



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS/INSTITUTO
FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

DÉBORA SILVA CERDEIRA

**CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE
CALORIMETRIA E TRANSFERÊNCIA DE CALOR**

Manaus

2020

DÉBORA SILVA CERDEIRA

**CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE
CALORIMETRIA E TRANSFERÊNCIA DE CALOR**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Amazonas e Instituto Federal do Amazonas no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para a obtenção do Grau de mestre em Ensino de Física. Orientador: Prof. Dr. Octavio Rodriguez – UFAM

Manaus

2020

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos são, primeiramente, a Deus por proporcionar a oportunidade de cursar esse Mestrado, com muito esforço e dedicação.

Aos familiares, meus sinceros agradecimentos, em especial meus queridos pais Augusto César e Graciete Cerdeira que são minha base, a qual sempre me incentivaram a crer e lutar por meus objetivos.

Ao meu esposo Rebson Souza, namorado, amigo e grande parceiro por todo incentivo, confiança, otimismo. E pelas noites em claro, sendo meu guia da formatação.

Ao meu orientador, Drº Octavio Rodriguez, pelo auxílio e paciência, o qual não mediu esforços para ajudar-me. Todo meu respeito e gratidão a você mestre.

À CAPES pelo incentivo de qualificação da docência, proporcionando um maior desempenho do educador, através do mestrado e o sustento desse programa o qual consegui concluir.

Aos amigos professores Elivelton Ramos, Francisco Miranda, Lucas Linhares, Ivan Roque, Ivan Viana, Heleyne Gil, Allan Lima, Aristeu Simas, Sidney Chagas, Lelyz e Fábio, pela parceria e amizade ao longo dos estudos. “Amigos mais chegados que irmãos”.

Ao corpo docente da Universidade (UFAM/IFAM) que compartilharam ao longo das disciplinas seus conhecimentos da Física, com muita humildade e dedicação. Aos doutores Octavio Rodriguez, Jose Ricardo, Jose Anglada, Soraia Farias, minha estima pelas disciplinas que vocês ministraram.

Por fim, a escola estadual Benjamin Brandao, a qual desenvolvi e apliquei toda pesquisa com a ajuda do professor de fisica Jhouder Carvalho, o qual me deu suporte nas aplicações das aulas e aos alunos da primeira e terceira turmas da 2º série que fizeram parte desse estudo, sem eles não teríamos desenvolvido essa obra, muito obrigada.

“Cem vezes todos os dias lembro a mim mesmo que minha vida interior e exterior, depende dos trabalhos de outros homens, vivos ou mortos, e que devo esforçar-me a fim de devolver na mesma medida que recebi.” (Albert Einstein).

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo construir e avaliar uma proposta pedagógica para o Ensino de Física, que por sua vez, está fundamentada no desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino-aprendizagem no estudo por diagnóstico prévio da realidade do aluno. A pesquisa em desenvolvimento ocorre com 62 alunos do Ensino Médio da 2ª série, em uma Escola da rede pública situada no bairro da Compensa, zona oeste da cidade de Manaus-AM, com o conteúdo de Calorimetria e transferência de calor. Destaca-se o papel do professor que é de suma importância na formação do aluno. Motivando-o a produzir ferramentas necessárias para seu desenvolvimento científico. Conduzi-los a aplicarem o conhecimento através de atividades com uso de novas ferramentas. A metodologia utilizada é qualitativa, este trabalho descreve a elaboração e aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), no qual possibilita criar propostas que possam contribuir para orientar metodologicamente o professor do ensino básico, na concepção de Marco Antônio Moreira para as UEPS, o qual se conduz a partir do primeiro contato professor-aluno, obtendo a caracterização da sala e das pessoas que nela estão. No suceder da pesquisa, os alunos têm orientações, como suporte do professor para progressão das atividades. Portanto destaca-se o propósito da sequência didática que tem por finalidade a aplicação das sequências didáticas, as quais foram para verificar a aplicabilidade com relação ao tempo disponível (das aulas de Física do ano), verificação de indício de evolução conceitual nos alunos, potencial de promover a pré-disposição em aprender e a aceitação da sequência didática. Essas referências foram avaliadas no decorrer da aplicação da sequência didática. Partindo do problema de pesquisa que esclarece a real compreensão do processo de equilíbrio térmica vista microscopicamente. Os resultados permitem inferir que houve produtividade, sendo que foram constatados cerca de 95% de aprovação para novas aulas sequenciais. E o índice de acertos referente ao teste bastante significativo, com respostas conceituais bem elaboradas. Como resultado desse trabalho originou-se o produto educacional que classifica quatro sequências didáticas organizadas e fundamentadas na filosofia de diagramas epistemológicos todas voltadas para a compreensão do processo microscópico da agitação das partículas, mediante o equilíbrio térmico.

Palavras-chave: Aluno. Diagnóstico. Ensino. Didática. Sequência

ABSTRACT

The present work aims to build and evaluate a pedagogical proposal for the Teaching of Physics, which in turn, is based on the development of a didactic sequence for teaching-learning in the study by prior diagnosis of the student's reality. The research under development takes place with 62 high school students of the 2nd grade, in a public school located in the Compensa neighborhood, west of the city of Manaus-AM, with the content of Calorimetry and heat transfer. The role of the teacher is of paramount importance in the education of the student. Motivating you to produce tools necessary for your scientific development. Encourage them to apply knowledge through project activities using new tools. The methodology used is qualitative, this work describes the elaboration and application of Potentially Significant Teaching Units (UEPS), in which it makes possible to create proposals that can contribute to methodologically guide the teacher of basic education, in the conception of Marco Antônio Moreira for the UEPS, which is conducted from the first teacher-student contact, obtaining the characterization of the room and the people who are in it. During the research, the students have guidelines, as support from the teacher to progress the activities. At the end, the purpose of the didactic sequence that aims to apply the didactic sequences, which were to verify the applicability in relation to the available time (of the Physics classes of the year), verification of evidence of conceptual evolution in the students, potential to promote the readiness to learn and the acceptance of the didactic sequence. These aspects were evaluated during the application of the didactic sequence. Starting from the research problem that clarifies the real understanding of the thermal equilibrium process seen microscopically. The results allow us to infer that there was productivity, with about 95% approval for new sequential classes. And the rate of correct answers regarding the test is quite significant, with well-designed conceptual responses. As a result of this work, the educational product originated, which classifies four didactic sequences organized and based on the philosophy of epistemological diagrams, all aimed at understanding the microscopic process of agitating particles, through thermal equilibrium.

Keywords: Student. Diagnosis. Teaching. Didactics. Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Caixa cúbica contendo N partículas de um gás ideal.....	23
Figura 2- Máquina térmica.....	26
Figura 3- Esquema de um refrigerador.....	27
Figura 4- Motor miraculoso.....	28
Figura 5- Refrigerador miraculoso.....	29
Figura 6- Ciclo do Teorema de Clausius.....	32
Figura 7- Esquema da agitação das partículas	37
Figura 8- Escalas termométricas.....	37
Figura 9- Transferência de calor de um corpo a outro.....	38
Figura 10- Caloria.....	39
Figura 11- Calor latente.....	40
Figura 12- Quantidade de calor.....	42
Figura 13 Variação da curva de temperatura.....	43
Figura 14- Exemplo de propagação de calor.....	44
Figura 15- Energia em forma de calor.....	45
Figura 16- Condutividade térmica.....	45
Figura 17- Modelo de diagrama em V	53
Figura 18- Aula expositiva com os alunos.....	58
Figura 19- Aula de simulação computacional e animação.....	58
Figura 20- Aula experimental de calor específico.....	60

Figura 21- Aula experimental de calor específico.....	60
Figura 22- Esquema do método comparativo.....	61
Figura 23- Curva de aquecimento.....	64
Figura 24- Ilustrativo do vídeo.....	65
Figura 25- Esquema de fusão do gelo.....	66
Figura 26- Aula experimental de calor latente.....	67
Figura 27- Prática para determinar o calor latente de fusão do gelo.....	67
Figura 28- Aplicação do teste e questionário.....	70
Figura 29- Prática experimental dos processos de propagação de calor.....	70
Figura 30- Resposta ao questionário.....	78
Figura 31- Resposta ao questionário.....	78
Figura 32- Resposta ao teste.....	82
Figura 33- Resposta ao teste.....	82
Figura 34- Esquema do circuito Arduino.....	100
Figura 35- Circuito montado no protoboard.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Síntese a primeira pergunta do questionário.....	72
Gráfico 2- Síntese a segunda pergunta do questionário.....	72
Gráfico 3- Síntese a terceira pergunta do questionário.....	73
Gráfico 4- Síntese a quarta pergunta do questionário.....	73
Gráfico 5- Síntese a quinta pergunta do questionário.....	73
Gráfico 6- Síntese a sexta pergunta do questionário.....	73
Gráfico 7- Síntese a sétima pergunta do questionário.....	74
Gráfico 8- Síntese a oitava pergunta do questionário.....	74
Gráfico 9- Síntese a nona pergunta do questionário.....	75
Gráfico 10- Síntese a décima primeira pergunta do questionário.....	75
Gráfico 11- Síntese a décima segunda pergunta do questionário.....	76
Gráfico 12- Síntese a décima terceira pergunta do questionário.....	76
Gráfico 13- Síntese a décima quarta pergunta do questionário.....	77
Gráfico 14- Síntese a décima quinta pergunta do questionário.....	77
Gráfico 15- Síntese a décima sexta pergunta do questionário.....	77
Gráfico 16- Síntese a primeira pergunta do teste.....	79
Gráfico 17- Síntese a segunda pergunta do teste.....	79
Gráfico 18- Síntese a terceira pergunta do teste.....	79
Gráfico 19- Síntese a quarta pergunta do teste.....	79
Gráfico 20- Síntese a quinta pergunta do teste.....	80

Gráfico 21- Síntese a sexta pergunta do teste.....	80
Gráfico 22- Síntese a sétima pergunta do teste.....	80
Gráfico 23- Síntese a oitava pergunta do teste.....	80
Gráfico 24- Síntese a nona pergunta do teste.....	81

LISTA DE MAPA

Mapa 1- Modelo de mapa conceitual.....	52
Mapa 2- Modelo elaborado pelos alunos.....	58
Mapa 3- Modelo elaborado pelos alunos.....	62
Mapa 4- Modelo elaborado pelos alunos.....	67
Mapa 5- Modelo elaborado pelos alunos.....	68
Mapa 6- Modelo elaborado pelos alunos.....	71

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 -Síntese dos encontros da 1º UEPS.....	57
Quadro 2 -Síntese dos encontros da 2º UEPS.....	59
Quadro 3 -Síntese dos encontros da 3º UEPS.....	63
Quadro 4 -Síntese dos encontros da 4º UEPS.....	69

LISTA DE SIGLAS

CD Compact Disc-Disco Compacto

MEC Ministério da Educação

PHET Physical Education Tecnology

TLS Teaching and Learning Sequences-Sequência Didática

UEPS Unidade Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1. Introdução.....	16
2. Fundamentos de Física Térmica.....	17
2.1 O ensino de Calorimetria e Transferência de calor.....	36
3. Tempo de aplicação de novas propostas para o ensino.....	45
3.1 Produto Educacional.....	46
4. Fundamentação Teórica.....	47
4.1 Aprendizagem Significativa e UEPS segundo Marco Antônio Moreira.....	47
4.1.1 Organizadores prévios.....	48
4.1.2 Evidências de Aprendizagem.....	48
4.2 Sequência Didática.....	48
5. Materiais e métodos da UEPS.....	50
5.1 Diagramas.....	51
5.1.1 Mapas Conceituais.....	51
5.1.2 Diagrama em V.....	53
5.2 Metodologia da Pesquisa.....	54
6. Análise experimental.....	56
7. Resultados.....	72
8. Conclusões.....	84
Bibliografia.....	86
Apêndice A- Proposta de UEPS.....	90
Apêndice B- Modelo de Questionário aplicado.....	91
Apêndice C- Lista de exercícios da 1º UEPS.....	92
Apêndice D- Lista de exercícios da 2º UEPS.....	93

Apêndice E- Lista de exercícios da 3º UEPS.....	94
Apêndice F- Lista de exercícios da 4º UEPS.....	95
Apêndice G- Modelo de Teste aplicado.....	96
Apêndice H- Roteiro do circuito na placa Arduino UNO.....	98
Apêndice I- Diagrama em V da 1º UEPS.....	101
Apêndice J- Diagrama em V da 2º UEPS.....	102
Apêndice K- Diagrama em V da 3º UEPS.....	103
Apêndice L- Diagrama em V da 4º UEPS.....	104
Apêndice M- Plano de Aula da 1º UEPS.....	105
Apêndice N- Plano de Aula da 2º UEPS.....	106
Apêndice O- Plano de Aula da 3º UEPS.....	107
Apêndice P- Plano de Aula da 4º UEPS.....	108

1. INTRODUÇÃO

A reforma no ensino médio brasileiro, proposta pelo governo recentemente, corrobora argumentos defendidos pelo Ministério da Educação (MEC), no qual afirma que o currículo não é interessante aos alunos; somando-se os resultados dos alunos em provas de avaliação de desempenho. O MEC propôs um novo currículo, onde em determinado momento o aluno decidirá qual área de ensino se dedicará (BRASIL, 2016).

O fato é que pesquisadores da área há muito tempo constataram esta realidade. Pode-se citar por exemplo, na área de ciências, Valadares e Matos (2001, p.230):

O ensino de ciências desenvolvido no Brasil, na grande maioria das escolas de nível fundamental e médio tem se mostrado pouco eficaz. Desse modo, percebe-se que pode estar contribuindo para o aluno se afastar da disciplina de Física e por considerá-la irrelevante e difícil de ser entendida, o que é diretamente relacionado com a forma de ensinar.

No entanto, em outra perspectiva, temos a rotina das salas de aulas. Um novo ano está começando e se tem novas turmas para conduzir. Nessa perspectiva de reconhecer cada educando utiliza-se iniciativas como: pesquisar o que cada educando sabe para planejar o que todos devem aprender. Correspondente ao diagnóstico inicial, ou sondagem das aquisições, uma das atividades mais importantes na comunicação entre o ensino e a aprendizagem.

Nesse contexto precisamos fazer algumas indagações: Qual o papel das práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula? a simples mudança curricular será suficiente para causar estímulos nos educandos? Sem dúvida será um desafio para a área de ciências, especificamente de Física. Pois é de amplo conhecimento o desinteresse de alunos por tal campo do conhecimento.

Assim o presente trabalho tem por objetivo construir e avaliar uma proposta pedagógica fundamentada no diagnóstico prévio da realidade do aluno, perfazendo pela Aprendizagem Significativa e o movimento dialético afetivo (dentro da psicologia educacional). Com o propósito de proporcionar aos alunos uma aprendizagem profunda, com significados substanciais, domínio funcional abrangente e motivacionais. Uma prática pedagógica construída dentro destas variáveis leva a melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem? Os resultados de ensino-aprendizagem de Física melhoram com uma proposta instrucional que envolve o diagnóstico da situação do educando e orienta-se para desenvolver experimentos? Este trabalho propõe-se a responder tal questionamento.

2. FUNDAMENTOS DE FÍSICA TÉRMICA

A Termodinâmica descreve de maneira fenomenológica as propriedades de equilíbrio de sistemas macroscópicos, baseada em observações empíricas. Estas observações podem ser resumidas como leis. Para o estudo da Mecânica, a descrição de cada partícula do sistema é essencial e isto é realizado através de coordenadas individuais. No entanto, a Termodinâmica só está preocupada com o comportamento macroscópico do sistema, portanto, uma descrição individual das partículas que compõem um sistema não é necessária. Porém, o sistema macroscópico é especificado por variáveis de estado, tais como volume V , pressão P e a temperatura, o número de partículas etc.

A Termodinâmica divide o universo em duas partes, a porção que vai ser considerada para o estudo, a qual chamamos o sistema, e o exterior ou vizinhança, que é tudo o que está fora deste. Segundo a interação do sistema com sua vizinhança, podemos considerar três tipos de sistema. O sistema_isolado, quando não interage com todo o que está fora da sua fronteira. O sistema_fechado, aquele que só troca energia, mas não matéria com sua vizinhança (ANACLETO; FERREIRA, 2008). E finalmente o sistema_aberto, o qual troca matéria e energia com o exterior.

No que diz respeito a fronteira que limita o sistema, esta pode ser classificada segundo existe troca de calor entre o sistema e seu exterior, como diatérmica, se deixa passar calor, e adiabática se não permite a troca de calor. O conceito de calor será definido depois.

Parâmetro Extensivo (ou variável extensiva)

Na termodinâmica os parâmetros extensivos desempenham um papel importante. Um parâmetro extensivo é aquele cujo valor em um sistema composto é igual a soma de seus valores em cada subsistema. Por exemplo, um sistema composto por dois sistemas idênticos de volume V teria um volume igual a $2V$. Portanto, o volume é um parâmetro extensivo. Outros parâmetros extensivos são a energia interna, a entropia etc.

Parâmetros intensivos (ou variáveis intensivas)

Os parâmetros intensivos são aqueles que não dependem do tamanho do sistema, tais como temperatura, pressão, densidade etc. Suponhamos, um corpo macroscópico homogêneo e dividimos ele em três partes. Cada parte tem a mesma densidade de massa. Igualmente, um sistema macroscópico em equilíbrio termodinâmico, se é dividido imaginariamente em diferentes partes, cada parte continua tendo a mesma temperatura que o sistema total.

Energia interna

O princípio da conservação da energia é fundamental em Física Teórica. Todo sistema isolado conserva sua energia total, a qual consiste na soma das energias cinéticas e potenciais das partículas de compõem o sistema. A energia interna pode ser considerada como a energia relativa ao centro sua massa. Em geral, a energia interna é denotada por U . Considera-se a energia interna como uma função de estado, o qual significa que é completamente definida (a menos uma constante arbitrária) quando o estado do sistema é especificado.

Equilíbrio Termodinâmico

Todo sistema tem a tendência de evoluir em direção a estados que não dependem do tempo. Esses estados são completamente caracterizados pela energia interna U , o volume V , e o número de partículas de cada espécie química que compõe o sistema. A noção intuitiva de equilíbrio de um sistema é que os valores de suas propriedades permaneçam constantes no tempo. No entanto, isto pode ser confundido com o estado estacionário, no qual as propriedades do sistema são temporalmente constantes (LIMA; BASSI, 2011). No equilíbrio, a homogeneidade das propriedades intensivas é necessária, enquanto no estado estacionário não é.

Por conseguinte, o estado de equilíbrio é também estacionário, mas o reverso não é necessariamente verdade. No estado estacionário as propriedades intensivas são temporalmente constantes, mas não são homogêneas. Por exemplo, vamos supor que uma barra unidimensional, cujos extremos são $x=0$ e $x=L$, são submetidos a temperaturas diferentes T_1 e

T_2 , respectivamente. A temperatura inicial ao longo da barra é dada por $T(x,t)$, onde $0 < x < L$, e $T(0,t) = T_1$ e $T(L,t) = T_2$, onde t é o tempo. Depois de um tempo, a dependência do temporal da temperatura em cada ponto x da barra desaparece, assim, o sistema permanece em um estado estacionário, já que T agora só depende de x , mas a barra não estará em equilíbrio térmico, porque a temperatura não é homogênea ao longo da barra.

Termômetros e a Lei Zero da Termodinâmica

A lei zero estabelece que se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo B e com um corpo C, então B e C estão em equilíbrio térmico. Esta lei garante que podemos utilizar um corpo de um material adequado (ou substância termométrica), chamado termômetro, o qual permite medir se dois corpos estão em equilíbrio termodinâmico. Quando dois corpos em contato atingem o equilíbrio térmico igualam um parâmetro intensivo chamada temperatura T . O termômetro mede a temperatura através de uma propriedade que é modificada por esta. A melhor substância termométrica pode ser aquela cuja propriedade x muda linearmente com a temperatura, tal que $T = ax + b$. Por exemplo, um termômetro de mercúrio mede a temperatura pelo nível de dilatação linear que esta produz neste elemento em estado líquido dentro de um tubo de vidro.

