente em áreas com maior fluxo sanguíneo próximo à superfície, como a testa ou a têmpora. O sensor converte essa radiação em sinais elétricos que são processados e exibidos em um visor digital, proporcionando uma leitura quase instantânea da temperatura corporal.

Contudo, durante a pandemia, observou-se que muitas pessoas cometiam erros na utilização dos termômetros digitais, realizando medições em locais inadequados, como o

pulso ou áreas cobertas por roupas, o que resultava em leituras imprecisas. Para garantir a precisão, o professor pode destacar que, em termômetros digitais infravermelhos, as medições devem ser feitas em áreas expostas e bem vascularizadas, como a testa ou a têmpora. Já para os termômetros digitais de contato, locais como a axila ou a cavidade oral continuam sendo adequados, desde que o dispositivo permaneça em contato com a pele pelo tempo indicado no manual do fabricante.

Após essa explicação teórica, o professor pode propor uma dinâmica prática com os alunos, utilizando diferentes tipos de termômetros para medir a temperatura corporal em locais distintos, como a testa, o pulso e a axila. O objetivo dessa atividade é observar as variações nos resultados, discutir a importância da escolha do local de medição e compreender as limitações de cada método. Essa prática não apenas reforça o conteúdo aprendido, mas também estimula o pensamento crítico sobre o uso de tecnologias no cotidiano.

Em seguida, o professor pode despertar a curiosidade dos alunos ao discutir o motivo pelo qual era necessário medir a temperatura das pessoas para entrar em determinados ambientes durante o período da COVID-19. Essa medição era fundamental, uma vez que a febre é um dos sintomas mais comuns da doença e um indicativo de que o corpo está respondendo a uma possível infecção. O professor pode explicar que, devido ao processo de homeostase do corpo humano, o organismo mantém uma temperatura média em torno de $36,5^{\circ}\text{C}$ a 37°C . No entanto, quando o corpo entra em contato com agentes patogênicos, como vírus e bactérias, o sistema imunológico ativa mecanismos de defesa que resultam no aumento da temperatura corporal, caracterizando a febre.

Esse aumento da temperatura é uma resposta fisiológica natural que visa dificultar a sobrevivência e a replicação dos microrganismos invasores. A elevação da temperatura contribui para desnaturar proteínas essenciais ao metabolismo dos patógenos e inibir reações químicas necessárias para sua multiplicação. No entanto, quando a febre atinge níveis elevados e se prolonga por muito tempo, pode levar a um quadro de hipertermia, uma condição que representa um risco à saúde, podendo causar danos aos tecidos e aos órgãos.

Nesses casos, é necessária intervenção médica para controlar a temperatura corporal e evitar complicações mais graves. Essa abordagem interdisciplinar, que combina teoria, prática e contextualização histórica, proporciona aos alunos uma compreensão mais ampla dos conceitos de temperatura, transferência de calor e regulação térmica do corpo humano, além de destacar a relevância da Física no cotidiano e em situações de interesse global, como a pandemia.

Outro exemplo que pode ser utilizado para contextualizar o conceito de transferência de calor é o processo de ultrapasteurização, conhecido como UHT (Ultra High Temperature), que é amplamente utilizado na conservação de alimentos líquidos, especialmente o leite. Nesse método, o leite é submetido a um aquecimento a temperaturas extremamente elevadas, geralmente entre 135°C e 150°C, por um curto intervalo de tempo, variando de 2 a 5 segundos, seguido de um resfriamento rápido e imediato. O objetivo desse aquecimento intenso, mas breve, é eliminar microrganismos patogênicos e deteriorantes, incluindo bactérias, vírus e esporos, sem comprometer significativamente as propriedades nutricionais e o sabor do alimento.

O processo UHT é altamente eficiente porque a combinação de temperatura elevada e curto tempo de exposição reduz o impacto sobre as proteínas e vitaminas sensíveis ao calor, diferentemente dos métodos de pasteurização tradicionais, que utilizam temperaturas mais baixas por períodos mais longos. Após o tratamento térmico, o leite é embalado em condições assépticas em embalagens cartonadas com camadas de proteção que impedem a entrada de luz, ar e contaminantes externos. Isso permite que o produto tenha uma vida útil prolongada, podendo durar até seis meses sem a necessidade de refrigeração, desde que a embalagem permaneça intacta e fechada.

O professor pode enriquecer essa discussão explicando a importância do resfriamento imediato após o aquecimento, que não apenas preserva a qualidade do alimento, mas também impede a proliferação de microrganismos termorresistentes que poderiam sobreviver em temperaturas moderadas. Além disso, pode-se explorar o conceito de troca térmica rápida, comparando o processo UHT com o resfriamento de objetos quentes em água fria, destacando a eficiência dos processos de condução e convecção no controle da temperatura.

Como atividade prática simples, o professor pode propor um experimento para ilustrar a importância do controle da temperatura e do tempo de exposição ao calor. Os alunos podem comparar o efeito do aquecimento em diferentes líquidos, como água, leite e suco, utilizando recipientes pequenos e uma fonte de calor controlada (como um fogareiro de laboratório). O objetivo seria aquecer cada líquido por diferentes períodos de tempo e observar as alterações em aspectos como a cor, o aroma e a formação de espuma.