Primeira Lei da Termodinâmica

A fim de descrever um sistema termodinâmico é necessário especificar as paredes que o separam das vizinhanças. Ao manipular as paredes os parâmetros extensivos do sistema sofrem alterações e são iniciados processos. Como exemplo, considere um gás dentro de um recipiente cilíndrico cuja superfície superior é limitada por um pistão. Se o pistão é rigidamente fixado constitui uma parede restritiva em relação ao volume, mas se for móvel não será restritiva para o volume. Se uma parede restringe o valor de um parâmetro extensivo, então é restritivo respeito desse parâmetro, mas se a parede permite variar este parâmetro livremente, então é dito ser não restritivo respeito deste.

Podemos definir uma parede adiabática, como aquela que envolve um sistema que tem a propriedade de que o trabalho entre dois estados de equilíbrio A e B, só depende inteiramente destes estados e não da trajetória entre eles ou das condições externas. Portanto, o trabalho de

um sistema restrito a paredes adiabáticas impermeáveis é igual a diferença de uma função escalar entre os dois estados de equilíbrio, a qual se chama energia interna. Desta maneira temos:

$$W_{A-B}^{adiab} = -(U_B - U_A), \quad (1)$$

ou

$$(U_B - U_A) = -W_{A-B}^{adiab}.$$

Para um fluido homogêneo, um estado de equilíbrio é determinado por qualquer par das variáveis (P,V,T), então:

$$\begin{aligned} U_A &= U(P_A, V_A) = U(P_A, T_A) = U(V_A, T_A) \\ U_B &= U(P_B, V_B) = U(P_B, T_B) = U(V_B, T_B). \end{aligned} \quad (2)$$

Se existir uma trajetória que possa levar ao sistema do estado A para o estado B, não significa que ela seja reversível. Ou seja, o processo inverso desde B até A pode não existir. A equação acima é um fato experimental realizado por Joule no século XIX. Portanto, para medir a diferença de energia interna entre dois estados de equilíbrio térmico podemos encontrar uma trajetória adiabática entre estes estados e calcular o trabalho realizado.

Se as paredes que limitam o sistema não são adiabáticas o processo ou a trajetória entre os estados de equilíbrio A e B não será adiabática, portanto, a variação da energia interna será igual ao trabalho realizado entre A e B mais um termo chamado calor Q, então:

$$U_B - U_A = -W_{A-B} + Q, \quad (3)$$

ou

$$U_B - U_A = Q - W_{A-B}.$$

Esta é a primeira Lei da Termodinâmica, que é uma forma de expressar a conservação da energia quando existe troca de calor. O calor então é um fluxo de energia entre o sistema e sua vizinhança através de paredes não adiabáticas, onde este fluxo energético não pode ser calculado como trabalho mecânico (força por deslocamento) (ALONSO; FINN, 2014). Neste caso o trabalho W_{A-B} depende da trajetória entre os estados A e B. Assim, o trabalho e o calor não são funções de estado, porque dependem da trajetória percorrida, mas a variação da energia interna só depende de seu valor nos estados inicial e final.

O calor é um fluxo de energia, portanto pode ser expressado em unidades de energia e trabalho. Uma unidade tradicional utilizada para o calor é a Caloria, a qual representa o calor necessário para mudar uma grama de água em um grau Celsius. A equivalência entre a Caloria e o Joule, foi medida experimentalmente por Joule com um erro de 1%. Atualmente podemos considerar que uma Caloria equivale a 4.186 Joules.

Convenientemente, considera-se que o calor Q é positivo se o sistema recebe calor do exterior, e negativo se entrega calor para o exterior. O trabalho é positivo quando o sistema realiza trabalho, e negativo se o trabalho é realizado sobre o sistema. Por exemplo, em uma expansão volumétrica, o sistema realiza trabalho, enquanto em uma contração volumétrica tem sido realizado um trabalho sobre o sistema.

Processo Quase-Estáticos

Quando um sistema experimenta um processo espontâneo entre dois estados de equilíbrio, os estados intermediários não são geralmente estados de equilíbrio. Porém, se o processo é efetuado muito lentamente, desenvolvendo etapas infinitesimais, o sistema tem o tempo suficiente para atingir o equilíbrio em cada etapa. Neste caso, o processo é chamado quase-estático, e cada ponto da trajetória pode ser considerado um estado de equilíbrio. Por outro lado, se o processo pode ser invertido por variações infinitesimais, o processo é chamado reversível.

Em um trabalho infinitesimal onde o sistema é um gás tem-se:

$$\delta W = PdV, \quad (4)$$

onde p é a pressão sobre o gás e dV é o diferencial de volume. Em uma expansão infinitesimal $dV > 0$, portanto $\delta W > 0$, enquanto em uma compressão infinitesimal $dV < 0$, então $\delta W < 0$. Em um processo quase-estático infinitesimal, a Primeira Lei pode ser escrita em forma diferencial:

$$dU = \delta Q - \delta W, \quad (5)$$

onde dU é uma diferencial exata, e δ representa uma variação infinitesimal que indica que δQ e δW não são diferenciais exatas. Para um fluido em um processo infinitesimal quase-estático tem-se:

$$dU = \delta Q - PdV. \quad (6)$$

Processo cíclico

Em um processo cíclico o sistema volta ao estado inicial, portanto, sendo a energia interna uma função de estado, sua variação é zero nesse tipo de processo. Isto significa que o trabalho realizado em um ciclo é igual ao calor total no ciclo:

$$W^{ciclo} = Q. \quad (7)$$

Gases Ideais

Um gás ideal é aquele onde as interações entre suas partículas podem ser consideradas desprezíveis, e as partículas que o compõem são pontuais. Os gases reais se comportam com ideais em baixas pressões e altas temperaturas. Neles, a relação entre a pressão e o volume foi determinado experimentalmente, e é chamada de equação dos gases ideais, válida no equilíbrio termodinâmico:

$$PV = nRT, \quad (8)$$

onde P , V , T são a pressão, o volume e a temperatura do gás ideal, n o número de moles, R a constante universal. Em função do número N de partículas esta equação fica:

$$PV = Nk_B T, \quad (9)$$

onde k_B é a constante de Boltzmann. Embora a equação dos gases ideais é determinada experimentalmente, podemos deduzi-la utilizando argumentos estatísticos a partir de considerações microscópicas (REIF,1965). Para isto, vamos calcular a pressão sobre um recipiente cúbico devido a um gás de partículas no seu interior.

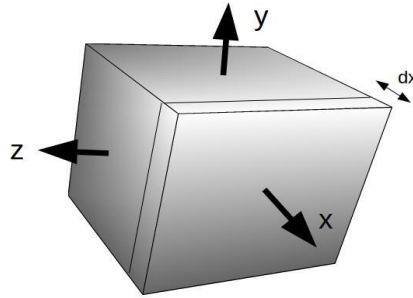


Figura 1-Caixa cúbica contendo N partículas de um gás ideal.
Fonte: o autor

Suponhamos um gás ideal de N partículas dentro de um recipiente cúbico de lado L. Assim, o volume é $V = L^3$. Se o peso de cada partícula é desprezível podemos considerar que não existe uma direção privilegiada dentro do cubo. Em consequência, podemos pensar que na média N/3 partículas terão colisões ao longo de uma das três direções. Em particular, vamos considerar o eixo x. Na média, N/6 partículas terão colisões com uma das paredes ao longo de x (por exemplo, no sentido positivo em x). Para obter a força que exerce o gás sobre esta parede (a qual, na média é a mesma para as 6 paredes do cubo), temos que calcular a força média que exerce uma partícula sobre a parede e multiplicá-la por N/6.

Vamos considerar o diferencial de volume $dV = A dx$, relacionado a parede escolhida (ver figura), onde $A = L^2$. A fração do volume que ocupa esse diferencial de volume é dado por dV/V . Portanto, o número médio n de partículas contidas nele, que podem ter colisão com a parede é dado por:

$$n = \left(\frac{N}{6}\right)\left(\frac{dV}{V}\right) = \left(\frac{N}{6}\right)A\left(\frac{dx}{L}\right). \quad (10)$$

As n partículas dentro desse diferencial de volume vão ter uma colisão com a parede em um tempo médio dt muito curto, no qual a variação da quantidade de movimento de cada uma será, em média, igual:

$$|\Delta p| = 2m\langle|v|\rangle. \quad (11)$$

Onde $\langle|v|\rangle$ é o valor médio do valor absoluto da velocidade por partícula. Então, a força que cada partícula exerce sobre a parede é (em média) :

$$f = \frac{2m\langle|v|\rangle}{dt}. \quad (12)$$

A força total sobre a parede será n vezes f . Portanto, a pressão sobre a parede será esta força dividida pela área A :

$$P = \frac{nf}{A} = \left(\frac{1}{A}\right)\left(\frac{N}{6}\right)A\left(\frac{dx}{V}\right)\left(\frac{2m\langle|v|\rangle}{dt}\right) = N\frac{1}{3}\left(\frac{dx}{dt}\right)\left(\frac{m\langle|v|\rangle}{V}\right) = N\left(\frac{m}{3V}\right)\langle v^2 \rangle. \quad (13)$$

Portanto:

$$PV = \frac{1}{3}Nm\langle v^2 \rangle. \quad (14)$$

Se E_c é energia cinética média do gás, temos:

$$PV = \frac{2}{3}E_c. \quad (15)$$

Se compararmos, este resultado estatístico com o fato experimental da equação dos gases ideais, temos que:

$$PV = \frac{2}{3}E_c = Nk_B T. \quad (16)$$

Por conseguinte,

$$T = \frac{2}{3k_B} \frac{E_c}{N}. \quad (17)$$

Assim, temos mostrado que a temperatura do gás é diretamente proporcional a energia cinética média por partícula. Isto significa que a temperatura está diretamente relacionada ao grau de agitação molecular de um corpo. Podemos ver que se a energia cinética é zero, a temperatura é zero. Este é o zero absoluto de temperatura, no qual não existe movimento das partículas.

No caso de um metal, a dilatação térmica pode ser explicada considerando esta relação da temperatura com a energia cinética. Por exemplo, em uma barra de metal, os íons que constituem a rede cristalina podem ser equivalentes a partículas interagindo através de molas (fônons), as quais aumentam seus deslocamentos médios ao aumentar suas energias de vibração pelo aumento da temperatura. Isto produz um aumento efetivo do comprimento da barra, que explica o fenômeno de dilatação térmica.

Cabe salientar que a energia cinética total do gás E_c é relativa ao centro de massa. Em consequência, esta é também a energia interna U , já que a energia potencial de interação em um gás ideal é zero. Também, isto nos permite deduzir que a energia interna U de um gás ideal só depende da temperatura ($U = U(T)$), portanto, em um processo isotérmico U permanece constante.

Reservatório Térmico ou fonte de Temperatura

É um sistema muito grande que se mantém a temperatura constante. Qualquer sistema isolado que entrar em contato térmico com um reservatório não afetará a temperatura do reservatório, inclusive no equilíbrio o sistema ficará à temperatura do reservatório.

Segunda Lei da Termodinâmica

Visando entender a segunda lei da termodinâmica é necessário definir o que é uma máquina térmica. As máquinas térmicas têm o objetivo que converter calor em trabalho, ou extrair calor de um reservatório ao realizar trabalho. Elas funcionam em ciclos utilizando fontes

de temperatura diferentes. Na figura podemos observar um esquema típico de uma máquina térmica. O motor térmico está em contato com uma fonte quente a temperatura T_1 e uma fonte fria a temperatura T_2 .

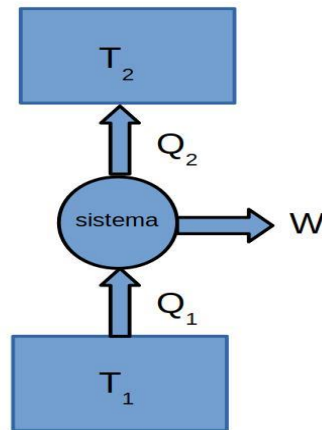


Figura 2- Máquina térmica ou motor térmico.
Fonte: o autor

Em ciclo termodinâmico o sistema recebe calor da fonte quente à temperatura T_1 e o sistema realiza trabalho. Depois o sistema entregar um calor residual à fonte fria à temperatura T_2 . Em um ciclo, a variação da energia interna é zero, então o trabalho realizado pelo sistema é igual ao calor total acumulado:

$$W = Q_1 - Q_2. \quad (18)$$

O rendimento η de uma máquina térmica é igual ao trabalho realizado dividido pelo calor consumido:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}. \quad (19)$$

Refrigerador

O refrigerador é uma máquina térmica que funciona ao contrário, uma vez que em um ciclo remove uma quantidade de calor Q_2 de uma fonte fria e entrega uma quantidade Q_1 para uma fonte quente (ver figura).

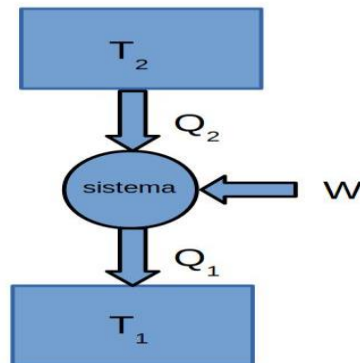


Figura 3- Esquema de um refrigerador
Fonte: o autor

Enunciado de Kelvin

"É impossível realizar um processo cujo único efeito seja remover calor de um reservatório térmico e produzir uma quantidade equivalente de trabalho".

Neste caso, "único efeito" quer dizer que o sistema volta ao seu estado inicial, ou seja, que o processo é cíclico. Em outras palavras, este enunciado proíbe a existência de um motor miraculoso, o qual pode ser representado pela figura abaixo.

Motor Miraculoso

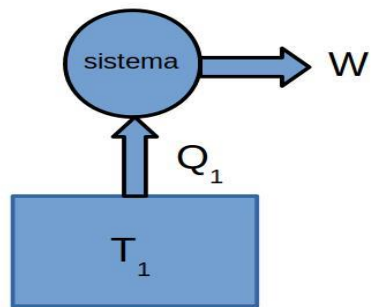


Figura 4-Esquema de um motor miraculoso, proibido pelo enunciado de Kelvin.
Fonte: o autor

Portanto, o rendimento η de um motor nunca pode ser igual a 1.

Enunciado de Clausius

"É impossível realizar um processo cujo único efeito seja transferir calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente".

Neste caso também a qualificação "único" significa que o processo é cíclico. Isto significa que não existe um refrigerador miraculoso (ver figura abaixo).

Refrigerador Miraculoso

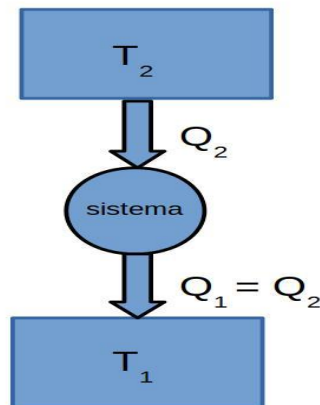


Figura 5 - Esquema de um refrigerador miraculoso.
Fonte: o autor

Pode ser demonstrado que os enunciados de Kelvin e Clausius são equivalentes. Estes dois enunciados são postulados fundamentais nos quais é baseada a Segunda Lei da Termodinâmica (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

Ciclo de Carnot

O objetivo de Carnot foi encontrar um processo cíclico para uma máquina térmica que possa maximizar o rendimento entre uma fonte quente (a T_1) e uma fonte fria (à T_2). Para isto é necessário que o ciclo seja reversível, já que processos irreversíveis sempre diminuem o rendimento de uma máquina. Por exemplo, se o atrito não é desprezível o rendimento é reduzido porque a energia mecânica que pode produzir trabalho, vai se transformar irreversivelmente em calor. Para isto, Carnot determinou que o ciclo com maior rendimento deve 4 etapas, independente da substância. Vamos mostrar as etapas do ciclo, e por simplicidade será considerado um gás ideal nos cálculos:

1. Trajetória A-B (expansão isotérmica reversível): O sistema extrai calor Q_1 da fonte quente, então, devido ao que a variação da energia interna é zero por ser um processo isotérmico, o calor é igual ao trabalho na expansão:

$$Q_1 = W_{A-B}^{isot} = nRT_1 \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} = nRT_1 \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right). \quad (20)$$

2. Trajetória B-C (expansão adiabática reversível): Neste caso, o gás reduz sua temperatura a T_2 , onde:

$$T_2 = \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma-1} T_1, \quad (21)$$

uma vez que $V_C < V_B$, portanto $T_2 < T_1$.

3. Trajetória C-D (compressão isotérmica): O gás entrega o calor Q_2 para a fonte fria. O seu valor é dado por:

$$Q_2 = nRT_2 \ln\left(\frac{V_C}{V_D}\right). \quad (22)$$

4. Trajetória D-A (compressão adiabática): O gás volta à temperatura T_1 .

Ao calcular o rendimento desta máquina, podemos ver que:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}. \quad (23)$$

Esta expressão do rendimento de Carnot independe da substância. O Teorema de Carnot mostra que nenhuma máquina que opere entre essas fontes pode ter maior rendimento que aquele mostrado acima.

A segunda lei da Termodinâmica pode ser expressa de diferentes formas, no entanto, principalmente estabelece que não existe uma transferência espontânea de calor de uma fonte fria para uma fonte quente.

Terceira Lei da Termodinâmica

No ciclo de Carnot visto anteriormente, a relação entre os calores Q_1 e Q_2 e T_1 e T_2 é dada por:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}, \quad (24)$$

então:

$$T_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)T_1. \quad (25)$$

Note que se Q_2 tende a zero, T_2 tenderá a zero. Em consequência, em um trabalho isotérmico reversível a temperatura poderia atingir o zero absoluto sem transferência de calor. A terceira lei estabelece que é impossível alcançar o zero absoluto de temperatura em uma quantidade finita de processos.

Entropia

Para deduzir a entropia, é necessário enunciar o Teorema de Clausius (não confundir com o enunciado de Clausius).

Teorema de Clausius

Seja S um sistema que realiza um processo cíclico, onde $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_N$, são os calores trocados com N reservatórios às temperaturas $T_1, T_2, T_3, \dots, T_N$, respectivamente (ver figura abaixo).

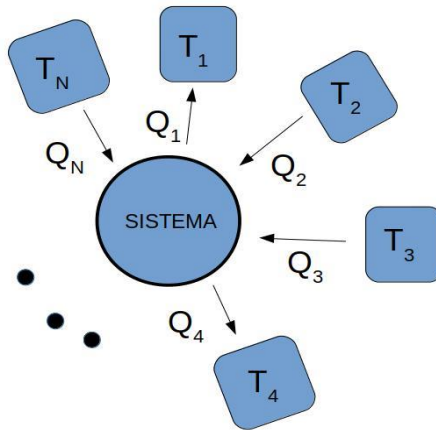


Figura 6-Esquema do ciclo do Teorema de Clausius.
Fonte: o autor

Vamos considerar que se $Q_i > 0$, então o sistema recebe calor, e $Q_i < 0$, se perde calor, onde $i = 1, 2, \dots, N$. O teorema mostra que em um ciclo:

$$\sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{T_i} \leq 0, \quad (26)$$

onde a igualdade verifica-se quando o ciclo é reversível, ou seja, quando todos os processos que o constituem são reversíveis. Se o número de fontes fosse infinito, e cada fonte troca uma quantidade infinitesimal de calor com o sistema, então a soma pode ser transformada em uma integral:

$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0, \quad (27)$$

onde a integral com o círculo denota que a integral é realizada em um ciclo. No caso de um ciclo reversível, onde o início é o estado A, e o final o estado B, ele pode ser percorrido por duas caminhos reversíveis, denotados por Γ_1 e Γ_2 , a integral cíclica é expressa como:

$$\int_{\Gamma_1, A}^B \frac{\delta Q_{rev}}{T} + \int_{\Gamma_2, B}^A \frac{\delta Q_{rev}}{T} = 0, \quad (28)$$

então:

$$\int_{\Gamma_1, A}^B \frac{\delta Q_{rev}}{T} = \int_{\Gamma_2, A}^B \frac{\delta Q_{rev}}{T}. \quad (29)$$

Isto significa que em um ciclo reversível a integral de $\delta Q_{rev}/T$ independe da trajetória, portanto é uma diferencial exata, e a integral é uma função de estado que denomina-se entropia S. Por tanto:

$$dS = \frac{\delta Q_{rev}}{T}, \quad (30)$$

e

$$S_B - S_A = \int_A^B \frac{\delta Q_{rev}}{T}. \quad (31)$$

Por outro lado, vamos supor um ciclo percorrido por dois caminhos, um caminho reversível C_1 desde o estado A até o estado B, e o retorno de B até A, por um caminho irreversível C_2 . Neste ciclo, temos a desigualdade seguinte:

$$\int_{C_1, A}^B \frac{\delta Q_{rev}}{T} + \int_{C_2, B}^A \frac{\delta Q_{irrev}}{T} < 0, \quad (32)$$

portanto

$$\int_{C_2,B}^A \frac{\delta Q_{irrev}}{T} < \int_{C_1,B}^A \frac{\delta Q_{rev}}{T}. \quad (33)$$

Então:

$$S_A - S_B > \int_{C_2,B}^A \frac{\delta Q_{irrev}}{T}, \quad (34)$$

e

$$dS > \frac{\delta Q_{irrev}}{T} \quad (35)$$

Desta maneira podemos concluir que em geral a variação infinitesimal de entropia está sujeita a seguinte desigualdade:

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T}, \quad (36)$$

onde a igualdade é verificada se δQ representa uma troca reversível infinitesimal de calor. A partir desta desigualdade podemos deduzir que a entropia só pode aumentar o permanecer constante, o qual é também uma consequência da segunda lei da termodinâmica.

Se o processo é adiabático irreversível, então todos os δQ são zero, em consequência:

$$\Delta S_{irrev}^{adiab} > 0. \quad (37)$$

Quer dizer que processos irreversíveis em um sistema termicamente isolado só podem aumentar a entropia. A entropia tende a um valor máximo. Por outro lado, se o sistema termicamente isolado realiza um processo reversível, a entropia se mantém constante, uma vez que:

$$\Delta S_{rev}^{adiab} = 0. \quad (38)$$

A Termodinâmica só pode determinar que a entropia é uma função de estado e calcular sua variação, mas o valor seu definido é determinado pela Mecânica Estatística (SALINAS, 2013).

Consequências da Segunda Lei em Relação ao Capacidade Calorífica

A capacidade calorífica a volume constante define-se por:

$$C_v = \left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_V. \quad (39)$$

Significa que é o calor necessário entregar a um corpo para produzir uma variação de sua temperatura. O calor específico é simplesmente a capacidade calorífica por unidade de massa. Vamos determinar qual pode ser o sinal desse parâmetro. Pela primeira lei da Termodinâmica, temos que $\delta Q = dU + \delta W$, mas se o processo é a volume constante, então o trabalho é zero, então $\delta Q = dU$. Portanto:

$$C_v = \left(\frac{\partial Q}{\partial T}\right)_V. \quad (40)$$

Em um processo quase-estático reversível a volume constante, temos:

$$dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dU}{T}, \quad (41)$$

o que implica:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_V = \frac{1}{T}. \quad (42)$$

Desta maneira:

$$\left(\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_V = \left(\frac{\partial}{\partial U} \left(\frac{1}{T}\right)\right)_V = -\frac{1}{T^2} \left(\frac{\partial T}{\partial U}\right)_V = -\frac{1}{T^2 C_v}. \quad (43)$$

Para determinar o sinal da capacidade calorífica, é possível notar que a segunda derivada da entropia respeito da energia tem de ser negativa, já que no equilíbrio, a entropia deve ser um máximo. Por conseguinte,

$$\left(\frac{\partial^2 S}{\partial U^2}\right)_V = -\frac{1}{T^2 C_V} < 0, \quad (44)$$

pelo qual a capacidade calorífica tem de ser positiva no equilíbrio termodinâmico (CALLEN, 1985). Pode ser demonstrado o mesmo critério para a capacidade calorífica a pressão constante. Isto significa que no equilíbrio, um corpo que recebe calor não pode diminuir sua temperatura.

2.1 O ENSINO DE CALORIMETRIA E TRANSFERENCIA DE CALOR

Visando otimizar o ensino de calorimetria e de transferência de calor primeiro é necessário expor os conceitos e as definições básicas em uma linguagem clara e simples, progredindo no que está publicado nos livros.

Temperatura

A temperatura é a grandeza que define o estado térmico de um sistema, o que pressupõe a afirmação de dois sistemas estarem em equilíbrio térmico se e somente se eles possuírem a mesma temperatura (YOUNG; FREEDMAN, 2003). Em outras palavras, a temperatura está associada com o grau de agitação térmica das partículas fundamentais das quais está composto um sistema.

O grau de agitação de cada partícula é medido pela sua energia cinética em relação ao recipiente que contém o sistema. A energia cinética de uma partícula i , é dada por:

$$E_{ci} = \frac{1}{2} m v_i^2 \quad (45)$$

Note que a energia cinética da partícula i depende de sua velocidade e sua massa. Quanto maior é a velocidade maior é o grau de agitação. Se o sistema contém N partículas, a média da energia cinética é dada por:

$$E_c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_{ci} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} m v_i^2 \quad (46)$$

A temperatura T então é proporcional a energia cinética média do sistema. Entende-se que um corpo é quente se a temperatura é maior, e frio se a temperatura é menor. Devido a ser proporcional a média da energia cinética do sistema, a temperatura é uma quantidade intensiva, ou seja, não depende do tamanho do sistema.

No entanto, os corpos se dilatam ou se contraem pelo aumento ou diminuição da temperatura. Isto é por causa de que, ao aumentar a agitação térmica, as partículas tendem a ocupar um volume maior.

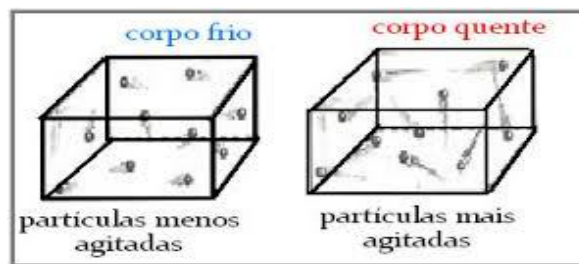


Figura 7 - Esquema da agitação das partículas.

Fonte: o autor

Os termômetros de mercúrio são baseados neste fenômeno, uma vez que o tamanho da coluna de mercúrio, a qual é dilatada ou contraída linearmente, é proporcional à sua temperatura. Se a temperatura aumentar, a coluna do mercúrio sobe, se a temperatura diminuir, a altura da coluna diminui (veja a Figura 8).



Figura 8 - Escalas termométricas.

Fonte: o autor

Calor

O conceito de calor estabelecido por (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2014), argumenta que é energia térmica em trânsito, entre corpos a diferentes temperaturas. Sendo assim o calor não é uma propriedade da matéria. Não é correto afirmar que um corpo possui

calor. O calor é a energia que transfere um corpo em contato com outro corpo à temperatura menor.

Macroscopicamente o calor é diferente a energia que se transfere por trabalho mecânico. Se dois corpos entram em contato estando à mesma temperatura, não haverá transferência de energia térmica ($Q = 0$).

Na Figura 9 podemos observar este conceito. Dois corpos A e B estão a diferentes temperaturas, tal como é indicado pelos termômetros. Ao serem colocados em contato, o corpo A de maior temperatura transfere energia em forma de calor para o corpo B, até que a temperatura dos dois corpos seja igual. Quando isto acontecer, dizemos que os dois corpos atingiram o equilíbrio térmico.

Microscopicamente este processo de equilibração consiste na entrega da energia cinética em excesso que possuem as partículas do corpo A, para o corpo B.

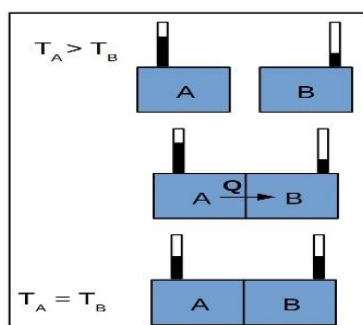


Figura 9 - Transferência de calor de um corpo a outro.
Fonte: o autor

Na termodinâmica a lei zero prediz que "se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si". A partir desta lei é que o funcionamento do termômetro é baseado. Para determinar se dois corpos estão na mesma temperatura, um terceiro corpo (a substância termométrica) é utilizado para esta verificação (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

A lei zero permite a definição de uma escala de temperatura, como por exemplo, as escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit, Kelvin etc. Na escala Celsius, o ponto de fusão do gelo é estabelecido como 0°C , e o ponto de ebulição da água com o valor de 100°C .

Capacidade calorífica (C)

Se um corpo à temperatura T recebe uma quantidade de calor Q , e se sua temperatura aumenta em ΔT , a capacidade calorífica desse corpo define-se como $C = Q / \Delta T$. Ou seja, a

capacidade calorífica é a quantidade de calor Q necessária para que um corpo aumente sua temperatura em ΔT . Depende do material (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

Calor específico (C_e)

O calor específico é a capacidade calorífica de um corpo por unidade de massa. Portanto, $C_e = C/m = Q / (m \Delta T)$. Isto significa que o calor específico é a quantidade de calor por unidade de massa necessário para um corpo aumentar um determinado valor de temperatura.

Caloria (cal)

Define-se (aproximadamente) como a quantidade de calor essencial para 1g de água mudar sua temperatura em 1 °C. Esta definição é ilustrada na Figura 10.

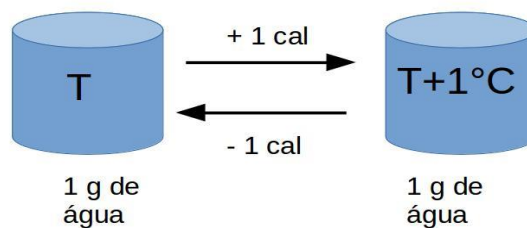


Figura 10 – Caloria.
Fonte: o autor.

Portanto, o calor específico da água é 1 cal/g°C.

Calor latente (L)

Se um corpo está na fase A, na temperatura de transição T_c para passar à fase B, o corpo necessita então uma quantidade de calor L (por unidade de massa), para que seja transformado a fase B. Neste processo a temperatura de transição T_c é mantida, porque o calor está sendo aproveitado para a mudança de fase da substância. Por exemplo, a 1 atm de pressão, o gelo a 0 °C está na temperatura de transição para passar a fase líquida (água). O gelo a 0 °C precisa receber 80 cal por grama, a fim de se transformar em água a 0 °C. Isto chama-se fusão do gelo.

Igualmente, a água à 0 °C precisa perder 80 cal por grama para se transformar em gelo a 0 °C. Isto é a solidificação da água. Por tanto, o calor latente de fusão do gelo (ou de solidificação da água) é $L = 80 \text{ cal/g}$.

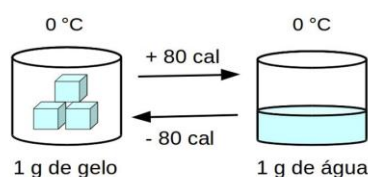


Figura 11 - Calor latente.
Fonte: o autor.

Por outro lado, quando a água atinge 100 °C de temperatura está na temperatura de vaporização. Nessa temperatura, precisa aproximadamente 540 cal/g para passar para o estado gasoso. Também, o vapor de água à 100 °C precisa perder 540 cal/g para se condensar, ou seja, para passar ao estado líquido. Portanto, o calor latente de vaporização da água ou de condensação do vapor de água é 540 cal/g.

O calor latente então é a energia transmitida (por unidade de massa) em forma de calor, que afeta a força de ligação entre as partículas (átomos ou moléculas) que compõem o sistema.

Logo, o calor latente é então diferente ao calor sensível. O calor sensível é aquele que é aproveitado para mudar a temperatura de um corpo. O calor latente é aquele que é empregado para mudar a fase de um corpo. Para isto o corpo tem que estar à temperatura de transição de tal fase.

Fórmulas para o calor sensível e o calor de transformação de fase

O calor sensível, é aquele calor que recebe ou entrega um corpo para mudar sua temperatura em ΔT , é dado por:

$$Q = m C_e \Delta T, \quad (47)$$

onde m é a massa do corpo, C_e é o calor específico, e $\Delta T = T_f - T_i$, sendo T_f a temperatura final e T_i a temperatura inicial do corpo. Note que se a temperatura final é menor que a temperatura inicial, $\Delta T < 0$, então $Q < 0$, o que significa que o corpo cedeu calor para outro corpo. Se a temperatura final é maior que a inicial, $\Delta T > 0$, então $Q > 0$, portanto o corpo recebe calor.

Por outro lado, o calor necessário para uma substância mudar de fase na temperatura de transição, é dado por

$$Q = m L, \quad (48)$$

onde m é massa do corpo, e L é o calor latente para mudar de fase.

Critério de aplicação das fórmulas

Se dois corpos A e B, cujas temperaturas iniciais são T_{Ai} e T_{Bi} , onde ($T_{Ai} > T_{Bi}$), entram em contato térmico, após um intervalo de tempo, ambos atingem a mesma temperatura final de equilíbrio T_f . Se não houver envolvida uma mudança de fase, a temperatura final é obtida aplicando o princípio de conservação da energia. Isto é, o calor concedido pelo corpo de maior temperatura é igual ao calor recebido pelo corpo a menor temperatura. Portanto, a soma desses calores sensíveis deve ser igual a zero:

$$Q_{\text{ganho}} + Q_{\text{perdido}} = 0, \quad (49)$$

onde Q_{ganho} é o calor ganho pelo corpo de menor temperatura, e Q_{perdido} é o calor perdido pelo corpo de maior temperatura. Sabendo que inicialmente o corpo A está a maior temperatura, e B está inicialmente a menor temperatura que A, então

$$Q_{\text{perdido}} = m_A C_{eA} (T_f - T_{Ai}), \quad (50)$$

e

$$Q_{\text{ganho}} = m_B C_{eB} (T_f - T_{Bi}), \quad (51)$$

onde m_A e m_B são as massas de A e B, respectivamente, e C_{eA} e C_{eB} são os calores específicos, respectivamente. Portanto, substituindo as equações (50) e (51) na equação (49), temos

$$m_B C_{eB} (T_f - T_{Bi}) + m_A C_{eA} (T_f - T_{Ai}) = 0, \quad (52)$$

assim, resolvendo a equação (52) na variável T_f , a temperatura final fica:

$$T_f = \frac{m_A C_{eA} T_{Ai} + m_B C_{eB} T_{Bi}}{m_A C_{eA} + m_B C_{eB}} \quad (53)$$

Destacando-se que a temperatura final de equilíbrio deve estar compreendida no intervalo $T_{Bi} < T_f < T_{Ai}$. Se o cálculo produz o contrário, então houve uma mudança de fase, e, portanto, as equações (50) e (51) precisa-se considerar o calor de transformação de fase envolvido.

Vamos supor que o corpo B, o qual está inicialmente a menor temperatura que o corpo A, sofre uma transformação de fase antes de atingir o equilíbrio térmico à temperatura T_f . Então, necessariamente tem que existir uma temperatura de transição T_c , tal que $T_{Bi} < T_c < T_f$.

Vamos chamar de fase 1, àquela quando o corpo B está a temperatura menor que T_c , e fase 2, àquela quando o corpo B está à temperatura maior que T_c . Quando o corpo atinge a temperatura de transição T_c , requer de uma quantidade de calor igual a $m_B L$ para passar de fase, sendo L o calor latente nessa temperatura de transição.

O processo de equilibração que leva ao corpo B à temperatura final, pode ser observado na seguinte figura:

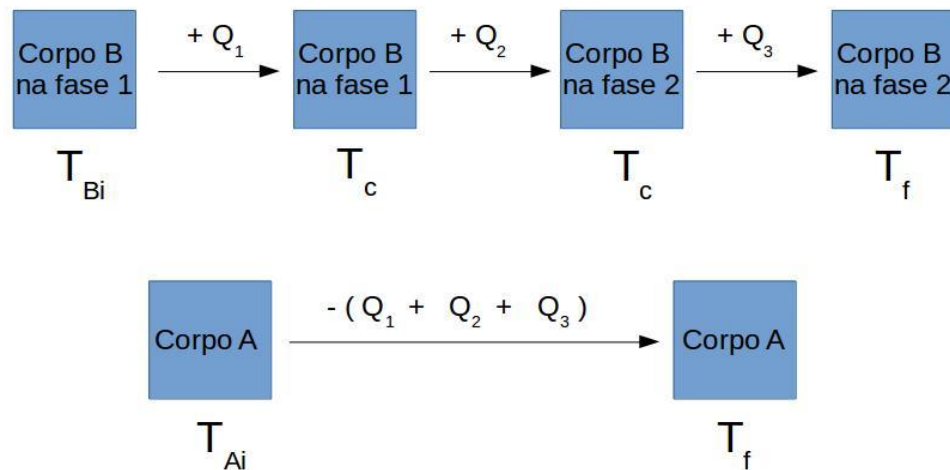


Figura 12 - Quantidade de calor.
Fonte: o autor.

Segundo a Figura 12, o corpo B, inicialmente na fase 1 à temperatura T_{Bi} , recebe do corpo A uma quantidade de calor $Q_1 = m_B C_{eB1} (T_c - T_{Bi})$, a fim de atingir à temperatura T_c , na qual o corpo muda de fase.

Cabe salientar que C_{eB1} é o calor específico do corpo B na fase 1. Depois disso, na temperatura de transição T_c , o corpo B recebe de A uma quantidade de calor $Q_2 = m_B L$, a fim de passar para a fase 2.

Observe que a temperatura de B não muda até não receber a quantidade total de calor necessário para mudar de fase. Logo, na fase 2, o corpo B recebe do corpo A uma quantidade de calor $Q_3 = m_B C_{eB2}(T_f - T_c)$, para atingir a temperatura T_f . C_{eB2} é o calor específico de B na fase 2.

Portanto, o corpo A perde no total uma quantidade de calor dada por $Q_1 + Q_2 + Q_3$, a fim de alcançar a temperatura final de equilíbrio (note o sinal negativo na Figura 12).

A evolução da temperatura T do corpo B ao longo do tempo t pode ser observada na Figura 7, em uma curva de T versus t . Esta curva mostra que, no intervalo $0 < t < t_1$, o corpo na fase 1 aumenta sua temperatura ao receber calor do corpo A. Em $t = t_1$, o corpo B atinge a temperatura de transição. No intervalo $t_1 < t < t_2$, o corpo não muda de temperatura até não receber a quantidade total de calor de transformação. Finalmente, no intervalo $t_2 < t < t_3$, na fase 2, o corpo B aumenta sua temperatura até alcançar a temperatura final de equilíbrio.

A vantagem desta curva é que pode ser obtida experimentalmente de maneira direta, referente a Figura 18.

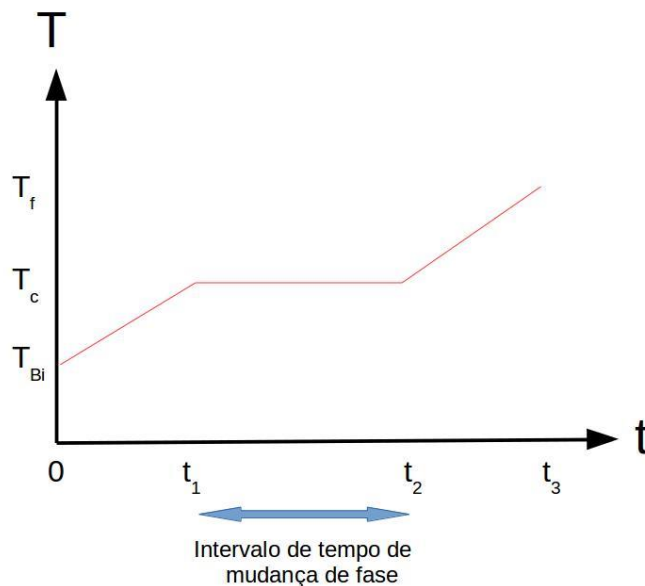


Figura 13 - Variação da curva de temperatura.
Fonte: o autor.

Formas de Transferência de calor

Existem três formas para a transferência de calor entre dois corpos, por radiação, por convecção, e por condução.

A radiação térmica, também chamada irradiação, é transmitida por ondas eletromagnéticas, portanto não é necessário o contato entre os dois corpos.

A convecção é a forma comum de transferência de calor entre os líquidos e gases, devido ao movimento do fluido.

Na condução, o calor é transferido por contato entre meios contínuos pela vibração entre as moléculas ou átomos, ou também através dos elétrons livres em metais.

Na Figura 14 são ilustrados os três casos.