Em seguida, os líquidos poderiam ser resfriados rapidamente em um banho de gelo para simular o processo de resfriamento imediato do UHT. Essa atividade permite que os alunos compreendam, de forma prática, como o tempo e a intensidade do calor influenciam as propriedades dos líquidos, além de reforçar conceitos de transferência de calor e

conservação de alimentos.

Pode-se citar também a terapia por hipotermia controlada, que é um tratamento médico avançado que consiste em reduzir intencionalmente a temperatura corporal do paciente para níveis abaixo do normal, geralmente entre 32°C e 34°C, com o objetivo de proteger o cérebro e outros órgãos contra danos após eventos críticos. Esse método é especialmente relevante em situações de parada cardiorrespiratória, acidente vascular cerebral (AVC) e traumatismo cranioencefálico, onde a falta de oxigênio (hipóxia) pode causar lesões irreversíveis nos tecidos.

Conforme estudado na etapa 2, durante o exercício físico, o aumento da temperatura corporal está diretamente relacionado à intensificação das reações químicas no organismo. Esse aumento ocorre porque a atividade física eleva a taxa metabólica, acelerando processos bioquímicos que produzem energia, como a respiração celular, o que resulta em maior geração de calor como subproduto. Assim, o corpo precisa dissipar esse calor para manter a homeostase térmica. Por outro lado, a lógica inversa se aplica na terapia por hipotermia controlada. Ao reduzir a temperatura corporal, ocorre uma diminuição significativa da taxa metabólica, o que leva à desaceleração das reações químicas no organismo.

Esse resfriamento controlado reduz o metabolismo cerebral e, conseqüentemente, a demanda por oxigênio e glicose, substâncias essenciais para o funcionamento das células nervosas. Esse efeito é crucial em situações de hipóxia, pois o menor consumo de oxigênio e energia contribui para a proteção do tecido nervoso, retardando a morte celular e minimizando os danos causados pela falta de oxigênio.

Essa relação entre temperatura e metabolismo evidencia como o controle térmico pode ser utilizado tanto para otimizar o desempenho físico, como no caso do exercício, quanto para proteger órgãos vitais em situações críticas, como na terapia por hipotermia. Essa compreensão também reforça a importância da regulação térmica no corpo humano e de como pequenas variações de temperatura podem ter impactos significativos em processos fisiológicos fundamentais.

Sétima Etapa da UEPS: Simulado Avaliativo

A sétima etapa da UEPS consiste na aplicação de um simulado avaliativo com o objetivo de diagnosticar o nível de compreensão dos alunos sobre os conhecimentos adquiridos ao longo da sequência didática de calorimetria. O simulado será composto por

questões objetivas e dissertativas, abrangendo os principais conceitos trabalhados, como calor, temperatura, capacidade térmica, calor específico, calor sensível, calor latente e os mecanismos de propagação de calor.

As questões serão elaboradas de forma a avaliar tanto a compreensão teórica quanto a capacidade de aplicar o conhecimento em situações-problema e contextos interdisciplinares. O professor deverá utilizar os resultados do simulado para identificar possíveis dificuldades de aprendizagem e ajustar estratégias pedagógicas, promovendo atividades de reforço ou aprofundamento, se necessário.

Oitava Etapa da UEPS: Avaliação Reflexiva da UEPS

Nesta última etapa, o professor realizará uma análise reflexiva de todo o processo de aplicação da UEPS, considerando as atividades desenvolvidas em sala de aula e os resultados obtidos no simulado avaliativo. O objetivo é verificar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados de forma satisfatória, identificando os pontos fortes e as possíveis lacunas no processo de ensino-aprendizagem. O docente deve avaliar o desempenho dos alunos, a eficácia das estratégias didáticas utilizadas e o nível de engajamento durante as atividades.

Com base nessa análise, o professor registrará observações sobre o que funcionou bem e o que poderia ser aprimorado, servindo como base para futuras adaptações da UEPS. Essas anotações serão essenciais para ajustar e otimizar a sequência didática em turmas futuras, promovendo uma melhoria contínua na prática pedagógica e no desenvolvimento da aprendizagem significativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento da proposta, foi possível integrar de forma eficiente os conceitos de calorimetria com aplicações tecnológicas e fenômenos biológicos, em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A inclusão de fenômenos térmicos observáveis no meio ambiente e a contextualização de adaptações biológicas de seres vivos permitiram uma abordagem interdisciplinar que deve favorecer a compreensão ampla e integrada dos conteúdos, aproximando o conhecimento científico da realidade dos alunos.

Além da fundamentação teórica e da contextualização, a proposta foi enriquecida com atividades práticas, incluindo experimentos simples e exercícios diversificados, que visam estimular o pensamento crítico e a curiosidade científica dos alunos. Essas atividades foram planejadas para facilitar o trabalho docente, oferecendo um roteiro flexível e adaptável a diferentes contextos escolares, o que torna a proposta acessível para qualquer professor de Física, independentemente dos recursos disponíveis. A sequência didática permite que o professor selecione e adapte as atividades de acordo com o perfil da turma, promovendo uma experiência de aprendizagem mais personalizada.

Os objetivos delineados na introdução deste trabalho foram alcançados, proporcionando uma proposta que deve contribuir para a melhoria do ensino de calorimetria no Ensino Médio. A abordagem adotada demonstrou potencial para promover uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos, desenvolver competências e habilidades essenciais previstas na BNCC e estimular a formação de estudantes mais críticos, reflexivos e capazes de aplicar o conhecimento científico em diversas situações do cotidiano.