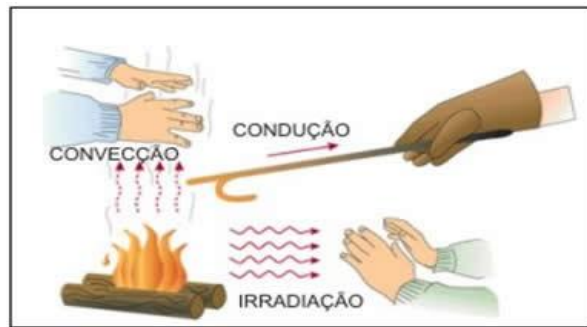


Figura 14 - Exemplo de propagação de calor.
Fonte: o autor

Lei de Fourier

Observemos uma barra condutora de comprimento L , cuja seção transversal tem área A , cujas extremidades são mantidas às temperaturas T_1 e T_2 , onde $T_1 > T_2$ (ver Figura 16).

Neste caso o calor fluirá através da barra indo desde a extremidade que tem maior temperatura para a de menor temperatura. A quantidade de calor Q que perpassa uma seção reta da barra em um intervalo de tempo t é chamado de fluxo de calor Φ .

O fluxo de calor é em direção proporcional a área de seção transversal e a diferença de temperaturas dos extremos da barra, e inversamente proporcional ao seu comprimento. Matematicamente é dada por

$$\phi = \frac{Q}{t} = k \frac{A(T_1 - T_2)}{L} \quad (54)$$

A constante de proporcionalidade é a condutividade térmica k , a qual é alta nos metais porque estes contêm elétrons livres que podem transferir com maior facilidade a energia térmica. Os materiais que têm muito baixa condutividade térmica podem ser úteis como paredes

adiabáticas, porque impedem o andamento da energia em forma de calor (ver tabela de valores embaixo).

Condutividade Térmica: (kcal/s)/ (°Cm)

Alumínio	$4,9 \times 10^{-2}$
Cobre	$9,2 \times 10^{-2}$
Aço	$1,1 \times 10^{-2}$
Ar	$5,7 \times 10^{-6}$
Gelo	4×10^{-4}
Madeira	2×10^{-5}
Vidro	2×10^{-4}
Amianto	2×10^{-5}

$$1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J}$$

Figura 15 - Condutividade térmica
Fonte: o autor

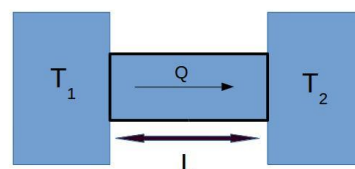


Figura 16 - Energia em forma de calor
Fonte: o autor

3. TEMPO DE APLICAÇÃO DE NOVAS PROPOSTAS PARA O ENSINO

Um extenso conhecimento do Ensino de Física vem se reunindo na sociedade, esse conhecimento é considerado importante, que por sua vez pressupõe o que é ensinado nas escolas. O desafio é ensinar esse conhecimento com o pouco tempo disponibilizado nos currículos.

O docente precisa utilizar de propostas e ferramentas que caibam no seu tempo limite para as aulas. Muitas são as propostas atrativas, contextualizadas a serem desenvolvidas para o aperfeiçoamento no âmbito escolar, mas pouca a preocupação com o tempo que se requer para realizar tal atividade.

O objetivo é o ensino regular básico público que se deseja planejar no escasso tempo aulas sequenciadas e potencializadas. O que caracteriza as sequencias didáticas atribuídas nesse trabalho.

3.1 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional se baseia em uma sequência didática apoiada e fundamentada na aprendizagem significativa, elaborada de acordo com a UEPS proposta por Marco Antônio Moreira (MOREIRA, 2011), com o conteúdo de Calorimetria e transferência de calor englobando animações, experimentos e atividades (envolvendo conceitos fundamentais de calor, temperatura, calor específico, calor latente e condutividade térmica) com o intuito de esclarecer as dúvidas sobre as definições e conceitos que são ensinados tradicionalmente nos livros ou em sala de aula.

Compreender o processo pelo qual microscopicamente as moléculas de duas substâncias a temperaturas diferentes se equilibram ao serem colocadas em contato. Levar o aluno ao pensamento crítico, ou seja, transpor o senso comum de propriedades e experiências macroscópicas sobre a equilibração térmica.

Acompanhamento do processo de equilibração térmica no nível molecular de um gás. Por meio de experimento virtual (animação).

Assim sendo, animações macroscópicas ilustrando o processo de equilíbrio térmico determinado por termômetros, seguindo um calorímetro (experimento de baixo custo) para observação de duas substâncias a diferentes temperaturas. O que se baseia em aprendizagem significativa por meio de sequência de ensino- Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, utilizando demais recursos como: mapa conceitual, diagrama em V, debates, vídeos, experimentos e testes.

Desse modo constitui o conhecimento da sala de aula, para o desenvolvimento de atividades com turma do segundo ano do ensino médio da rede pública, para o aperfeiçoamento e avaliação de uma proposta pedagógica voltada para o ensino de Física, a qual deve internalizar no estudo por diagnóstico prévio da realidade do aluno. Propondo uma Sequência didática fundamentada na Aprendizagem Significativa e nas UEPS, no qual aborda a temática de Calorimetria e Transferência de calor.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E UEPS SEGUNDO MOREIRA

A Aprendizagem significativa no olhar de Marco Antônio Moreira é aquela que se relaciona de forma substancial, não literal a algum conceito específico da organização cognitiva do sujeito (MOREIRA, 2012a). Buscando a relação, entre o conhecimento prévio do educando e um novo material que deverá adquirir, sendo sugerido o uso de organizadores prévios, como materiais iniciais que servirão como uma espécie de ancoragem para o novo conhecimento (MOREIRA, 2006).

No momento em que o material é parcialmente conhecido, o organizador prévio desempenha um papel comparador, que deve ajudar o aprendiz a relacionar os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2011b). A qual permite ao indivíduo elaborar parte de sua cultura, e por conseguinte estar fora também. De acordo com essa aprendizagem que ele poderá fazer parte da cultura, e não ser alienado as ideologias predispostas. Através da qual positivamente lidará com a mudança sem que ela o domine. Por meio dela poderá trabalhar com probabilidades, com incertezas etc. (Moreira, 2005).

Quando o material é relativamente familiar, o organizador prévio desempenha um papel comparador, que deve ajudar o aprendiz a relacionar os conhecimentos adquiridos à sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011b).

Unidade Potencialmente Significativa

As UEPS são sequências didáticas previstas na teoria de aprendizagem significativa. O aspecto significativo das UEPS são seus oito passos (definição do tópico, criar situação-problema, propor situação-problema, apresentar o conteúdo a ser ensinado, expor a complexidade do assunto- forma crescente, retomar aos aspectos relevantes da matéria, avaliação e aprendizagem significativa progressiva-compreensão) que, de maneira sintética, põe em prática vários princípios relevantes de teorias de aprendizagem de diferentes autores, de maneira clara e concisa. Sua finalidade é esquematizar de forma concisa os procedimentos para facilitar a aprendizagem significativa de conteúdo específicos de diversos conhecimentos afirmativos ou procedimentais (MOREIRA, 2012a).

4.1.1 Organizadores prévios

O organizador prévio deve ser mais amplo, mais abrangente e em maior nível de intelectualização em relação ao material de aprendizagem. A ideia inicial é que preceda a apresentação do material. Há dois tipos de organizadores prévios, expositivo e comparativo.

Quando o educando não possui um conhecimento claro e conciso para o novo material ser sustentado, o organizador prévio supostamente faz a conexão entre o conhecimento prévio e o material de aprendizagem.

Quando o material é comparativamente conhecido, o organizador prévio desempenha um papel igualitário, que deve ajudar o aprendiz a relacionar os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva (comparativo) (MOREIRA, 2011b).

4.1.2 Evidências de Aprendizagem

Com o intuito de evitar o que se entende por “simulação de aprendizagem significativa”, devem-se realizar avaliações que exijam o máximo de transformação do conhecimento possível. Se houve aprendizagem significativa, esta deve ser transmitida, ou seja, o aprendiz deve ser capaz de explicar aos outros.

Para mais, estes conhecimentos podem ser reformulados para solucionar novos problemas. As avaliações devem ser no mínimo escritas com palavras diferentes, e se possível, propor sempre novas situações problema, em nível crescente de complexidade (MOREIRA, 2001); (MOREIRA, 2011b); (MOREIRA, 2006).

4.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática- TLS segundo Méheut (2005), tem como objetivo auxiliar os alunos a compreender o conhecimento científico. Sendo assim, propõe um modelo para a demarcação das TLS definindo quatro componentes básicos: o educador, os alunos, o conhecimento científico e o mundo material, interligados a partir de duas dimensões: a epistemológica e a pedagógica.

A análise da Teoria da Atividade de Leontiev possibilita uma melhor compreensão dos processos de entendimento dos conceitos científicos no contexto escolar, integrando elementos

trazidos por Vigotsky. Sendo que busca na atividade uma melhor conexão de sentidos entre o educando e sua relação com a sociedade.

É enfatizado por Leontiev (1985) que a atividade é o processo que intervém a relação entre o ser humano e a realidade a ser transformada por ele, tendo como característica principal seu caráter concreto. Em reciprocidade ao processo de formação de conceitos científicos, impõe como condição a definição do tipo de atividade necessária para sua formação.

O desenvolvimento de uma sequência didática se constitui em um processo estratégico metodológico que pode ser compreendido pelo referencial da teoria da transposição didática de Chevallard. A avaliação de uma sequência de ensino está interligada com seus objetivos iniciais e, principalmente, com uma questão de pesquisa.

Esta questão deve ser colocada no início do processo e pode tratar de qualquer uma das etapas da TLS e não apenas da aprendizagem dos alunos. Isso significa que uma TLS pode ser desenvolvida com o objetivo de entender aspectos sobre a implementação de um determinado conteúdo, sem se preocupar necessariamente com a aprendizagem dos alunos. Uma sequência didática com tal objetivo é capaz, por exemplo, de gerar um resultado que avalie métodos e estratégias de ensino de um assunto.

5. MATERIAIS E MÉTODOS DA UEPS

São oito passos para a construção de uma UEPS os quais procuram por em prática os princípios selecionados por Moreira. Como vamos fundamentar nossa UEPS na aprendizagem significativa, pode ocorrer de alguns princípios se sobressaírem em detrimento de outros. Os aspectos sequenciais da UEPS são:

1. Definir o tópico a ser trabalhado tal como ele é aceito no contexto da matéria de ensino, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais;
2. Criar ou propor situações-problema, nesta etapa é importante externalizar os conhecimentos prévios dos alunos;
3. Propor situação-problema em nível bem introdutório relevando os conhecimentos prévios dos alunos, estas situações problema podem atuar também como organizadores prévios;
4. Expor o conhecimento a ser ensinado/aprendido sempre levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, iniciar pelos conceitos mais gerais e abrangentes, e ir para os conceitos mais específicos e isolados;
5. Posteriormente, retomar os aspectos mais gerais, porém em maior nível de complexidade em relação à exposição anterior. Deve-se expor em nível crescente de dificuldade;
6. Para concluir a unidade, retomar novamente os aspectos mais relevantes e gerais da matéria de ensino, buscando assim a reconciliação integradora, ou seja, uma retomada de maneira a integrar o corpo de conhecimento, e após esta terceira retomada, novas situações-problema em maior nível de complexidade;
7. A verificação da aprendizagem deve ser feita ao longo da aplicação da UEPS, registrando tudo que possa ser indício de evolução conceitual. Após o sexto passo deve-se realizar uma avaliação somativa individual a fim de exigir o máximo de transformação do conhecimento e evidenciar captação de significado. O professor deve avaliar igualmente o desempenho nas tarefas realizadas coletivamente, anotações e na avaliação somativa.
8. O desenvolvimento da aprendizagem significativa é crescente, logo, busca-se indícios de aprendizagem significativa, de compreensão, de captação de significados, de capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. A UEPS será considerada um êxito se apresentar estes indícios de aprendizagem significativa.

5.1 DIAGRAMAS

Com a finalidade de facilitar a estrutura da UEPS, Moreira (2011a) expõe dois tipos de diagramas que podem auxiliar de maneiras diferentes na disposição da UEPS, os mapas conceituais e os diagramas V.

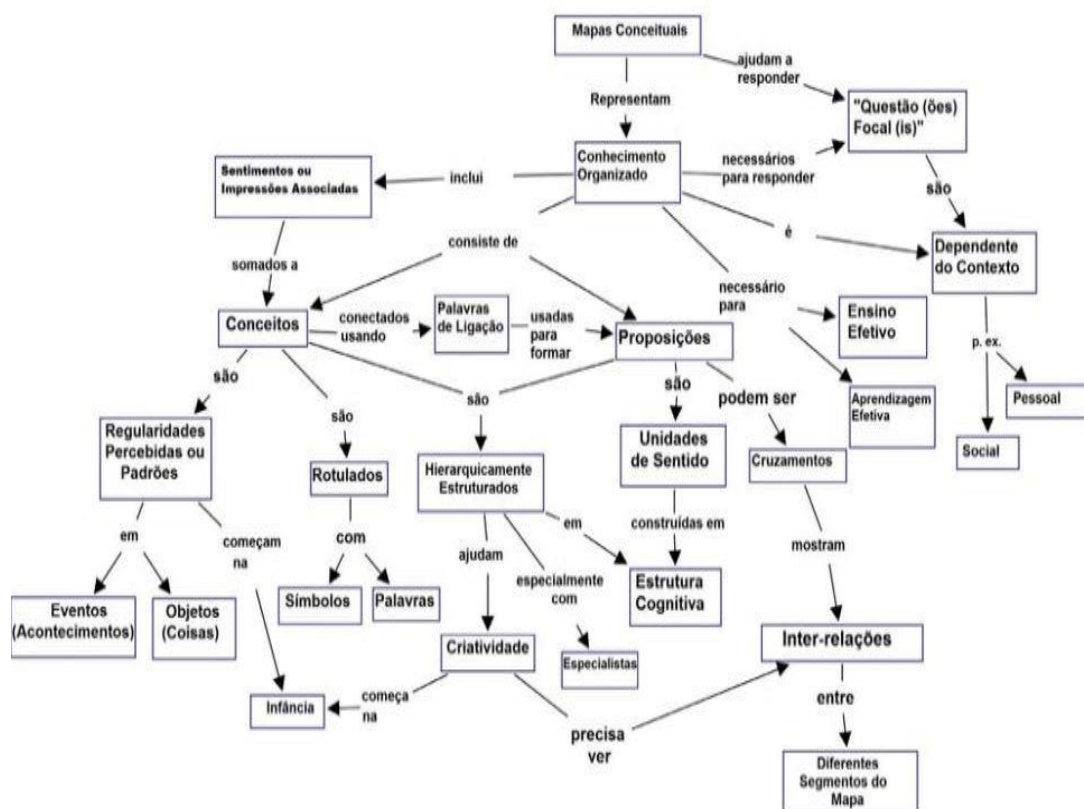
Esses diagramas são utilizados na organização do material de ensino, auxiliam o planejamento das atividades de ensino, servem como recurso facilitador da aprendizagem, mecanismos de ensino e instrumentos de avaliação.

As UEPS elaboradas nessa pesquisa utilizaram o diagrama em V para planejar a aula. Os mapas conceituais auxiliaram na organização da matéria de ensino e foram utilizados também como ferramenta de aprendizagem e avaliação. Seguidamente serão descritos brevemente o que são e como funcionam estes diagramas.

5.1.1 Mapas Conceituais

Os diagramas em forma de mapas conceituais são bidimensionais e buscam evidenciar as inter-relações entre conceitos de uma constituição de conhecimento. Igualmente evidenciam a ordenação ou relevância dos conceitos de maneira visual. Podem ser desenvolvidos escrevendo os conceitos dentro de figuras geométricas, e interligando-os com linhas, pode-se também inserir uma palavra no meio da linha que os liga (conectores), auxiliando na relação entre os conceitos em questão. Foram efetuados por Joseph Novak (NOVAK; CAÑAS, 2010). São ferramentas gráficas para a composição e representação do entendimento.

. “A mente trabalha no sentido de organizar o conhecimento em quadros hierárquicos e que métodos de ensino que facilitem esse processo aumentariam significativamente a capacidade de aprendizado de qualquer aluno” (BRANSFORD apud NOVAK; CAÑAS, 2010, p.13).



Mapa 1 - Modelo de mapa conceitual
Fonte: Moreira, 2012

Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa provoca, necessariamente, atribuição de conceitos característicos, mapas conceituais, traçados por professores e alunos, refletirão tais significados. Ou seja, tanto mapas usados por educadores - como ferramenta de aprendizagem - como mapas feitos por alunos em uma avaliação, possuem componentes constituintes.

Não sendo acessível que o educador apresente aos alunos o mapa conceitual de um certo conteúdo e sim um mapa conceitual para esse conteúdo segundo os significados que ele atribui aos conceitos e às relações significativas entre eles. Com formas similares, não se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual “correto” ou perfeito de um determinado assunto.

O educador ao ensinar tem o propósito de fazer com que o educando obtenha certos significados que são aceitos no contexto da disciplina de ensino, que são compartilhados por certa coletividade de usuários. O ensino busca fazer com que o aluno venha também a compartilhar tais significados. Esses mapas de conceitos podem ser valiosos na obtenção desse objetivo e podem fornecer informação sobre como está sendo alcançado. Com tudo, mapas

conceituais – tanto do aluno como do professor – têm significados pessoais. Provem exemplificar dois educadores, com igual conhecimento, que desenhem um mapa de conceitos para certo conteúdo: seus mapas terão semelhanças e diferenças.

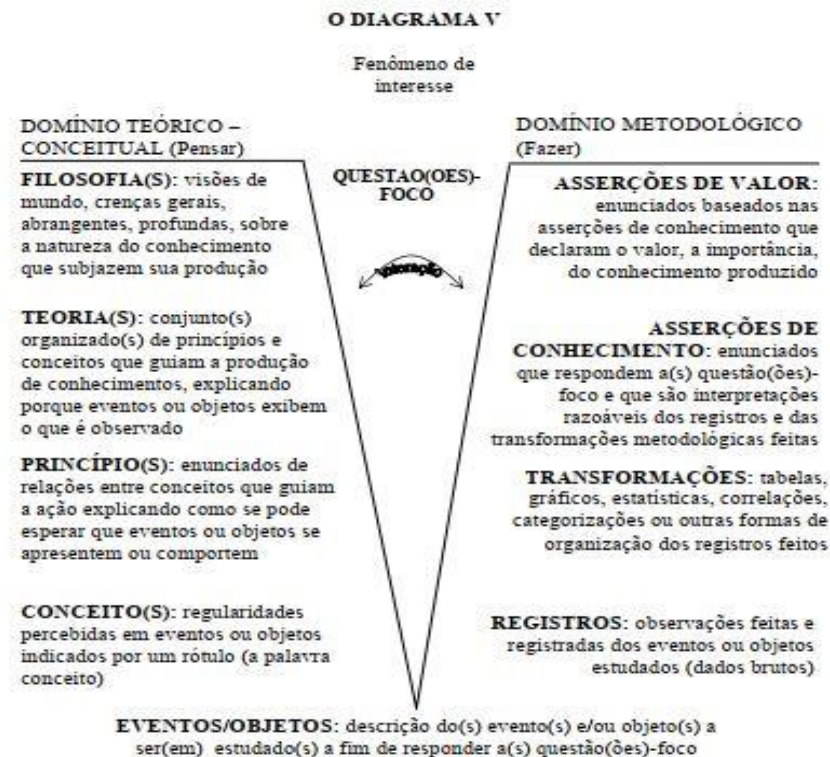


Figura 17- Modelo de diagrama em V
Fonte: Moreira, 2007

5.1.2 Diagrama em V

Os diagramas epistemológicos (MOREIRA, 2006) foram propostos inteiramente por D.B. Gowin para a investigação do processo de produção do conhecimento, por isso ele é também chamado de Vê epistemológico. Antes do diagrama, Gowin propõe cinco questões para observação do conhecimento autenticado:

1. Qual(is) a(s) questão(ões)-foco? 2. Quais os conceitos-chave? (Qual a estrutura conceitual?) 3. Qual(is) o(s) método(s) usado(s) para responder a(s) questão(ões)-foco? (Qual a sequência de passos?) 4. Quais as asserções de conhecimento? (Qual o conhecimento produzido?) 5. Quais as asserções de valor? (Qual o valor do conhecimento produzido?) (MOREIRA, 2007).