Por fim, espera-se que esta proposta possa inspirar novas práticas pedagógicas, incentivando a constante busca por metodologias de ensino que tornem o aprendizado da Física mais relevante e significativo. O compromisso com a contextualização, interdisciplinaridade e a valorização do conhecimento prévio dos alunos é fundamental para a construção de um ensino de Física que contribua efetivamente para a formação de cidadãos conscientes e preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000
- BANDEIRA, Francisco Jadson Silva. **Estratégias de ensino utilizadas para formação de enfermeiros na perspectiva da aprendizagem significativa**. 2024. 191 f. Tese (Doutorado em Enfermagem e Saúde) - Escola de Enfermagem, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- CALÇADA, Caio Sérgio; SAMPAIO, José Luiz. **Física Clássica: volume 2**. São Paulo: Atual, 2012.
- CARVALHO, T.; MARA, L. S. **Hidratação e nutrição no esporte**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 16, n. 2, p. 144-148, 2010.
- COSTA JÚNIOR, João Fernando et al. **Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. REBENA: Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, v. 5, p. 51-68, 2023. ISSN 2764-1368. Disponível em: https://rebena.emnuvens.com.br/revista/index(https://rebena.emnuvens.com.br/revista/index). Acesso em: 9 fev. 2025.
- GARCÍA, Vanessa; MORENO-PIRAJÁN, Juan Carlos; GIRALDO, Liliana. **Construcción de un Calorímetro para la Determinación de Entalpías de Inmersión**. Información Tecnológica, v. 18, n. 3, p. 59-70, 2007.
- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: volume 2**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.
- GHIGGI, Caroline Maria; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; VIZZOTTO, Patrick Alves. **Relato da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de conteúdos de termologia**. REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Cornélio Procópio (PR), v. 7, n. 2, p. 76-90, 2023. ISSN: 2526-9542.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: eletricidade e magnetismo**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.
- MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: contexto e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2013.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Desafios no ensino da física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Porto Alegre, v. 43, supl. 1, e20200451, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 2, pág. 43-63, 2011.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, pág. 43-55, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio; PANTOJA, Glauco Cohen. **Unidades de ensino significativas em indução eletromagnética: um estudo sobre a conceitualização de estudantes de nível superior**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 3, pág. 1420-1452, 2021.

NEWTON, Villas; HELOU, Ricardo; GUALTER, José. **Tópicos de Física v. 2**. 19. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

NUSSENZVEIG, Moysés. **Física básica: volume 2 – fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, Santiago. UNESP. **Condução térmica**. Universidade Estadual Paulista, [s.d.]. Disponível em: <https://pessoas.feb.unesp.br/santiago/files/Apostila-Conducao-Termica.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2025.

OUSSA, Haylan Cleiton Montele de; PANTOJA, Glauco Cohen Ferreira; PIRES, Wagner Pinheiro. **Implementação de uma sequência didática potencialmente significativa em radiação do corpo negro e efeito fotoelétrico**. REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Cornélio Procópio (PR), v. 7, n. 2, p. 223-245, 2023. ISSN 2526-9542.

PEGORARO, Ariane. **Unidades De Ensino Potencialmente Significativas Para O Corpo Humano No Ensino De Ciências**. Ciência com Indústria, [S. l.], v. 4, pág. 212–215, 2017. Disponível em: <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/4902>. Acesso em: 11 fev. 2025.

PRADELLA, Marcos. **Estudo de conceitos da termodinâmica no ensino médio por meio de UEPS**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter V.; JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

RAMALHO, Francisco; NICOLAU, Ferraro; TOLEDO, Soares. **Fundamentos da física: volume 2 – calor, óptica e ondas**. São Paulo: Moderna, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

SOUSA, Cleângela Oliveira; SILVANO, Antônio Marcos da Costa; LIMA, Ivoneide Pinheiro de. **Teoria da aprendizagem significativa na prática docente**. RRevista ESPACIOS, v. 23, pág. 27.

SILVA, Everaldo de Santana; BOCHNER, Rosany; GIMÉNEZ, Aníbal Rafael Melgarejo. **O ensino das principais características das serpentes peçonhentas brasileiras: avaliação das literaturas didáticas no Ensino Fundamental do Município do Rio de**

Janeiro. Educar em Revista, Curitiba, n. 42, p. 297-316, out./dez. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40602011000500019>. Acesso em: 19 mar. 2025.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física: volume 2 – termodinâmica e ondas.** 14. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

ANEXOS

ANEXO A – Atividade diagnóstica

INSTRUÇÕES:

Leia atentamente as questões abaixo e responda de acordo com seus conhecimentos e percepções. Não há necessidade de utilizar definições técnicas, apenas explique com suas próprias palavras.

QUESTÕES:

a) O que é calor para você?

b) Você acha que o frio "entra" no corpo ou que o corpo "perde calor"? Explique seu raciocínio.

c) Por que sentimos frio mesmo quando estamos suando?

d) Por que nosso corpo esquenta durante a prática de exercícios físicos?

ANEXO B - Roteiro de experimento

TÍTULO: CAPACIDADE TÉRMICA E INFLUÊNCIA DA MASSA

OBJETIVO:

Demonstrar a influência da massa na capacidade térmica de um material.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 2 copos de vidro idênticos
- Areia seca
- Fonte térmica (ex: lâmpada de calor, placa aquecedora ou chama controlada)
- 2 termômetros
- Cronômetro
- Balança para medir a massa

PROCEDIMENTO:

- Meça e adicione uma quantidade de areia (ex: 100 g) em um dos copos e o dobro dessa massa (200 g) no outro copo.
- Insira um termômetro em cada copo, garantindo que está bem posicionado no centro da massa de areia.
- Posicione os dois copos sob a mesma fonte térmica, mantendo a mesma distância e fornecendo calor simultaneamente.
- Inicie o cronômetro e registre a temperatura inicial de ambos os copos.
- Após um período de tempo determinado (ex: 5 minutos), desligue a fonte térmica e registre a temperatura final da areia em ambos os copos.
- Calcule a variação de temperatura (ΔT) para cada copo.
- Compare as variações de temperatura dos dois copos.
- Discuta como a massa de areia influenciou a capacidade térmica do sistema.
- Relacione os resultados com a fórmula da capacidade térmica.

CONCLUSÃO:

O copo com maior massa de areia apresentará uma variação de temperatura menor, demonstrando que a capacidade térmica aumenta com a massa, já que mais energia é necessária para aquecer uma maior quantidade de material.

ANEXO C - Roteiro de experimento

TÍTULO: DIFERENÇA ENTRE CALORES ESPECÍFICOS DA AREIA E DA ÁGUA

OBJETIVO:

Comparar o calor específico da areia e da água, evidenciando as diferenças na variação de temperatura para a mesma quantidade de calor fornecido.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 2 copos de vidro idênticos
- 100 g de areia seca
- 100 g de água
- Fonte térmica (a mesma do experimento anterior)
- 2 termômetros
- Cronômetro
- Balança para medição da massa

PROCEDIMENTO:

- Meça exatamente 100 g de areia e 100 g de água, colocando cada um em um copo de vidro.
- Insira um termômetro em cada copo, garantindo o contato adequado para medição precisa da temperatura.
- Posicione ambos os copos sob a mesma fonte térmica, garantindo a mesma distância e condições de aquecimento.
- Inicie o cronômetro e registre as temperaturas iniciais de ambos os materiais.
- Após um período de tempo determinado (ex: 5 minutos), desligue a fonte térmica e registre a temperatura final.
- Calcule a variação de temperatura (ΔT) para a areia e para a água.
- Compare as variações de temperatura da areia e da água.

- Discuta por que a água apresenta uma variação de temperatura menor em relação à areia, mesmo recebendo a mesma quantidade de calor.
- Relacione os resultados com a fórmula do calor sensível: , destacando a influência do calor específico (c).

CONCLUSÃO:

A água apresentará uma variação de temperatura menor em comparação à areia, evidenciando que a água possui um calor específico maior. Isso significa que é necessário mais calor para elevar a temperatura da água do que da areia para a mesma massa. Esse experimento pode ajudar a explicar o motivo da alta variação de temperatura que ocorre no deserto.

ANEXO D - Roteiro de experimento

TÍTULO: O ALTO CALOR ESPECÍFICO DA ÁGUA

OBJETIVO:

Demonstrar, de forma qualitativa, o alto calor específico da água em comparação com o ar, evidenciando sua capacidade de absorver grandes quantidades de calor sem apresentar variações significativas de temperatura.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 2 balões de látex (iguais)
- Água
- Vela acesa
- Fósforos ou isqueiro
- Recipiente para apoiar a vela (caso necessário)
- Suporte para segurar os balões com segurança (opcional)

PROCEDIMENTO:

- Encha o primeiro balão apenas com ar e amarre a extremidade.
- Encha o segundo balão com uma quantidade considerável de água (aproximadamente até a metade do balão) e depois complete levemente com ar para facilitar o manuseio. Amarre a extremidade.
- Acenda a vela e fixe-a em um suporte estável.
- Segure o balão cheio de ar e aproxime-o cuidadosamente da chama da vela. Observe e registre o que acontece.
- Em seguida, repita o procedimento com o balão que contém água, aproximando-o da chama pelo lado onde a água está presente. Observe e registre o que acontece.

CONCLUSÃO:

Este experimento ilustra, de forma simples e visual, a alta capacidade da água de armazenar calor, o que está diretamente relacionado ao seu alto calor específico. Enquanto o ar aquece rapidamente e permite que o balão exploda, a água atua como um "escudo térmico", absorvendo o calor da chama e protegendo o material do balão. Esse fenômeno também explica por que a água é tão eficiente em regular a temperatura em diversos sistemas naturais e tecnológicos.

ANEXO E - Roteiro de experimento

TÍTULO: EFEITO DA COR NA ABSORÇÃO DE CALOR

OBJETIVO:

Investigar como diferentes cores de balões influenciam a absorção de calor quando expostos à luz solar direta, utilizando uma lupa para concentrar a luz em um ponto específico.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 1 balão preto
- 1 balão branco
- 1 balão transparente
- 1 lupa de tamanho médio
- Água (para encher parcialmente os balões)
- Cronômetro
- Termômetro digital (opcional, para medir a temperatura)

PROCEDIMENTO:

- Encha os três balões com a mesma quantidade de e ar, garantindo que estejam com o mesmo volume para padronizar as condições do experimento.
- Coloque os balões em uma superfície plana e ao ar livre, sob luz solar direta, garantindo que estejam posicionados de forma que todos recebam a mesma intensidade de luz.
- Utilize a lupa para concentrar um feixe de luz solar em um ponto específico da superfície de cada balão. O feixe de luz deve ser do mesmo tamanho e intensidade para todos.
- Inicie o cronômetro assim que o feixe de luz for aplicado em cada balão.
- Observe e registre o tempo necessário para que ocorra qualquer alteração visível em cada balão, como aumento da temperatura (se medido com termômetro)

ou até mesmo o estouro do balão devido ao calor concentrado.