Estas questões são a base para a construção dos diagramas. Embora não expressem de maneira completa tudo o que significa um diagrama epistemológico, é bastante sucinto e adequável. O formato do diagrama poderia ser qualquer um, porém o formato do diagrama semelhante a letra “V” evidencia as relações entre o domínio conceitual (o pensar) e o domínio metodológico (o fazer) (MOREIRA, 2011a).

Esse modelo de diagrama pode ser empregado de forma similar aos mapas conceituais, como ferramenta de avaliação, de ensino e de aprendizagem. Esta pesquisa utilizar-se-á do diagrama epistemológico para planejar as UEPS. Sua sistematização do domínio conceitual interagindo com o domínio metodológico consolida o plano de aula de maneira sinótico e de compreensão acessível (MOREIRA, 2011).

5.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A escola escolhida para a pesquisa foi a Escola Estadual Benjamin M. Brandão que fica na cidade de Manaus, na zona oeste (situada em uma área de periferia). Conta com uma área construída: 10 salas de aula, algumas sem climatização, a escola não possui laboratório. Possui cerca de 70 funcionários, possui biblioteca, sala de professores, sala da gestão. Professores concursados e contratados para as disciplinas, mas ainda com déficit em algumas disciplinas. Cerca de 6 turmas de 2º ano tarde/noite com 44 alunos por sala. A pesquisa foi realizada no período noturno com as turmas do 2º ano 1 e 2º ano 3 com um total de 62 alunos, faixa etária de 16 a 30 anos.

A pesquisa foi aplicada em etapas de aproximadamente duas semanas. Foram quatro etapas, uma para cada UEPS. Os objetivos da aplicação das sequências didáticas em apêndice foram para verificar a aplicabilidade com relação ao tempo disponível (das aulas de Física do ano), verificação de indício de evolução conceitual nos alunos, potencial de promover a pré-disposição em aprender e a aceitação da sequência didática. Esses aspectos foram avaliados no decorrer da aplicação da sequência didática.

A pesquisa foi avaliada qualitativamente (GIL, 2002), nos aspectos da aprendizagem conforme pressupõe Ausubel (MOREIRA, 2001) e da aceitação da estratégia didática. Faz-se uso da obtenção de dados descritivos por contato direto e participativo do pesquisador com o modo de estudo. É frequente que o pesquisador procure entender as perspectivas dos participantes da situação estudada e então faça uma interpretação dos acontecimentos estudados. (NEVES, 1996).

Foram utilizadas questões dissertativas, mapas conceituais e debates para extrair as informações pertinentes à pesquisa. De acordo com Bardin (2004), a análise das comunicações, de conteúdo, utiliza procedimentos sistemáticos e objetivo na descrição.

6. ANÁLISE EXPERIMENTAL

A metodologia a ser utilizada é uma sequência didática-UEPS baseando-se no diagnóstico inicial da realidade do aluno. Desenvolvida com alunos da 2ª série do ensino médio da rede pública. Tal diagnóstico foi levantado no primeiro contato com a turma, o qual embasa o plano de aula. Esta primeira interação é muito importante, porque a partir dela você caracteriza a classe e os alunos que nelas estão, proveniente de questionários para sondagem que embasam a coleta de dados. A coleta de informações é realizada através de questionários que apresentam fatores distintos, cujas análises são geralmente apresentadas através de tabelas e gráficos (FACHIN, 2003). Nesse contexto de pesquisa, a representação dos dados ocorre através de técnicas de análise, cujo tratamento objetivo dos resultados estimula o processo de relação entre variáveis (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Na primeira aula o professor apresenta-se a classe, fala seu nome e a disciplina que irá ministrar, os alunos se apresentam na sequência, eles receberão um pequeno questionário, para entregarem na aula posterior, dos quais será colhido a caracterização do aluno, suas motivações, expectativas, conhecimento em relação a disciplina, aspectos positivos e negativos, mas de suma importância para o diagnóstico da turma. Sendo assim pressupõe-se as seguintes aulas fundamentadas na Unidade de ensino potencialmente significativa, que integra mapa conceituais e diagramas epistemológicos.

No qual encontra-se a questão foco, onde estudantes em pequenos grupos devem investigar uma situação experimental virtual (acompanhamento do processo de equilíbrio térmico no nível molecular-microscopicamente) e real (calorímetro caseiro com substâncias a diferentes temperaturas) apresentado pelo professor que os encoraja a expressar suas ideias e formular hipóteses por significados estruturados.

Além disso, o professor é obrigado a sugerir a questão científica a estudar, para ajudar a realizar o experimento (quando necessário), e promover aos alunos para testarem suas próprias hipóteses e refletir sobre a primeira pergunta / problema científico (Se colocar duas substâncias a diferentes temperaturas, a temperatura final poderia ser menor que T_1 e T_2 ?. Os alunos, por outro lado, são intimados a fazer medições na medida do possível por conta própria, para analisar os dados para responder ao problema inicial, e para apoiar as suas conclusões com argumentos sólidos baseados na evidência observada. Ao final das atividades um teste para análise de dados.

Procedimentos experimentais que abordam os principais conceitos e objetivos do conteúdo e suas respectivas animações.

1º UEPS-Calor e sua propagação, temperatura e sensação térmica

Essa UEPS (Apêndice M) foi aplicada com duas turmas do 2º ano do ensino médio, com 62 alunos. No qual integrou duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. O apêndice M se trata de um plano de aula com passos propostos para as duas aulas iniciais prevista no trabalho.

Utilizando recursos de animação e simulação computacional para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas seguindo de uma lista de exercícios complementares (Apêndice C) para reforçar o assunto.

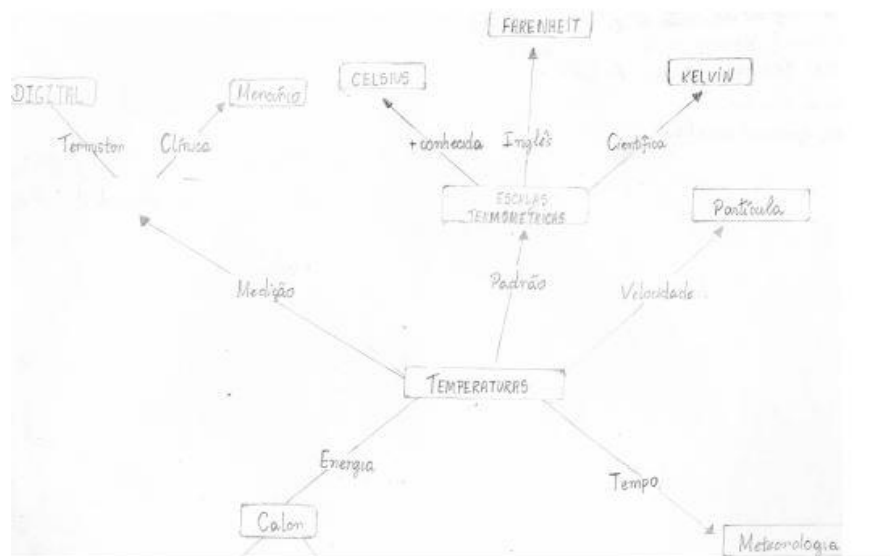
Abaixo um quadro elaborado resumido as aulas desenvolvidas e o que foi realizado com os alunos.

Encontros (45 minutos)	O que foi realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Animação e simulação computacional Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Solução de dúvidas Elaboração de mapa conceitual em grupo

Quadro 1 - Síntese dos encontros da 1º UEPS.

Fonte: o autor.

Prosseguindo, a segunda aula houve revisão do conteúdo, no qual os alunos tiveram liberdade para expor suas dúvidas mediante as questões propostas sobre os exercícios e pôr fim a elaboração de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado nas aulas da primeira UEPS. Abaixo o modelo de mapa conceitual elaborado pelos alunos em sala.



Mapa 2 – Mapa conceitual elaborado pelos alunos.
Fonte: o autor

Esse mapa conceitual está apresentando a primeira parte do conteúdo abordado, pouco estruturado e feito a lápis o que dificulta a visualização perceptível, foi digitalizado conforme os alunos elaboraram. Contudo para alunos que possivelmente nunca tiveram contato com estudos e definições sobre estruturação desses diagramas, surpreenderam a realizarem o que foi proposto, no qual permite a curiosidade em conhecer tal ferramenta.



Figura 18 - Aula expositiva com os alunos
Fonte: o autor



Figura 19 - Aula de simulação computacional e animação
Fonte: o autor

Essas imagens ilustram a primeira aula aplicada para contextualização do assunto de Calor. A aula foi conduzida na sala de multimídia para comportar duas turmas da 2º série, ou seja, 62 alunos. Com demonstrações de animações e simulações que facilitassem a visão microscópica da agitação das partículas ao serem aquecidas ou resfriadas. Conduzimos com

perguntas para instigar os alunos a responderem com suas palavras o que entendiam sobre a discussão em si.

2º UEPS- Calor sensível e calor latente (Método Comparativo para a determinação do calor específico)

Essa UEPS (Apêndice N) foi aplicada com duas turmas do 2º ano do ensino médio, com 62 alunos. No qual integrou duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. Utilizando recursos de simulação computacional (PHET) para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas e uma lista de exercícios complementares (Apêndice D) para reforçar o assunto.

Dando seguimento a segunda aula houve retificação do conteúdo, sondagem e correção das atividades complementares, atividade experimental (elaborada em sala de aula, com a participação dos educandos de forma ilustrativa e dinâmica) e pôr fim a produção de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado nas aulas da segunda UEPS. Abaixo um quadro sintetizando o desenvolvimento das aulas e o que foi realizado com os alunos.

Encontros (45 minutos)	O que foi realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Simulação computacional-PHET Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Atividade experimental-Método comparativo Elaboração de mapa conceitual em grupo

Quadro 2 - Síntese dos encontros da 2º UEPS.

Fonte: o autor.

Os quadros dispõem a aplicabilidade resumida dos encontros desenvolvidos, vale destacar a curiosidade das aulas de simulação computacional, isso chamou a atenção dos educandos para as ilustrações e para as respostas conceituais dos exercícios. Seguindo as demonstrações para se chegar nas equações da determinação do método comparativo.

Tendo em vista determinar o calor específico de um líquido X (no caso utilizamos óleo), compara-se o comportamento térmico deste líquido com o da água, sabendo que o calor específico da água é dado, sendo $C_{e_{\text{água}}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Para isto, duas massas iguais de água e do líquido X irão receber a mesma quantidade de calor Q de maneira livre, começando á

temperatura ambiente T_0 . Portanto, o líquido X vai aumentar sua temperatura em ΔT_x , e a água em $\Delta T_{\text{água}}$.

Aqui abaixo está ilustrado o momento da aplicação do experimento de determinação do calor específico da água e do óleo, que utilizamos materiais simples como copos de vidro contendo uma certa quantidade de óleo e água (sendo a mesma quantidade para os dois líquidos), esses recipientes foram aquecidos em um intervalo de tempo, alunos segurando os recipientes e alunos cronometrando o tempo. Depois com as equações estabelecidas desenvolveram os cálculos. E descobriram quem tem maior ou menor calor específico, água ou óleo? O experimento mostrou que a água tem maior calor específico, porque ao ser aquecida simultaneamente com o óleo, sofreu menor variação de temperatura.



Figura 20 - Aula experimental de calor específico
Fonte: o autor



Figura 21 - Aula experimental de calor específico
Fonte: o autor

Visto que a quantidade de calor recebido por ambos os líquidos é a mesma, podemos escrever a seguinte equação:

$$Q = m_x C_{e_x} \Delta T_x = m_{\text{água}} C_{e_{\text{água}}} \Delta T_{\text{água}} .$$

Se as massas são iguais, tal como foi estabelecido inicialmente, então temos

$$C_{e_x} = C_{e_{\text{água}}} \Delta T_{\text{água}} / \Delta T_x .$$

Por conseguinte, o calor específico do líquido X pode ser obtido só medindo o aumento de temperaturas do líquido X e da água. As massas iguais podem ser medidas em uma balança,

e os aumentos de temperatura com termômetros. A fim de os dois líquidos adquirirem a mesma quantidade de calor, devem ser submetidos à mesma fonte de calor no mesmo intervalo de tempo. Então o calor Q é dado pelo produto da potência P da fonte de calor, pelo intervalo de tempo t , assim $Q = Pt$, onde o tempo pode ser medido com um cronômetro. Na Figura está ilustrado o procedimento.

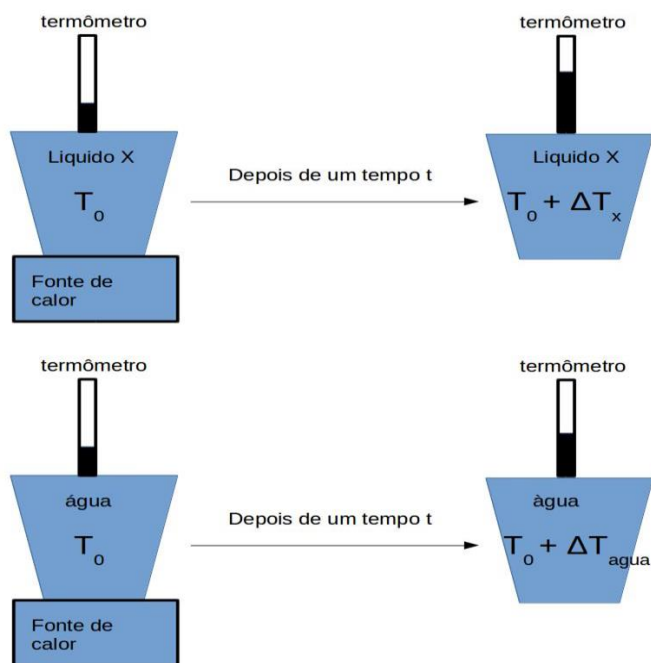


Figura 22 - Esquema do método comparativo

Prosseguindo na segunda aula com a elaboração do mapa conceitual desenvolvido pelos educandos em sala, abordando o estudo em questão da segunda sequência didática.



Mapa 3 – Mapa conceitual elaborado pelos alunos.
Fonte: o autor.

Esse mapa conceitual está apresentando a segunda parte do conteúdo abordado, bem estruturado e feito com cores o qual facilita a visualização perceptível, foi digitalizado conforme os alunos elaboraram. Portanto para alunos que possivelmente tiveram seu segundo contato com estudos e definições sobre estruturação desses diagramas, surpreenderam ao realizarem o que foi proposto, no qual permite a curiosidade em conhecer tal ferramenta e melhor desempenho na elaboração. Apesar dos mapas conceituais poderem transmitir informações factuais tão bem quanto os textos, esses organizadores gráficos são mais presentes que os textos para ajudar os leitores a construir inferências complexas e integrar as informações que eles propiciam (Vekiri, 2002, p.287)

3º UEPS-Curva de aquecimento envolvendo mudança de fase

Essa UEPS (Apêndice O) foi aplicada com duas turmas do 2º ano do ensino médio, com 62 alunos. No qual integrou duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. Utilizando um roteiro com recursos de vídeo e programação na placa de Arduino UNO (Apêndice H) ligado a um sensor de temperatura, para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas e a curva de aquecimento do gelo (variando a temperatura) e uma lista de exercícios complementares (Apêndice E) para reforçar o assunto.

Na segunda aula houve revisão do conteúdo, atividade experimental e pôr fim a elaboração de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado

nas aulas da terceira UEPS. Abaixo um quadro sintetizado das aulas e o que foi realizado com os alunos em sala.

Encontros (45 minutos)	O que foi realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Vídeo Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Atividade experimental-Curva de aquecimento e fusão do gelo Elaboração de mapa conceitual em grupo

Quadro 3 - Síntese dos encontros da 3ª UEPS.

Fonte: o autor.

Os quadros dispõem a aplicabilidade resumida dos encontros desenvolvidos, vale destacar a curiosidade da aula em que utilizamos a placa Arduino com o sensor de temperatura, justamente para medir as variações de temperatura que apareciam na tela do notebook (projetadas no data show), isso chamou a atenção dos educandos para as ilustrações e para as respostas conceituais dos exercícios. A escola não possui recursos para essas programações, então foi levado o circuito pronto ligado no protoboard, para ao menos eles se familiarizarem com tais linguagens. Seguindo as demonstrações para se chegar nas equações da determinação do calor latente da fusão do gelo.

A curva da evolução da temperatura de uma substância mostra como evolui a temperatura de um corpo em função do tempo. Para isto, é submetida a uma fonte de calor. Pela natureza da curva o aluno pode identificar quando a substância está aproveitando o calor para aumentar sua temperatura em uma determinada fase, ou quando o aumento de temperatura é zero devido ao corpo estar aproveitando o calor para mudar sua fase.

Para realizar este experimento utiliza-se por exemplo gelo a -20°C , sob pressão normal - fornecendo calor ao gelo suas partículas absorvem energia, com aumento de temperatura. Esse processo tem um certo tempo, existe uma temperatura em que a estrutura da molécula da substância não consegue se manter – é a temperatura de fusão (à 0°C).

Ao ser atingida esta temperatura, passa a ocorrer a destruição da estrutura molecular sólida. Sendo usado o calor recebido e a matéria (gelo) torna-se líquida (água), (NEWTON; HELOU; GUALTER, 2012).

Depois, o calor é aproveitado para elevar a temperatura da água até alcançar o ponto de ebulição (à 100 °C), para passar a fase gasosa. Enquanto a água não se transformar totalmente em gás (vapor de água), a temperatura se mantém constante.

Na Figura 23 podemos observar a curva que vai ser obtida experimentalmente. O aluno deve identificar os pontos pendentes positivos da curva, como aumentos de temperatura mantendo a fase, e a curvas horizontais, como processos de mudança de fase.

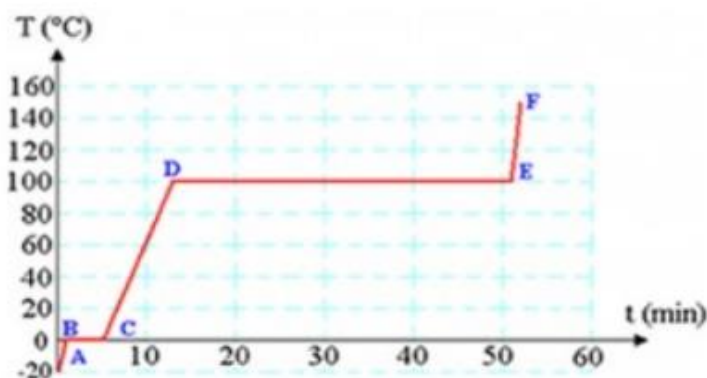


Figura 23 - Curva de aquecimento
Fonte: o autor

A Figura ajuda ao aluno a identificar as seguintes etapas da curva de aquecimento do H₂O submetida a uma fonte de calor ao longo do tempo:

Etapa A-B : o gelo, começando à -20 °C (H₂O em fase sólida) aumenta sua temperatura até alcançar o ponto de fusão (à 0°C).

Etapa B-C : O gelo está aproveitando o calor recebido para sua fundição. Neste processo o H₂O não aumenta a temperatura.

Etapa C-D : H₂O em estado líquido (água) aproveita o calor recebido para aumentar sua temperatura até atingir o processo de ebulição (à 100 °C).

Etapa D-E : o H₂O está no processo de vaporização, por causa disto, não aumenta a temperatura.

Etapa E-F : O vapor de água aproveita o calor para aumentar sua temperatura.

Na Figura podemos observar o equipamento que pode ser utilizado para gerar uma curva real de aquecimento (Temperatura versus tempo). Um recipiente, inicialmente com gelo, é aquecido por uma fonte de calor na parte de baixo do recipiente. Para medir a temperatura, um termopar é introduzido no recipiente, e ligada a um computador que através de um software,

mostra a curva de temperatura em função do tempo. A geração da curva pode levar 20 minutos dependendo da potência do aquecedor.