- Repita o procedimento para garantir a confiabilidade dos resultados.
- Análise dos Resultados:
- Compare o tempo que cada balão levou para apresentar alterações.
- Discuta como a cor da superfície influenciou a absorção de calor, com base nos tempos registrados.
- Explique o papel da lupa no experimento, destacando o aumento da concentração de energia solar.

CONCLUSÃO:

O experimento deve demonstrar que o balão preto absorve mais calor devido à sua maior capacidade de absorção da radiação solar, enquanto o balão branco reflete a maior parte da luz, aquecendo-se mais lentamente. O balão transparente terá um comportamento intermediário, permitindo a passagem da luz com menor absorção direta. Esses resultados evidenciam a importância da cor na absorção de calor, contextualizando o fenômeno em situações do cotidiano, como o aquecimento de superfícies expostas ao sol.

ANEXO F – Lista 1 de Exercícios de fixação**QUESTÃO 1 -**

Um bloco de ferro com 2000g é aquecido, e sua temperatura aumenta de 20°C para 50°C. Sabendo que o calor específico do ferro é 0,11 cal/g°C, qual foi a quantidade de calor recebida pelo bloco?

- a) 5500 cal
- b) 6600 cal
- c) 7700 cal
- d) 8800 cal
- e) 9900 cal

QUESTÃO 2 -

Quantos joules são necessários para aquecer 500 g de água de 25°C para 75°C? Calor específico da água: 4,2 J/g°C.

- a) 1050 J
- b) 1500 J
- c) 150000 J
- d) 105000 J
- e) 105 J

QUESTÃO 3 -

Um pedaço de alumínio de 1 kg foi aquecido e sua temperatura aumentou 20°C. O calor específico do alumínio é 0,90 J·g⁻¹·°C⁻¹. Qual foi a quantidade de calor absorvida pelo alumínio?

- a) 18 J
- b) 180 J
- c) 1800 J
- d) 18000 J
- e) 180000 J

QUESTÃO 4 -

Uma amostra de 200 g de cobre foi resfriada de 80°C a 30°C. Sabendo que o calor específico do cobre é 0,39 J/g°C. Qual a quantidade de calor necessário para a mudança na temperatura? Esse calor foi perdido ou recebido?

- a) 3900 J de calor perdido
- b) 4200 J de calor recebido
- c) 4200 J de calor perdido
- d) 3900 J de calor recebido
- e) 420 J de calor perdido

QUESTÃO 5 -

Um material de 2000g tem sua temperatura elevada de 10°C a 30°C ao absorver 4400 cal. Qual é o calor específico desse material?

- a) 0,11 cal/g°C
- b) 1,00 cal/g°C
- c) 0,59 cal/g°C
- d) 0,20 cal/g°C
- e) 0,22 cal/g°C

QUESTÃO 6 -

Quantos joules são necessários para aquecer 25000g de água de 30°C para 90°C? Calor específico da água: 4200 J/(kg·°C).

- a) 6300 J
- b) 63000 J
- c) 630000 J
- d) 6300000 J
- e) 63000000 J

QUESTÃO 7 -

Uma amostra de 50 g de água recebeu 8400 J de calor. Sabendo que o calor específico da água é 4,2 J·g⁻¹·°C⁻¹, qual foi a variação da temperatura dessa amostra?

- a) 0,4 °C
- b) 4 °C
- c) 40 °C
- d) 400 °C
- e) 4000 °C

QUESTÃO 8 -

Uma determinada massa de concreto recebe 50 MJ de energia solar em um determinado período. Considerando o calor específico do concreto 0,8 J/g°C, e sua densidade como 2500 kg/m³, qual a variação de temperatura de 1000 litros dessa amostra de concreto nesse período?

- a) 20 °C
- b) 25 °C
- c) 2 °C
- d) 250 °C
- e) 200 °C

QUESTÃO 9 -

Uma amostra de 700 g de água foi resfriada de 83°C a 23°C . Sabendo que o calor específico da água é $1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$. Qual a quantidade de calor, em calorias, necessário para causar a mudança na temperatura? Esse calor foi perdido ou recebido? (Considere $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$).

- a) 42000 J de calor perdido
- b) 10000 J de calor recebido
- c) 10000 J de calor perdido
- d) 42000 J de calor recebido
- e) 176400 J de calor perdido

QUESTÃO 10 -

Uma fonte térmica de 1000 cal/s aquece $2,5 \text{ kg}$ de água durante um determinado tempo. Considerando que o calor específico da água é $1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, qual o tempo necessário para a temperatura da água aumentar 30°C ?

- a) 1 minuto
- b) 1 minuto e 15 segundos
- c) 2 minutos e 10 segundos
- d) 7 minutos e 5 segundos
- e) 8 minutos

QUESTÃO 11 -

Uma chaleira elétrica com potência de 1200 W aquece $2,5 \text{ litros}$ de água. Considerando o calor específico da água como $1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, qual a variação de temperatura causada na água no tempo de 42 segundos ?

- a) $20,16^{\circ}\text{C}$
- b) $4,8^{\circ}\text{C}$
- c) 4800°C
- d) $2,016^{\circ}\text{C}$
- e) 48°C

ANEXO G – Lista 2 de Exercícios de fixação**QUESTÃO 1 -**

Uma chaleira elétrica com potência de 1000 W aquece 1,5 litros de água. Sabendo que o calor específico da água é $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, qual será a variação de temperatura após 30 segundos de aquecimento?

- a) 5°C
- b) 10°C
- c) 8°C
- d) 2°C
- e) 12°C

QUESTÃO 2 -

Quanto joules são necessários para aquecer 20 kg de água de 30°C para 70°C ? O calor específico da água é $4200 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$.

- a) 2400000 J
- b) 1680000 J
- c) 336000 J
- d) 3360000 J
- e) 4200000 J

QUESTÃO 3 -

Um bloco de ferro de 2,5 kg foi aquecido, e sua temperatura passou de 40°C para 70°C . Sabendo que o calor específico do ferro é $0,12 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, qual foi a quantidade de calor absorvida pelo bloco?

- a) 7500 cal
- b) 6000 cal
- c) 9000 cal
- d) 12000 cal
- e) 4500 cal

QUESTÃO 4 -

Uma fonte térmica com potência de 2000 cal/s aquece 4 kg de água durante certo tempo. Sabendo que o calor específico da água é $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, quanto tempo é necessário para elevar a temperatura da água em 10°C ?

- a) 25 segundos
- b) 10 segundos
- c) 20 segundos
- d) 30 segundos
- e) 15 segundos

QUESTÃO 5 -

Um material de 3 kg teve sua temperatura aumentada de 25°C para 45°C ao absorver 3600 cal. Qual é o calor específico do material?

- a) 0,10 cal/g°C
- b) 0,06 cal/g°C
- c) 1,00 cal/g°C
- d) 0,12 cal/g°C
- e) 0,02 cal/g°C

QUESTÃO 6 -

Uma amostra de 300 g de cobre foi resfriada de 70°C para 40°C. Sabendo que o calor específico do cobre é 0,4 J/g°C, qual foi a quantidade de calor perdido?

- a) 2400 J
- b) 3600 J
- c) 4000 J
- d) 3200 J
- e) 2800 J

QUESTÃO 7 -

Um pedaço de alumínio com massa de 800 g foi aquecido, elevando sua temperatura em 30°C. O calor específico do alumínio é 0,8 J/g°C. Qual foi a quantidade de calor absorvida?

- a) 19200 J
- b) 24000 J
- c) 16000 J
- d) 20000 J
- e) 12800 J

QUESTÃO 8 -

Uma determinada massa de concreto recebe 50 MJ de energia solar em um determinado período. Considerando o calor específico do concreto 0,8 J/g°C, e sua densidade como 2500 kg/m³, qual a variação de temperatura de 1000 litros dessa amostra de concreto nesse período?

- a) 20 °C
- b) 25 °C
- c) 2 °C
- d) 250 °C
- e) 200 °C

QUESTÃO 9 -

Um bloco de concreto com densidade de 2500 kg/m^3 e volume de 1 m^3 recebeu 20 MJ de energia. Considerando o calor específico do concreto como $0,9 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, qual foi a variação de temperatura do bloco?

- a) 6°C
- b) 8°C
- c) 10°C
- d) 4°C
- e) 12°C

QUESTÃO 10 -

Uma amostra de 0,5 kg de água foi resfriada de 80°C para 30°C . Sabendo que o calor específico da água é $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, qual a quantidade de calor, em calorias, transferida? Esse calor foi recebido ou perdido?

- a) 25000 cal de calor perdido
- b) 25000 cal de calor recebido
- c) 50000 cal de calor perdido
- d) 12500 cal de calor perdido
- e) 50000 cal de calor recebido

QUESTÃO 11 -

Quantos joules são necessários para aquecer 0,8 kg de água de 25°C para 65°C ? O calor específico da água é $4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$.

- a) 100000 J
- b) 168000 J
- c) 134400 J
- d) 84000 J
- e) 142000 J

ANEXO H – Simulado diagnóstico**QUESTÃO 1 -**

(ENEM 2022) A variação da incidência de radiação solar sobre a superfície da Terra resulta em uma variação de temperatura ao longo de um dia denominada amplitude térmica. Edificações e pavimentações realizadas nas áreas urbanas contribuem para alterar as amplitudes térmicas dessas regiões, em comparação com regiões que mantêm suas características naturais, com presença de vegetação e água, já que o calor específico do concreto é inferior ao da água. Assim, parte da avaliação do impacto ambiental que a presença de concreto proporciona às áreas urbanas consiste em considerar a substituição da área concretada por um mesmo volume de água e comparar as variações de temperatura devido à absorção da radiação solar nas duas situações (concretada e alagada). Desprezando os efeitos da evaporação e considerando que toda a radiação é absorvida, essa avaliação pode ser realizada com os seguintes dados

	Densidade $(\frac{kg}{m^3})$	Calor específico $(\frac{J}{g^{\circ}C})$
Água	1 000	4,2
Concreto	2 500	0,8

A razão entre as variações de temperatura nas áreas concretada e alagada é mais próxima de

- a) 1,0.
- b) 2,1.
- c) 2,5.
- d) 5,3.
- e) 13,1.

QUESTÃO 2 -

(ENEM 2020) Mesmo para peixes de aquário, como o peixe arco-íris, a temperatura da água fora da faixa ideal ($26^{\circ}C$ a $28^{\circ}C$), bem como sua variação brusca, pode afetar a saúde do animal. Para manter a temperatura da água dentro do aquário na média desejada, utilizam-se dispositivos de aquecimento com termostato. Por exemplo, para um aquário de 50 L, pode-se utilizar um sistema de aquecimento de 50 W otimizado para suprir sua taxa de resfriamento. Essa taxa pode ser considerada praticamente constante, já que a temperatura externa ao aquário é mantida pelas estufas. Utilize para a água o calor específico $4,0 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e a densidade 1 kg L^{-1} .

Se o sistema de aquecimento for desligado por 1 h, qual o valor mais próximo para a redução da temperatura da água do aquário?

- a) $4,0^{\circ}C$

- b) $3,6^{\circ}\text{C}$
- c) $0,9^{\circ}\text{C}$
- d) $0,6^{\circ}\text{C}$
- e) $0,3^{\circ}\text{C}$

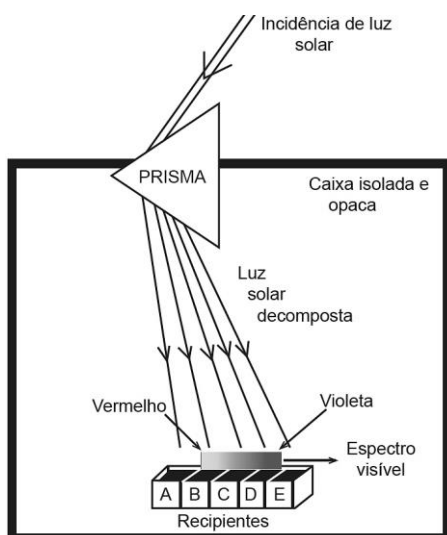
QUESTÃO 3 -

(ENEM 2020) Herschel, em 1880, começou a escrever sobre a condensação da luz solar no foco de uma lente e queria verificar de que maneira os raios coloridos contribuem para o aquecimento. Para isso, ele projetou sobre um anteparo o espectro solar obtido com um prisma, colocou termômetros nas diversas faixas de cores e verificou nos dados obtidos que um dos termômetros iluminados indicou um aumento de temperatura maior para uma determinada faixa de frequências.

SAYURI, M.; GASPAR, M. B. Infravermelho na sala de aula. Disponível em: www.cienciamao.usp.br.

Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Para verificar a hipótese de Herschel, um estudante montou o dispositivo apresentado na figura. Nesse aparato, cinco recipientes contendo água, à mesma temperatura inicial, e separados por um material isolante térmico e refletor são posicionados lado a lado (A, B, C, D e E) no interior de uma caixa de material isolante térmico e opaco. A luz solar, ao entrar na caixa, atravessa o prisma e incide sobre os recipientes. O estudante aguarda até que ocorra o aumento da temperatura e a afere em cada recipiente.



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento?

- a) A

- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

QUESTÃO 4 -

(ENEM 2019) Em 1962, um jingle (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o “frio”, que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. Jingle é a alma do negócio: livro revela os bastidores das músicas propagandas. Disponível em: <https://guiadoscuriosos.uol.com.br>. Acesso em: 24 abr. 2019 (adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- a) Aquecer a casa e os corpos.
- b) Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
- c) Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
- d) Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
- e) Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

QUESTÃO 5 -

(ENEM/PPL 2018) Duas jarras idênticas foram pintadas, uma de branco e a outra de preto, e colocadas cheias de água na geladeira. No dia seguinte, com a água a 8°C , foram retiradas da geladeira e foi medido o tempo decorrido para que a água, em cada uma delas, atingisse a temperatura ambiente. Em seguida, a água das duas jarras foi aquecida até 90°C e novamente foi medido o tempo decorrido para que a água nas jarras atingisse a temperatura ambiente. Qual jarra demorou menos tempo para chegar à temperatura ambiente nessas duas situações?

- a) A jarra preta demorou menos tempo nas duas situações.
- b) A jarra branca demorou menos tempo nas duas situações.
- c) As jarras demoraram o mesmo tempo, já que são feitas do mesmo material.

- d) A jarra preta demorou menos tempo na primeira situação e a branca, na segunda.
- e) A jarra branca demorou menos tempo na primeira situação e a preta, na segunda.

QUESTÃO 6 -

(ENEM/Libras 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 absorve mais temperatura que a madeira.
- c) O fluxo de calor é maior no metal que na madeira.
- d) A madeira retém mais calor que o metal.
- e) O metal retém mais frio que a madeira.

QUESTÃO 7 -

(ENEM/Libras 2017) Alguns fenômenos observados no cotidiano estão relacionados com as mudanças ocorridas no estado físico da matéria. Por exemplo, no sistema constituído por água em um recipiente de barro, a água mantém-se fresca mesmo em dias quentes. A explicação para o fenômeno descrito é que, nas proximidades da superfície do recipiente, a

- a) condensação do líquido libera energia para o meio.
- b) solidificação do líquido libera energia para o meio.
- c) evaporação do líquido retira energia do sistema.
- d) sublimação do sólido retira energia do sistema.
- e) fusão do sólido retira energia do sistema.

QUESTÃO 8 -

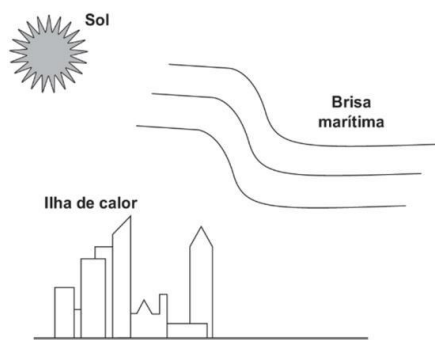
(ENEM/2ª aplicação 2016) Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque

- a) diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- b) aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- c) torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- d) facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- e) diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

QUESTÃO 9 -

(ENEM 2021) 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.

VIVEIROS, M. Ilhas de calor afastam chuvas de represas. Disponível em: www2.feis.unesp.br. Acesso em: 3 dez. 2019 (adaptado).

Esses mecanismos são, respectivamente,

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

QUESTÃO 10 -

(ENEM 2021) Considere a tirinha, na situação em que a temperatura do ambiente é inferior à temperatura corporal dos personagens.



O incômodo mencionado pelo personagem da tirinha deve-se ao fato de que, em dias úmidos,

- A temperatura do vapor-d'água presente no ar é alta.
- O suor apresenta maior dificuldade para evaporar do corpo.
- A taxa de absorção de radiação pelo corpo torna-se maior.
- O ar torna-se mau condutor e dificulta o processo de liberação de calor.
- O vapor-d'água presente no ar condensa-se ao entrar em contato com a pele.

QUESTÃO 11 -

(ENEM/PPL 2020) A fritura de alimentos é um processo térmico que ocorre a temperaturas altas, aproximadamente a $170\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nessa condição, alimentos ricos em carboidratos e proteínas sofrem uma rápida desidratação em sua superfície, tornando-a crocante. Uma pessoa quer fritar todas as unidades de frango empanado congelado de uma caixa. Para tanto, ela adiciona todo o conteúdo de uma vez em uma panela com óleo vegetal a $170\text{ }^{\circ}\text{C}$, cujo volume é suficiente para cobrir todas as unidades. Mas, para sua frustração, ao final do processo elas se mostram encharcadas de óleo e sem crocância.

As unidades ficaram fora da aparência desejada em razão da

- a) evaporação parcial do óleo.
- b) diminuição da temperatura do óleo.
- c) desidratação excessiva das unidades.
- d) barreira térmica causada pelo empanamento.
- e) ausência de proteínas e carboidratos nas unidades.

QUESTÃO 12 -

(ENEM/Digital 2020) O leite UHT (do inglês Ultra-High Temperature) é o leite tratado termicamente por um processo que recebe o nome de ultrapasteurização. Elevando sua temperatura homogeneamente a 135 °C por apenas 1 ou 2 segundos, o leite é esterilizado sem prejudicar significativamente seu sabor e aparência. Desse modo, ele pode ser armazenado, sem a necessidade de refrigeração, por meses. Para alcançar essa temperatura sem que a água que o compõe vaporize, o leite é aquecido em alta pressão. É necessário, entretanto, resfriar o leite rapidamente para evitar o seu cozimento. Para tanto, a pressão é reduzida subitamente, de modo que parte da água vaporize e a temperatura diminua. O processo termodinâmico que explica essa redução súbita de temperatura é a

- a) convecção induzida pelo movimento de bolhas de vapor de água.
- b) emissão de radiação térmica durante a liberação de vapor de água.
- c) expansão livre do vapor de água liberado pelo leite no resfriamento.
- d) conversão de energia térmica em energia química pelas moléculas orgânicas.
- e) transferência de energia térmica durante a vaporização da água presente no leite.

QUESTÃO 13 -

(PUC-RIO 2008) A água, por ter um alto calor específico, é um elemento importante para a regulação da temperatura corporal em todos os chamados animais de sangue quente. A quantidade de água necessária para a manutenção da estabilidade da temperatura corporal varia, basicamente, em função de dois processos: a sudorese e a produção de urina. Assinale a opção que aponta corretamente como funciona esse controle.

- a) Quando há aumento da temperatura ambiente o indivíduo produz menor quantidade de suor e menor quantidade de urina.
- b) Quando há aumento da temperatura ambiente, o indivíduo produz maior

quantidade de suor e maior quantidade de urina.

- c) Quando há diminuição da temperatura ambiente, o indivíduo produz menor quantidade de suor e maior quantidade de urina.
- d) Quando há diminuição da temperatura ambiente, o indivíduo produz maior quantidade de suor e menor quantidade de urina.
- e) Quando há diminuição da temperatura ambiente, o indivíduo produz maior quantidade de suor e maior quantidade de urina.

QUESTÃO 14 -

(Enem 2009) Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36 °C e 37 °C. Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada.

Pode-se citar como o principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema:

- a) digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.
- b) imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.
- c) nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.
- d) reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa
- e) endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos