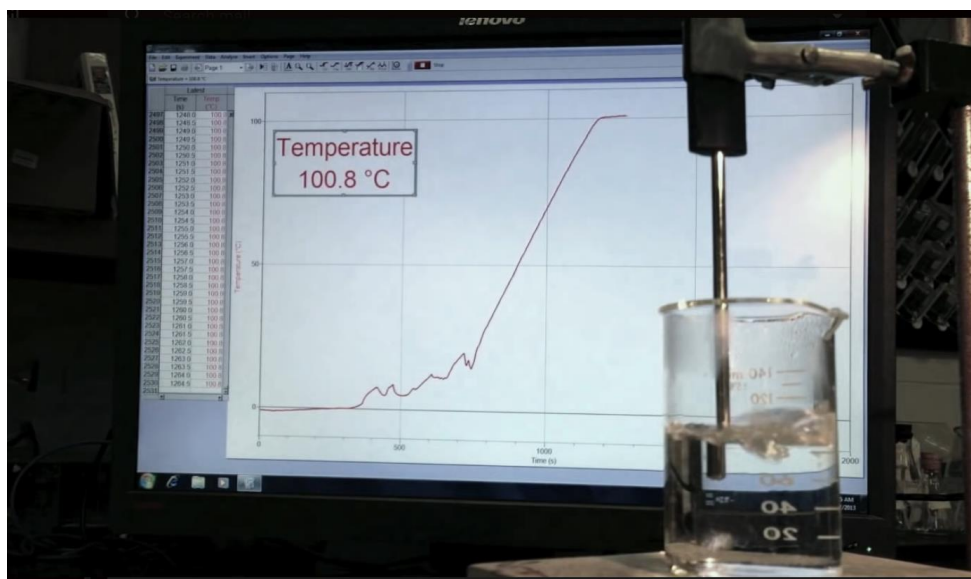


Figura 24 - Ilustrativo do vídeo-Heating curve of water-time lapse with graph.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=oT-mXy0Hc08>

Continuação da 3ª UEPS-Determinação do calor latente de fusão do gelo

O seguinte experimento tem como objetivo determinar o calor latente de fusão do gelo. O experimento permite ao aluno comprovar quantitativamente que o calor necessário para a fusão do gelo é aproximadamente 80 cal/g. O experimento mais simples para este objetivo é colocar gelo a 0 °C em um recipiente (de capacidade calorífica desprezível) com água a uma alta temperatura ($T_{\text{água}} = 60 \text{ °C}$, por exemplo). Esta mistura vai atingir a temperatura de equilíbrio. Medindo as massas respectivas, e medindo a temperatura inicial da água $T_{\text{água}}$ e a temperatura final da mistura $T_{\text{equilíbrio}}$, é possível determinar o calor latente de fusão do gelo L_f a partir do seguinte raciocínio: O gelo, inicialmente à 0 °C, que é a temperatura de fusão, vai receber o calor da água a alta temperatura.

O calor total vai ser aproveitado pelo gelo e irá se derreter para depois aumentar sua temperatura até a mistura atingir o equilíbrio térmico. Por tanto, podemos estabelecer uma igualdade entre o calor total que entrega a água com o calor total que recebe o gelo:

$$m_{\text{água}} C_{\text{eágua}} (T_{\text{água}} - T_{\text{equilíbrio}}) = m_{\text{gelo}} L_f + m_{\text{gelo}} C_{\text{eágua}} (T_{\text{equilíbrio}} - 0),$$

Note que no lado direito da equação, o primeiro termo representa o calor necessário para o gelo derreter, e o segundo termo, é o calor necessário para que a massa do gelo (agora sendo água) deva atingir a temperatura de equilíbrio. Por conseguinte, a partir da equação, o calor latente do gelo fica expressado em função de quantidades medíveis no laboratório:

$$L_f = Ce_{\text{agua}} \left(\frac{m_{\text{agua}}}{m_{\text{gelo}}} (T_{\text{agua}} - T_{\text{equilíbrio}}) - T_{\text{equilíbrio}} \right)$$

Na Figura 25 é mostrada a mistura de água com gelo, e o termómetro que vai medir a temperatura final de equilíbrio. A medida da temperatura pode ser feita melhor com um termopar ligado a um computador para fazer uma leitura ao longo do tempo, a fim de detectar o equilíbrio quando a inclinação da curva seja aproximadamente horizontal.

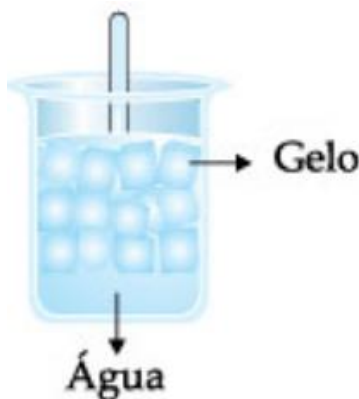


Figura 25 - Esquema de fusão do gelo
Fonte: o autor

As etapas necessárias para realizar este experimento são as seguintes:

- 1) Aqueça 500 ml de água até atingir uma temperatura de 60 °C aproximadamente. Confirme esta temperatura com o termómetro.
- 2) Meça a massa de 4 cubos de gelo, tirados da geladeira com certa antecedência tal que eles começam a se derreter rapidamente (isto garante que a temperatura deles é aproximadamente 0 °C).
- 3) Coloque a água em um copo de isopor. Meça a temperatura da água.
- 4) Coloque o gelo na água e o termómetro para medir a temperatura ao longo do tempo.
- 5) A temperatura de equilíbrio é atingida quando a leitura do termómetro fica estável.



Figura 26 - Aula experimental de calor latente
Fonte: o autor



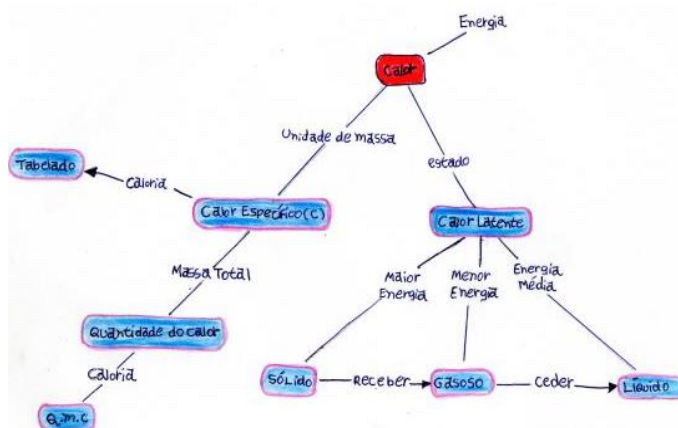
Figura 27 - Prática para determinar o calor latente de fusão do gelo
Fonte: o autor

Aqui destaca-se as aulas experimentais desenvolvidas em sala, utilizando o sensor de temperatura, conseguiram variar as temperaturas no gráfico e observar o processo desde a fase de gelo, o derretimento desse gelo, o equilíbrio da substância, o aquecimento e vaporização.

Utilizando um recipiente de isopor como calorímetro os alunos observavam ao longo do tempo as mudanças de temperatura.

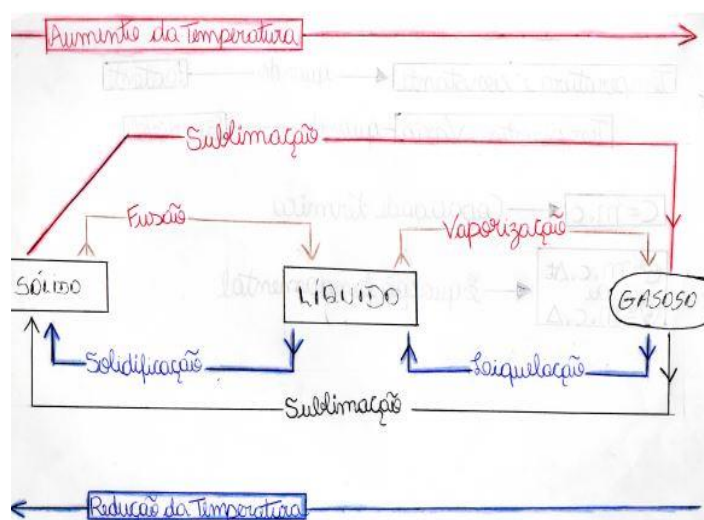
Com ajuda da equação o aluno poderá calcular o calor latente de fusão do gelo com os dados medidos.

Prosseguindo na segunda aula com a elaboração do mapa conceitual desenvolvido pelos educandos em sala, abordando o estudo em questão da terceira sequência didática.



Mapa 4 – Mapa conceitual elaborado pelos alunos.
Fonte: o autor.

A elaboração de mapas conceituais na maneira proposta por Novak e Gowin (Novak, 1998; Novak e Gowin, 1999) considera uma estruturação hierárquica dos conceitos que serão apresentados tanto através de uma diferenciação progressiva quanto de uma recomposição complementar.



Mapa 5 – Mapa conceitual elaborado pelos alunos.
Fonte: o autor

Esses mapas conceituais estão apresentando a terceira parte do conteúdo abordado, bem estruturado e feito com cores o qual facilita a visualização perceptível, foi digitalizado conforme os alunos elaboraram. Portanto para alunos que possivelmente tiveram seu terceiro contato com estudos e definições sobre estruturação desses diagramas, surpreenderam ao realizarem o que foi proposto, no qual permite a curiosidade em conhecer tal ferramenta e melhor desempenho na elaboração.

4º UEPS-Propagação de Calor por: condução, convecção e radiação

Essa UEPS (Apêndice P) foi aplicada com duas turmas do 2º ano do ensino médio, com 62 alunos. No qual integrou duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. Utilizando recursos de animação e simulação computacional para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas, atividade experimental de transferência de calor e uma lista de exercícios complementares (Apêndice F) para reforçar o assunto.

Na segunda aula houve revisão do conteúdo, a elaboração de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado nas aulas da quarta UEPS e pôr fim a avaliação final da UEPS contendo um questionário (Apêndice B), sobre o contexto cultural e social de cada aluno e teste (Apêndice G) sobre todo o conteúdo abordado. Abaixo um quadro sintetizando as aulas e o que foi realizado com os alunos em sala.

Encontros (45 minutos)	O que foi realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Animação e simulação computacional Atividade experimental Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Elaboração de mapa conceitual em grupo Avaliação final da UEPS (Questionário e Teste)

Quadro 4 - Síntese dos encontros da 4º UEPS.
Fonte: o autor.

Esse quadro descreve os encontros desenvolvidos nas aulas da 4º UEPS, com atividades práticas envolvendo o assunto de condução, convecção e radiação. Vale ressaltar que ao final das sequencias os educandos responderam ao teste com o intuito de avaliação da própria UEPS. Abaixo os procedimentos para a aplicação das atividades experimentais envolvendo propagação de calor.

Condução através de materiais

As etapas necessárias para realizar essa atividade é a seguinte:

- Lata de refrigerante de alumínio
- Vela e fósforo
- Um pedaço de metal
- Um palito de churrasco

Passe vela derretida em uma das extremidades do palito e do metal, deixe secar. Em seguida coloque o palito e o metal em cima da lata de alumínio. Encoste uma fonte de calor próximo aos materiais para ver quem derrete mais rápido a vela que foi passada nas extremidades do palito e do metal. Quem é melhor condutor?

Radiação térmica com vela acesa

Ao colocar a mão acima de uma chama de vela acesa vai sentir mais calor (e pode até se queimar) do que se colocar a mão ao lado dela, a mesma distância. Qual a explicação para

isso? O fogo irradia energia sem distinção de direção e, portanto, a mão colocada nas mediações da vela, ao lado ou por cima, receberá da mesma forma energia por irradiação. O gás que é aquecido pela vela sobe por ser menos denso, no qual forma-se uma corrente de convecção ascendente de gás muito aquecido, somente atingindo a mão se ela estiver colocada por cima.

Convecção da água durante seu aquecimento

As etapas necessárias para realizar essa atividade é a seguinte:

- Recipiente de vidro refratário e transparente
- Um canudo de plástico
- Cristais de permanganato de potássio e água

Coloque o permanganato de potássio através do canudo. O mesmo deslizará até o fundo do recipiente, já contendo água. Portanto para que a água colorida pelo permanganato existente dentro do canudo não se misture com o restante, retire o canudo com o dedo fechando sua abertura superior. Aqueça a água na parte em que está o permanganato. Observa-se a água colorida (violeta) subindo e depois descendo, acompanhando a corrente de convecção.



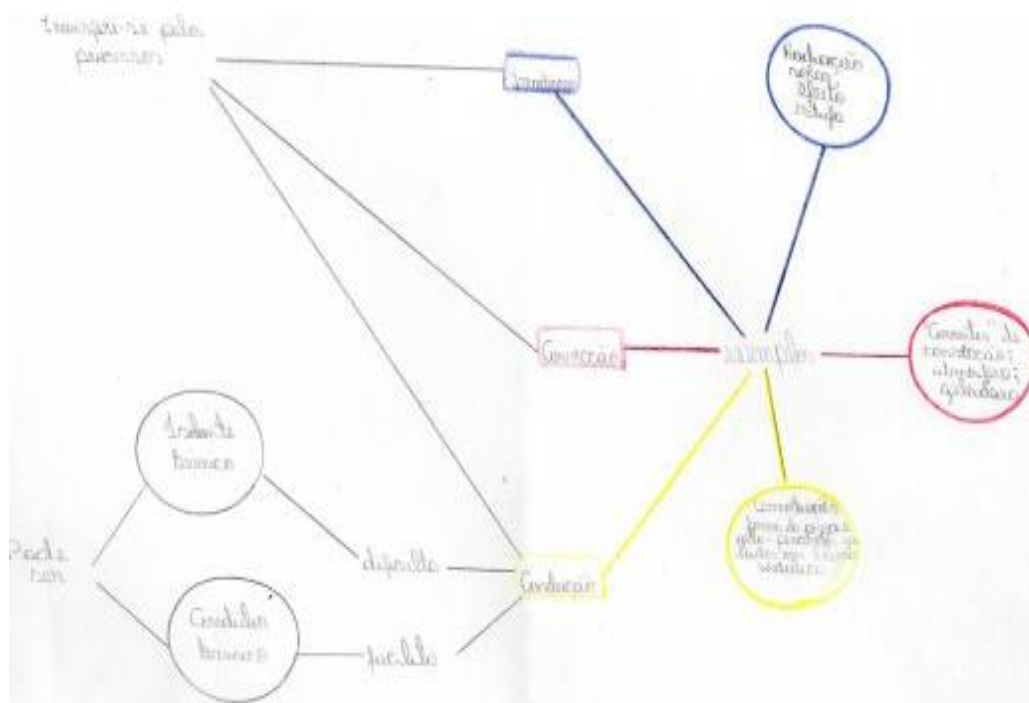
Figura 28 - Aplicação do teste e questionário
Fonte: o autor



Figura 29 - Prática experimental dos processos de propagação de calor
Fonte: o autor

Destacando na figura 28 a aplicação do teste em sala, isso ocorreu ao final da última aula, com nove questões propostas e embasadas nos conteúdos abordados. A figura 29 ilustra a aula experimental de propagação de calor, nesse momento o aluno está colocando cristais de permanganato de potássio na água para observar a rede de convecção. Eles não conheciam esse composto e ficaram surpresos ao notarem que os cristais ao entrar em contato com a água, se dissocia e forma os íons de potássio e permanganato, com uma cor violeta.

Prosseguindo na segunda aula com a elaboração do mapa conceitual desenvolvido pelos educandos em sala, abordando o estudo em questão da quarta sequência didática.



Mapa 6 – Mapa conceitual elaborado pelos alunos.
Fonte: o autor.

Esse mapa conceitual está apresentando a quarta parte do conteúdo abordado, pouco estruturado e feito a lápis o que dificulta a visualização perceptível, foi digitalizado conforme os alunos elaboraram. Contudo para alunos que possivelmente tiveram pouco contato com estudos e definições sobre estruturação desses diagramas, surpreenderam a realizarem o que foi proposto, no qual permite a curiosidade em conhecer tal ferramenta.

7. RESULTADOS

O trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa (LUDKE; ANDRÉ, 1986), caracterizando uma sequência didática (MEHEUT, 2005) desenvolvida com alunos da 2ª série do ensino médio da rede pública do estado do Amazonas, na cidade de Manaus, com o assunto de Calorimetria no qual expõe os resultados significativos abordados mediante um questionário com cerca de 14 perguntas (Apêndice B) para diagnosticar as turmas quanto sua idade, a escola, seu convívio com a educação, como o objetivo de conhecer mais aprofundado as turmas e compreender o porquê dos déficits na escola, seguindo um teste voltado para o conteúdo abordado nas aulas. Segue em apêndice o modelo de questionário e teste (Apêndice G) proposto na pesquisa.

Abaixo uma síntese de gráficos que relaciona um pouco de dados coletados através das respostas ao diagnóstico sobre a realidade do aluno, propostos pelo educador. Com o objetivo de conhecer mais cada educando e sua relação com a escola, a disciplina, pais, trabalho e etc.

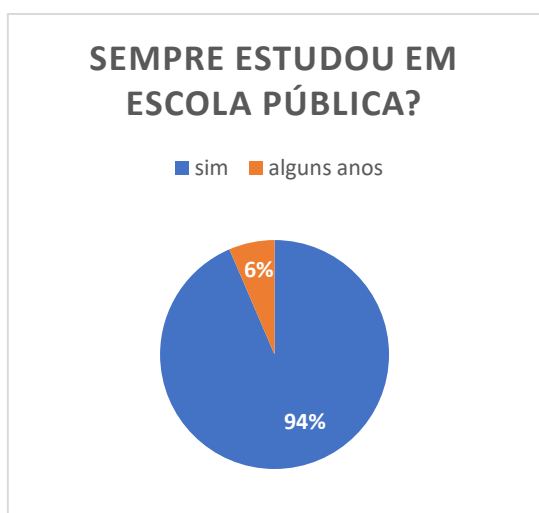


Gráfico 1 - Síntese a primeira pergunta do questionário.
Fonte: o autor.



Gráfico 2 - Síntese a segunda pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Para a primeira pergunta relacionada a escola, dos 62 alunos, faixa etária entre 16 a 30 anos, todos moradores do Bairro da Compensa cerca de 94% sempre estudaram na rede pública de ensino e 6% alguns anos.

Para a segunda pergunta, quando foram indagados sobre terem filhos, cerca de 89% responderam não terem filhos, ao passo que 11% afirmaram que têm filhos. O que pode

evidenciar alguns alunos que levam seus filhos para a sala de aula por alegarem não terem com quem deixá-los. Isso de certa forma pode contribuir negativamente para a eficácia das aulas.

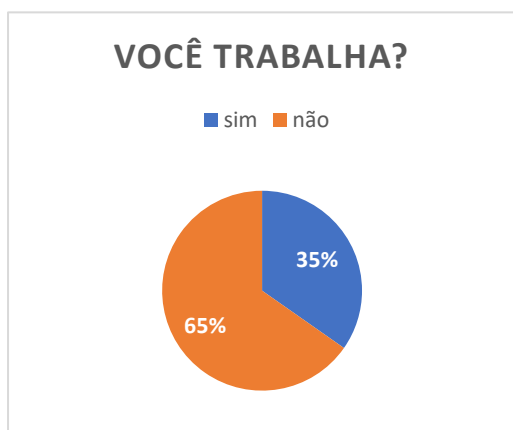


Gráfico 3 - Síntese a terceira pergunta do questionário.
Fonte: o autor.



Gráfico 4 - Síntese a quarta pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Na terceira pergunta eles foram questionados sobre o trabalho, cerca de 65% disse que trabalha e 35% responderam que não trabalha. Aqui fica evidente a pouca produtividade de certos alunos que além de trabalharem, chegando à noite precisam estudar e não tem um bom rendimento.

Quando questionados sobre moradia através da quarta pergunta, 77% afirmaram que residem com os pais, ao passo que 15% outro local e 8% mora sozinho.



Gráfico 5 - Síntese a quinta pergunta do questionário.
Fonte: o autor.



Gráfico 6 - Síntese a quinta pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Para a quinta pergunta relacionada a reprovação de ano, dos 62 alunos, faixa etária entre 16 a 30 anos, cerca de 65% afirmaram que são repetentes e 35% não repetentes, para os

que são repetentes cerca de 64% disseram terem repetido de ano uma vez, 30% duas vezes e 6% mais de duas vezes.

Os números de alunos repetentes em alguns casos podem ser decorrentes da falta de compromisso com os estudos, de problemas familiares entre outros, o que contribui para esse índice de alunos que reprovam e passam anos cursando o mesmo ano. Infelizmente a falta de compromisso e responsabilidade muitas vezes é visível em sala de aula.



Gráfico 7 Síntese a sexta pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

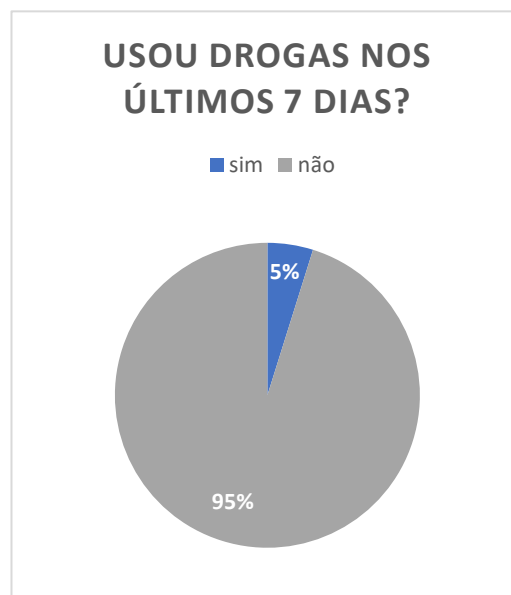


Gráfico 8 - Síntese a sétima pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Na sexta pergunta eles foram indagados sobre o uso de drogas, cerca de 79% responderam que nunca usaram drogas e 21% já usaram drogas. Para a sétima pergunta relacionada aos que já usaram droga, 95% afirmaram que não usou nos últimos sete dias e 5% usou droga nos últimos sete dias.

Foi proposta essas perguntas relacionadas ao uso de drogas pois a escola fica situada em uma região da periferia e o índice de tráfico na região da escola é intenso o qual acaba agregando na escola adolescentes e jovens que possam ter algum envolvimento com tais.

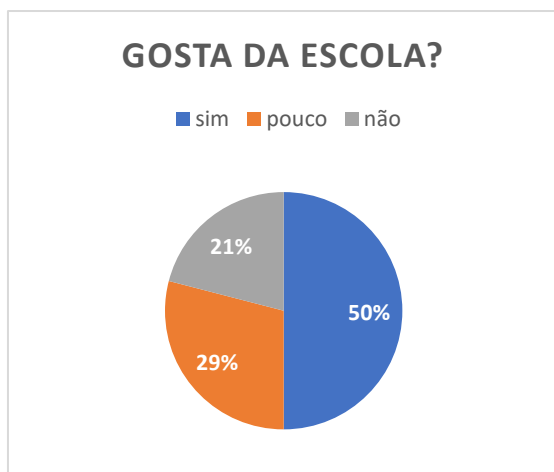


Gráfico 9 - Síntese a oitava pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

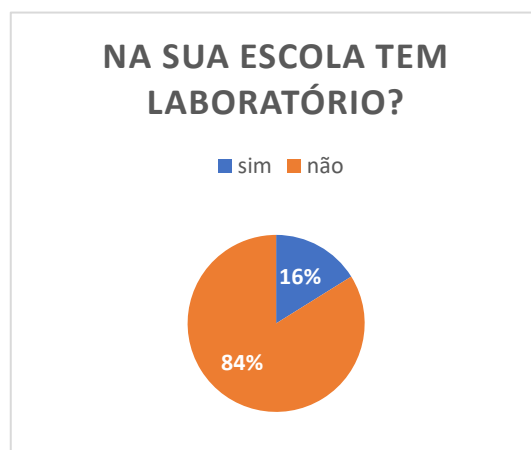


Gráfico 10 - Síntese a nona pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Para a oitava pergunta relacionada a escola, dos 62 alunos, faixa etária entre 16 a 30 anos, cerca de 50% afirmaram que gostam da escola, ao passo que 29% disseram gostar pouco e 21% afirmam não gostar da escola. Nesse sentido, como destaca Moreira e Borges (2006, p. 159) é “fundamental melhorar a compreensão sobre o que ocorre na escola, em sala de aula, ou seja, como docentes e discentes conferem segurança ao seu contexto de ação, e como essa busca de estabilidade acaba por legitimar obstáculos a práticas de ensino mais contemporâneas”.

Para a nona pergunta cerca de 84% responderam que a escola não possui laboratório e 16% que possui laboratório. Aos alunos que responderam ter laboratório, se classifica o quão conhecem a instituição onde estudam, pois essa escola não possui laboratório

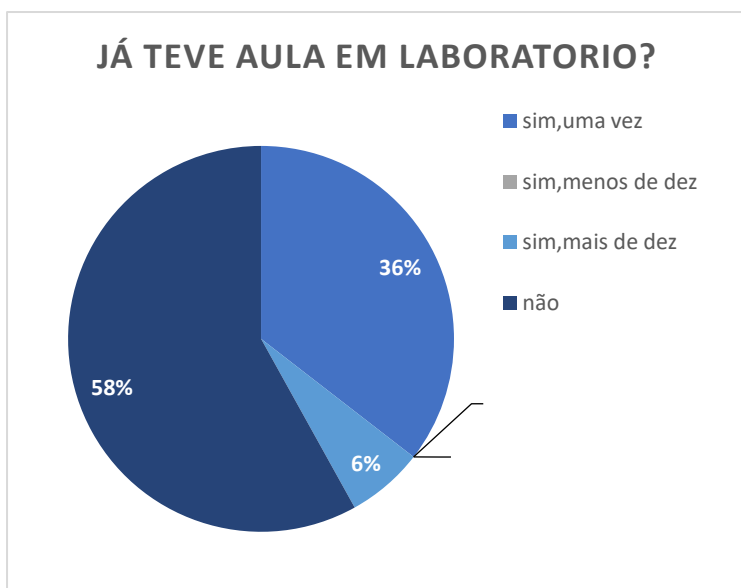


Gráfico 11 - Síntese a décima pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

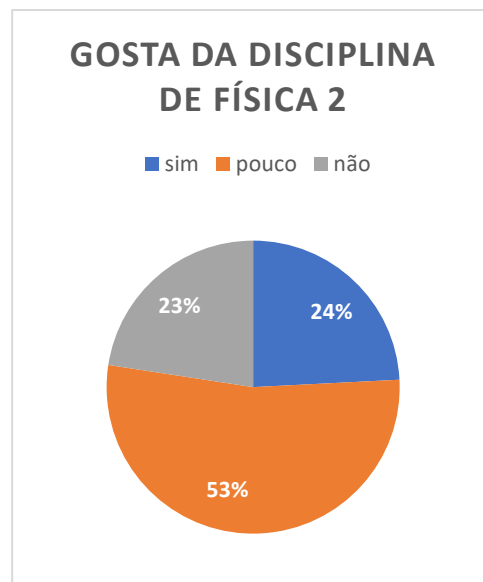


Gráfico 12 - Síntese a décima primeira pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Para a décima pergunta relacionada a ter aula em laboratório 58% disseram que nunca tiveram aula experimental, 36% tiveram uma vez, 6% mais de dez vezes. Isso é uma dificuldade clara em muitas escolas da rede pública, a falta de estrutura laboratorial, principalmente aparatos relacionados a Física.

Observa-se que ao longo do tempo dedicado ao ensino de Física temos pensado, que grande parte da adversidade encontrada pelos educandos quanto ao aprendizado de Física se dá pela ausência de laboratórios didáticos, que servem como instrumentos de verificação dos fenômenos físicos em completividade aos estudos teóricos realizados em sala de aula. Dessa forma, a instrumentação e a formação de uma atitude científica estão intimamente vinculadas ao modo como se constrói o conhecimento (FUMAGALLI, 1993)

Na décima primeira pergunta eles foram questionados sobre se gostavam da disciplina de Física 2, 53% afirmaram gostar pouco, 24% disse que gosta da disciplina e 23% não gosta.

O índice de alunos que estimam a disciplina de física é muito abaixo, alunos relatam que o problema são os cálculos, outros por sua vez afirmam ser o conceitual da física o mais “difícil”. Nas palavras de Moreira (2018, p. 78):

Lamentavelmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma aproximação negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, automaticamente, “o que foi dado em aula”.

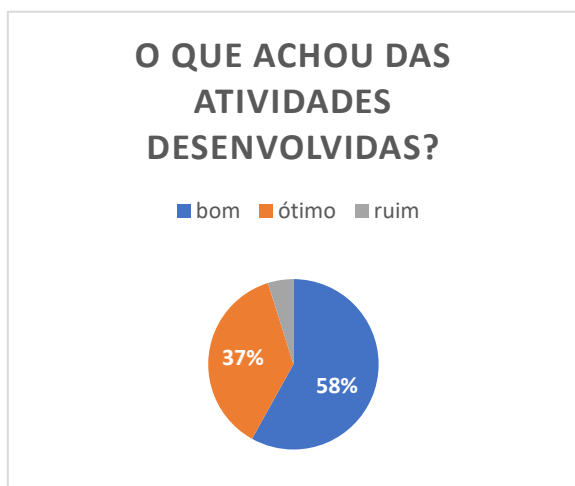


Gráfico 14 - Síntese a décima segunda pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

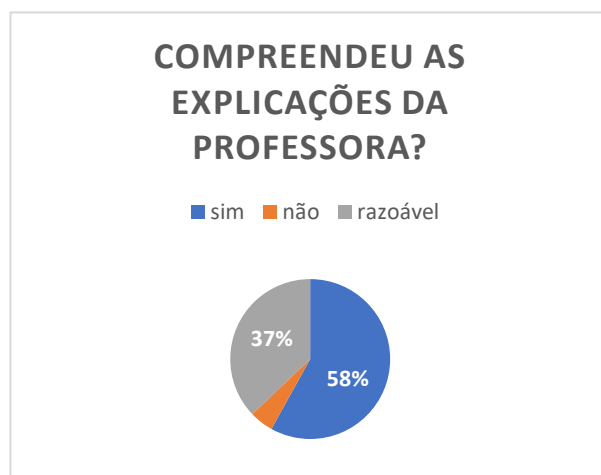


Gráfico 13 - Síntese a décima terceira pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Para a décima segunda pergunta relacionada as atividades desenvolvidas, dos 62 alunos, cerca de 58% responderam bom as atividades desenvolvidas em sala e 37% ótimo e a classe dos 5% que não gostaram das atividades.

Para a décima terceira pergunta cerca de 58% responderam que compreenderam a explicação da professora, 37% razoavelmente compreendeu e 5% não compreendeu, observa-se que as escolhas metodológicas realizadas pelo professor de Física têm o potencial de afetar o imaginário dos estudantes sobre essa disciplina. Sendo assim se diz que, um mesmo conceito pode receber sentidos diferentes de acordo com suas condições de elaboração (BRANDÃO,2002; ORLANDI, 2003, 2017).



Gráfico 15 - Síntese a décima quarta pergunta do questionário.
Fonte: o autor.

Para a décima quarta relacionada a ter mais aulas como as desenvolvidas, 95% disseram que gostariam sim e 5% que não gostariam. Destacando de certa forma o grau de importância das atividades e como foram aplicadas, perfazendo e alinhando os horizontes dos educandos que enfatizam aulas assim. O que define claramente as palavras de (MOREIRA,2018 p.76) quando menciona a importância das modelagens e simulações computacionais, tendo em vista laboratórios virtuais e sua relação com o ensino de Física nas escolas. Ressalta que muitas escolas realmente não têm equipamentos necessários para os fins, mas que a principal razão é o centro em preparar o educando para provas e testes, os quais se tornam mecanizados.

As figuras 30 e 31 ilustram respostas ao questionário de sondagem aplicado nas turmas, descrevendo um aluno de 17 anos e outro aluno de 30 anos.

IDADE: 17
SÉRIE: 2º ano L
BAIRRO: Campina 2

Sempre estudou em Escola pública? ☒ sim () alguns anos
Tem filhos? () sim ☒ não
Com quem reside? ☒ pais () sozinho () outros
Você trabalha? ☒ sim () não
Já repetiu de ano? ☒ sim () não
Quantas vezes? ☒ 1x () 2x () mais de 2x
Já usou drogas? () sim ☒ não
Usou drogas nos últimos 7 dias? () sim ☒ não
Gosta da Escola? () sim ☒ pouco () não
Na sua Escola tem laboratório? ☒ sim () não
Você já teve aula em laboratório? ☒ sim, apenas uma vez () sim, menos de 10x () sim, mais de 10x () não
Gosta da disciplina de Física 2 ? () sim ☒ pouco () não
Sua opinião das atividades e experimentos desenvolvidos nessas aulas?
() bom ☒ ótimo () ruim
Sobre as explicações da professora, compreendeu? ☒ sim () não () razoável
Você gostaria de mais aula de Física 2 com atividades práticas e animações computacionais?
☒ sim () não

Figura 30 – Exemplo resposta ao questionário
Fonte: o autor

IDADE: 30
SÉRIE: 2º.3
BAIRRO: CO-OPAL 20,2

Sempre estudou em Escola pública? ☒ sim () alguns anos
Tem filhos? ☒ sim () não
Com quem reside? () pais () sozinho ☒ outros
Você trabalha? ☒ sim () não
Já repetiu de ano? ☒ sim () não
Quantas vezes? () 1x () 2x ☒ mais de 2x
Já usou drogas? ☒ sim () não
Usou drogas nos últimos 7 dias? () sim ☒ não
Gosta da Escola? ☒ sim () pouco () não
Na sua Escola tem laboratório? () sim ☒ não
Você já teve aula em laboratório? () sim, apenas uma vez ☒ sim, menos de 10x () sim, mais de 10x ☒ não
Gosta da disciplina de Física 2 ? ☒ sim () pouco () não
Sua opinião das atividades e experimentos desenvolvidos nessas aulas?
☒ bom () ótimo () ruim
Sobre as explicações da professora, compreendeu? ☒ sim () não () razoável
Você gostaria de mais aula de Física 2 com atividades práticas e animações computacionais?
☒ sim () não

Figura 31 – Exemplo resposta ao questionário
Fonte: o autor

De acordo com Richardson (1999), os estudos que manuseiam uma metodologia qualitativa podem descrever o enredamento de determinado problema, averiguar a interação de certas variáveis, assim como compreender e classificar processos dinâmicos vivenciados por grupos sociais. As maneiras qualitativas focam a experiência das pessoas e seu respectivo significado em relação a fatos, processos e estruturas inseridos em cenários sociais (SKINNER; TAGG; HOLLOWAY, 2000).

Gráficos sintetizados a resposta ao teste dos alunos, relacionando erros e acertos as questões propostas.

Para tais resultados quanto ao teste pressupõe um desempenho dos alunos na aquisição de conhecimentos, pois eles expondo respostas com suas palavras demonstram a capacidade de compreensão teórica e prática que identifica o desenvolvimento do ensino-aprendizagem de Calorimetria. O qual mostra a importância de cada educando, no papel e na contribuição do saber de forma significativa dentro e fora do contexto escolar.

Questão 1

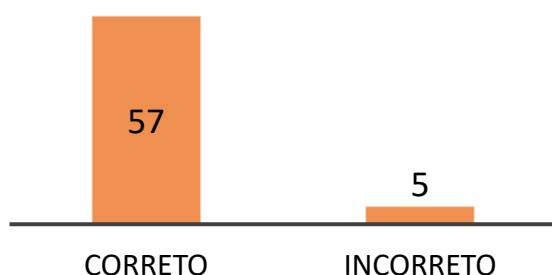


Gráfico 16 - Síntese a primeira pergunta do teste.
Fonte: o autor.

Questão 2

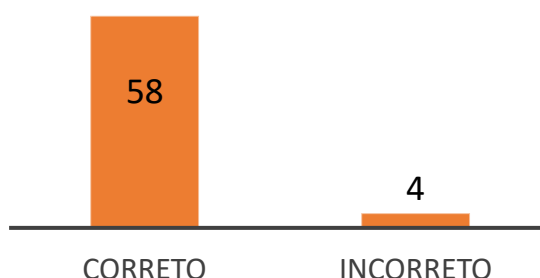


Gráfico 17 - Síntese a segunda pergunta do teste.
Fonte: o autor.

A primeira questão descreve: Como podemos avaliar fisicamente a sensação de quente e frio? No qual de 62 alunos inseridos 57 respostas foram consideradas corretas e 5 incompatíveis. As consideradas erradas foi por não terem sido nem respondidas e não por conter conceitos errôneos. A segunda questão descreve: Dois ou mais sistemas físicos estão em equilíbrio térmico entre si quando suas temperaturas são? De 62 alunos inseridos 58 responderam corretamente a questão e 4 incorretamente. O índice de acertos é evidente e conciso com a repetição e ênfase dessas questões nas aulas contextuais do estudo de calor.

Questão 3

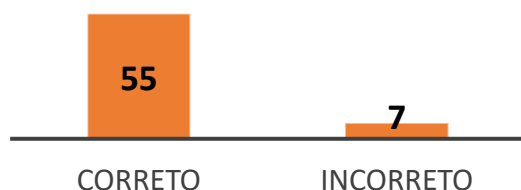


Gráfico 18 - Síntese a terceira pergunta do teste.
Fonte: o autor.

Questão 4

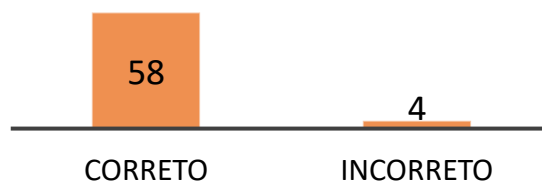


Gráfico 19 - Síntese a quarta pergunta do teste.
Fonte: o autor.

A terceira questão descreve: Analise as afirmativas e indique a verdadeira. Para essa questão dos 62 alunos inseridos 55 alunos acertaram e 7 erraram a questão. A quarta questão descreve: Explique os processos de propagação de calor. Para essa questão dos 62 alunos inseridos 58 responderam corretamente e 4 alunos incorretamente.

Questão 5

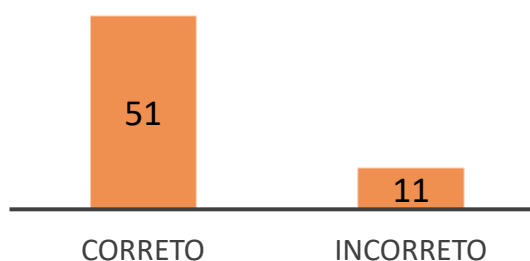


Gráfico 21 - Síntese a quinta pergunta do teste.
Fonte: o autor.

Questão 6

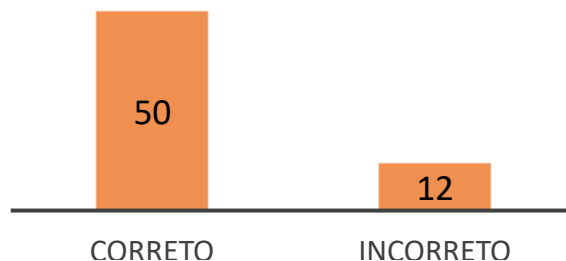


Gráfico 20 - Síntese a sexta pergunta do teste.
Fonte: o autor.

A quinta questão descreve: Considere três fenômenos simples e associe o principal tipo de transferência de calor que ocorre nesses fenômenos. Para essa questão dos 62 alunos inseridos 51 alunos acertaram a questão e 11 erraram.

A sexta questão descreve: Complete as lacunas com as palavras corretas (latente, sensível, fusão, temperatura). Para essa questão dos 62 alunos inseridos cerca de 50 alunos responderam corretamente e 12 alunos incorretamente. Os alunos tiveram mais dificuldade de entender a sexta questão, por falta de interpretação dentro do contexto.

Questão 7

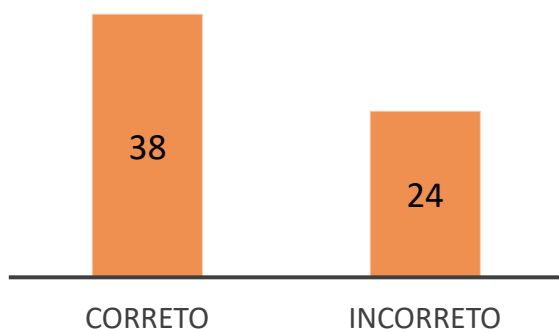


Gráfico 22 - Síntese a sétima pergunta do teste.
Fonte: o autor

Questão 8

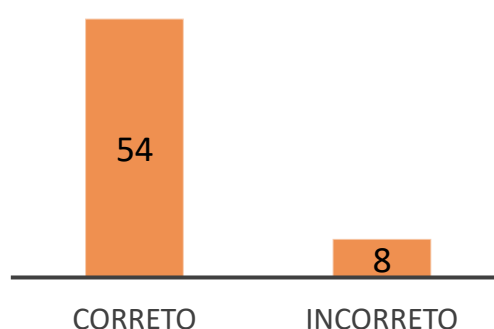


Gráfico 23 - Síntese a oitava pergunta do teste.
Fonte: o autor.

A sétima questão descreve: Durante o processo de evaporação de um líquido contido numa bacia, ocorre diminuição da temperatura por quê? Para essa questão dos 62 alunos inseridos 38 responderam corretamente e 24 alunos incorretamente (questão 7 foi a que mais os alunos não compreenderam).

A oitava questão descreve: O valor encontrado para o calor específico do líquido é maior ou menor que o da água? Para essa questão que está relacionada a um determinado experimento, de 62 alunos inseridos 54 responderam corretamente e 8 alunos incorretamente.

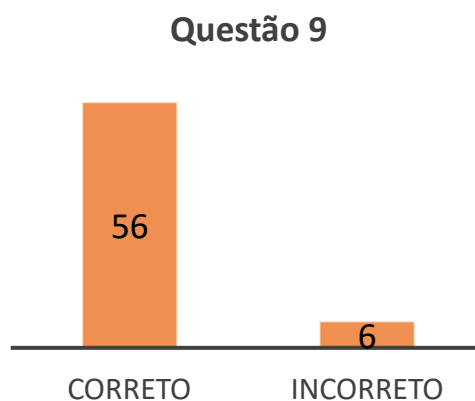


Gráfico 24 - Síntese a nona pergunta do teste.
Fonte: o autor.

A nona questão descreve: O valor médio encontrado para o calor latente de fusão do gelo corresponde ao valor de referência? Para essa questão que está relacionada a um determinado experimento da 3ª UEPS, no qual dos 62 alunos inseridos 56 responderam corretamente e 6 não compreenderam. Os que não compreenderam é por não atentar a explicação final do cálculo após o experimento do calor latente. E nem fazer as devidas anotações do cálculo.

As figuras 32 e 33 trazem respostas ao teste aplicado, com resultados significativos.

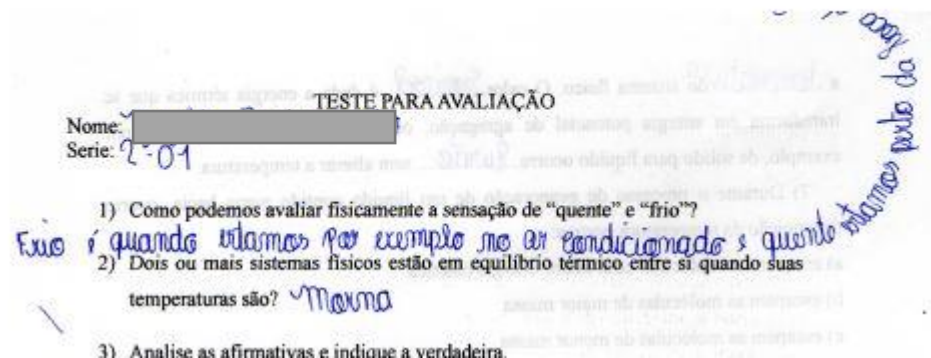


Figura 32 – Exemplo de resposta ao teste aplicado
 Fonte: o autor

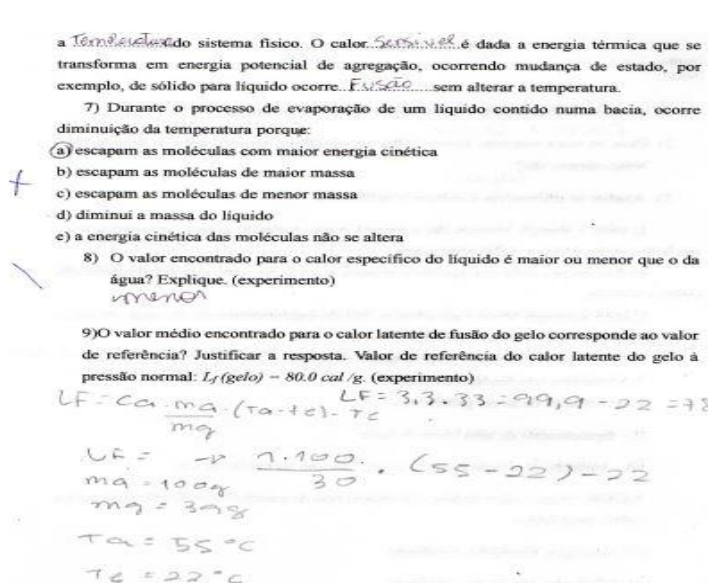


Figura 33 – Exemplo de resposta ao teste aplicado
 Fonte: o autor

O objetivo da aplicação do teste requer resultados positivos quanto a relevância da aprendizagem do conteúdo, otimização de desempenho. Destacando na metodologia que houve respostas significativas as instigações primordiais e interesse em continuar esses estudos.

Portanto o desenvolvimento de uma sequência didática se constitui em um processo estratégico metodológico que pode ser compreendido pelo referencial da teoria da transposição didática descrita por Chevallard. A avaliação de uma sequência de ensino está interligada com seus objetivos iniciais e, principalmente, com uma questão de pesquisa. No qual propõem a compressão da equilibrarção térmica microscopicamente.

Esta questão deve ser colocada no início do processo e pode tratar de qualquer uma das etapas da TLS e não apenas da aprendizagem dos alunos. Isso significa que uma TLS pode ser desenvolvida com o objetivo de entender aspectos sobre a implementação de um determinado conteúdo, sem se preocupar necessariamente com a aprendizagem dos alunos.

Observa-se nos resultados um bom desempenho e produtividade entre o teórico e a prática, nessa abordagem de etapas da TSL.

Para Seré (2002, p. 32) a relação entre o conceitual e a atividade experimental é bastante interessante, pelo fato de que o que se aprende de conceitual é utilizado de forma diferente do constante. “Os procedimentos intelectuais utilizados no decorrer a ação diferem das necessárias para a resolução de problemas do tipo papel e lápis”.

8. CONCLUSÕES

A pesquisa apresenta o desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino aprendizagem de forma conceitual e prática interligando professor e aluno na área da Física, especificamente com conceitos de Calorimetria; a qual foi aplicada na segunda série do ensino médio de uma Escola Pública da rede Estadual de Ensino da cidade de Manaus-AM.

Os objetivos da aplicação das sequências didáticas foram para verificar a aplicabilidade com relação ao tempo disponível (das aulas de Física do ano), verificação de indício de evolução conceitual nos alunos, potencial de promover a pré-disposição em aprender e a aceitação da sequência didática. Esses aspectos foram avaliados no decorrer da aplicação da sequência didática. Partindo do problema de pesquisa que esclarece a real compreensão do processo de equilíbrio térmica vista microscopicamente.

Os resultados permitem inferir que houve produtividade, sendo que foram constatados cerca de 95% de aprovação para novas aulas sequenciais. E o índice de acertos referente ao teste bastante significativo, com respostas conceituais bem elaboradas.

Os mapas conceituais que foram desenvolvidos ao longo de cada UEPS (unidade potencialmente significativa) também, surpreenderam pela esquematização e organização. Neste contexto, a construção dos mapas conceituais foi de essencial importância, visto que serviram de ponte entre os conhecimentos interiorizados pelo aluno e o que ele deveria saber para que esse material fosse potencialmente significativo

A avaliação foi proposta ao decorrer da aplicação da sequência didática, tomando ciência de tudo que fosse ser útil como relevância de aprendizagem significativa. Com a finalidade de manter acessíveis os materiais metodológicos à ação dos educadores, principalmente aos que lecionam na rede pública.

As atividades de experimentação contribuíram de forma significativa para o ensino da Calorimetria visto que são desenvolvidas de forma dinâmica, facilitando o processo de aprendizagem. A interação gerada durante as atividades entre alunos e a professora facilitou a disseminação e socialização dos conhecimentos através de debates em grupos sobre conceitos de calor e durante os procedimentos experimentais.

Portanto é importante a valorização e motivação do ensino-aprendizagem no processo do educando, e isso precisa partir de todo o contexto escolar para que realmente se tenha ferramentas no meio social.

A função do professor é, sem dúvida, desenvolver ao máximo, competências e habilidades no seu aluno, de forma interdisciplinar, porém, contextualizando e enfocando sua disciplina. A educação deve buscar uma ciência contextualizada capaz de contribuir para formação educacional do aluno.

Precisa-se entender que não existem professores formadores sem alunos (professor e aluno são duas palavras que precisam andar juntas), quando se entende isso se torna mais fácil tratar de metodologia, ensino e didática no saber da Física.

Com o desenvolvimento desse trabalho originou-se o produto educacional, que caracteriza um manual pratico de sequencias de aulas com o tema de Calorimetria e transferência de calor, acompanhadas de simulações, animações, vídeos e todas as aulas em power point disponibilizadas em CD. Um manual para uso do educador da rede pública e privada.

BIBLIOGRAFIA

ALONSO E FINN, Física: um curso universitário, volume 1, Mecânica (Blucher, 2014).

ANACLETO E FERREIRA, Quim. Nova, 31, 1881, (2008).

A.R. LIMA e A. B. BASSI, Quim. Nova, 34, 160 (2011).

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. [S.l.]: Plátano, 2003.

BRANDÃO, H. H. N. **Introdução à Análise do Discurso**. 1 ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2002.

BRASIL. Lei de Diretrizes e B. Lei nº 9.394/96, 20 dezembro 1996.

BRASIL, Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**.

BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002.

FACHIN, O. Fundamentos de metodologia.4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

F. REIF, Curso de Física de Berkeley, volume III, Física Estatística (McGrawHill, 1965).

FUMAGALLI, L. El desafío de enseñar ciencias naturales. Una propuesta didáctica para la escuela media. Buenos Aires. Troquel. 1993

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**.4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

H. B. CALLEN, Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics (Second Edition, New York: John Wiley & Sons. 1985).

HELOU, D; GUALTER, J.B; NEWTON, V.B. **Tópicos de Física**. 19º edição, vol 2. São Paulo, Editora Saraiva, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia científica.6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Conciencia y Personalidad**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1985.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MATOS, M. G, VALADARES, J (2000) – A ação e a reflexão na construção do conhecimento por alunos do 4º ano de escolaridade do 1º ciclo do Ensino Básico. Percursos e Desafios, Universidade de Évora, 2001.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In: BORESMA, K; *et al* (eds.) Research and Quality of Science Education. Holanda: Spring, 2005, p.195-207.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-Learning Sequences. Aims and tools for science education. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515–535, 2004

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades e Ensino Potencialmente Significativas**, 2012. 41.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. **Diagramas V e Aprendizagem Significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, v. 6, p. 3-12, 2007.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. Aprendizagem Significativa em revista, Porto Alegre, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa** (Concept maps and meaningful learning). Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades e Ensino Potencialmente Significativas, 2012. 41.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa**. Currículum, 2012. 29 56.
NOVAK, J. D.; CAÑAS, A.. a teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-lo. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, p. 9-29, 2010.

MOREIRA, A. M. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.

MOREIRA, A. M.; BORGE, O. Por dentro de uma sala de aula de física. **Educação e Pesquisa**, v. 32, n. 1, p. 157-174, 2006.

Novak, J.D. e Gowin, D. B. (1999) Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Novak, J.D. (1998). Conocimiento e Aprendi-zaje: Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empre-sas. Madrid: Editorial Alianza.

ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso: princípios e procedimentos**. 5 ed. Campinas: Pontes Editores, 2003.

ORLANDI, E. P. Análise de discurso. In: ORLANDI, E. P.; LAGAZZI-RODRIGUES. S. (Orgs.) **Introdução às ciências da linguagem** - Discurso e textualidade. Campinas: Pontes Editores, 2017. p. 13-36.

RAMALHO, F; NICOLAU, G.F; TOLEDO, P.A. **Os fundamentos da Física**, vol 2. São Paulo, Editora Moderna, 2014.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1999.

S. SALINAS, Introdução à Física Estatística (Ed. USP, 2013).

SERÉ, M. G. et al. **O papel da experimentação no Ensino da Física**. Caderno Brasileiro Ensino da Física, v.20, n.1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em:<
http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Pratica_III/SereCoelhoNunesO_papel_experimentacao.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SKINNER, D.; TAGG, C.; HOLLOWAY, J. Managers and research: the pros and cons of qualitative approaches. Management Learning, v. 31, n. 2, p. 163-179, 2000.

SOUZA, E. J.; MELLO, L. A. **Desafios no uso de softwares de ensino no aperfeiçoamento da prática docente**. In: ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 6, 2013, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Universidade Tiradentes, 2013. Disponível em: <<http://ww3.unit.br/6enfope/anais/>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. T. Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, São Paulo, Jun. 2002.

Vekiri, I. (2002). What Is the Value of Graphical Displays in Learning? Ed. Psychol. Rev., 14, 261.

WALLON, H. (1941-1995). A evolução da psicologia da criança. Lisboa, Edições 70.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Temperatura e Calor. In: **Física II: Termodinâmica e ondas**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2003. cap. 15, p. 103-141.

Disponível em: <https://docplayer.com.br/15611785-Q-t-jornal-de-fisica-unico-jornal-do-para-wwwfisicapaidegua-com.html>

<https://docplayer.com.br/48280491-Lista-basica-calor-sensivel-e-calor-latenteprofessor-caio-gomes.html>

<https://www.passeidireto.com/arquivo/44819417/termologia-propagacao-de-calor>

<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport>

<https://idoc.pub/documents/topicos-de-fisica-vol-2-termologia-ondulatória-e-óptica-19-ed-2012-w11p6wogg9lj>

<http://pt.slideshare.net/simonibenicio1/lista-01-alfredo>

<https://www.youtube.com/watch?v=oT-mXy0Hc08>

<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-temperatura-ds18b20/>

<https://lastminuteengineers.com/ds18b20-arduino-tutorial/>

https://pt.wikipedia.org/wiki/One_wire

APÊNDICE A- PROPOSTA DE UEPS
Proposta de UEPS para ensinar Calorimetria e Transferência de Calor

Objetivo: Ensinar Calorimetria e Transferência de calor no 2º ano do Ensino Médio
Sequência:

1. **Situação Inicial:** os alunos serão incentivados a elaborar um **mapa conceitual** sobre (CTC). No mapa conceitual o aluno tem liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos, suas representações, suas cognições, a partir de uma palavra-chave ou uma imagem central. Assim, os alunos ficarão à vontade para fazer relações da CTC com outros ramos da Física e/ou com o seu cotidiano, suas representações sociais. Os mapas conceituais serão entregues à professora. A atividade ocupará uma aula.
2. **Situação-problema:**
 - a) O que você já leu, ouviu, ou viu sobre Calorimetria e Transferência de calor?
 - b) Onde a Calorimetria e Transferência de calor é aplicada? O que estuda?
 - c) O que difere a Calorimetria e Transferência de calor (regidas pela Termodinâmica) das outras áreas da Física (Mecânica, Eletromagnetismo etc.)?
 - d) O que é calor? E temperatura?
 - e) Qual sua definição de “quente” e “frio”?

Todas estas questões/situações deverão ser discutidas em grande grupo, sob a mediação da professora, com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.

3. **Aprofundando conhecimentos:** serão trabalhados os conceitos de calor, temperatura, capacidade calorífica, calor específico, caloria, calor latente e condutividade térmica. Estes conteúdos serão apresentados através de textos e também em *slides*, sendo estimuladas discussões em grande grupo. Ao final da introdução dos novos conteúdos, terá revisão, questionando os alunos sobre o que foi apresentado.
4. **Nova situação-problema:** Construir em equipes experimentos sobre o conteúdo, apresentar seus experimentos de forma prática e teórica, ou seja, mostrar o artefato e conceituá-lo cientificamente. A atividade ocupará 2 aulas.
5. **Avaliação somativa individual:** será realizada uma avaliação individual através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. A atividade ocupará uma aula.
6. **Diferenciando progressivamente:** serão apresentadas novas situações-problema, relativas aos conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico, condutividade térmica, principalmente em forma de imagens, experimentos e vídeos, como a do equilíbrio térmico microscopicamente que pode ser acessado no youtube pelo link: 3l p3 thermal equilibrium of gas e um vídeo qualitativo no youtube pelo link: Thermal equilibrium.
7. **Avaliação da aprendizagem na UEPS:** deverá estar baseada nos trabalhos feitos pelos alunos, nas observações feitas em sala de aula e na avaliação somativa individual.
8. **Avaliação da própria UEPS:** deverá ser feita em função dos resultados de aprendizagem obtidos. Reformular algumas atividades, se necessário.

TOTAL DE: 8-10HORAS/AULA

APÊNDICE B-QUESTIONÁRIO APLICADO

IDADE:

SÉRIE:

BAIRRO:

Sempre estudou em Escola pública? ()sim ()alguns anos

Tem filhos? ()sim ()não

Com quem reside? ()pais ()sozinho ()outros

Você trabalha? ()sim ()não

Já repetiu de ano? ()sim ()não

Quantas vezes? ()1x ()2x ()mais de 2x

Já usou drogas? ()sim ()não

Usou drogas nos últimos 7 dias? ()sim ()não

Gosta da Escola? ()sim ()pouco ()não

Na sua Escola tem laboratório? ()sim ()não

Você já teve aula em laboratório? ()sim, apenas uma vez ()sim, menos de 10x
()sim, mais de 10x ()não

Gosta da disciplina de Física 2 ? ()sim ()pouco ()não

Sua opinião das atividades e experimentos desenvolvidos nessas aulas?

()bom ()ótimo ()ruim

Sobre as explicações da professora, compreendeu? ()sim ()não ()razoável

Você gostaria de mais aula de Física 2 com atividades práticas e animações
computacionais?

()sim ()não

APÊNDICE C

Lista de exercícios complementares-1º UEPS

Uma pessoa colocou um termômetro graduado na escala Fahrenheit e verificou que sua temperatura era de $97,7^{\circ}\text{F}$.

Considerando que a temperatura normal do corpo humano é de $36,5^{\circ}\text{C}$, responda se esta pessoa estava com febre.

Estando num lugar a 40°F , você vai "morrer" de frio ou de calor?

Uma pessoa está numa sala de 20°C e outra numa sala de 35°C . Ambas vestem roupas leves, exatamente iguais. Depois de algum tempo, as duas pessoas entram numa mesma sala que está a 28°C . Qual a sensação que cada uma deve ter? Por quê?

Um copo de água a 300 K cai sobre sua mão. Ela se queimará?

O que é o zero absoluto?

Quais são os pontos fixos da água na escala Kelvin?

Quais são os pontos fixos da água na escala Fahrenheit?

Quais são os pontos fixos da água na escala Celsius?

Do ponto de vista microscópico o que é a temperatura?

A temperatura do corpo humano é próxima de 37°C . Qual é este valor em kelvin?

APÊNDICE D

Lista de exercícios complementares-2º UEPS

Um estudante irá realizar um experimento de física e precisará de 500 g de água a 0 C.º Acontece que ele tem disponível somente um bloco de gelo de massa igual a 500 g e terá que transformá-lo em água. Considerando o sistema isolado, a quantidade de calor, em cal, necessária para que o gelo derreta será: Dados: calor de fusão do gelo 80 cal/ g C

- a) 40
- b) 400
- c) 4.000
- d) 40.0002.

Em uma panela foi adicionada uma massa de água de 200 g à temperatura de 25 C.º Para transformar essa massa de água totalmente em vapor a 100 C,º qual deve ser a quantidade total de calor fornecida, em calorias? (Considere calor de transição do vapor $L = 540 \text{ cal/g}$ e o calor específico da água $c = 1 \text{ cal/ g C}$)

- a) 1.500
- b) 20.000
- c) 100.000
- d) 123.000

Considere que o calor específico de um material presente nas cinzas seja $c = 0,8 \text{ J/g}^\circ\text{C}$. Supondo que esse material entra na turbina a -200°C , a energia cedida a uma massa $m = 5 \text{ g}$ do material para que ele atinja uma temperatura de 880°C é igual a

- a) 220 J.
- b) 1000 J.
- c) 4600 J.
- d) 3600 J.

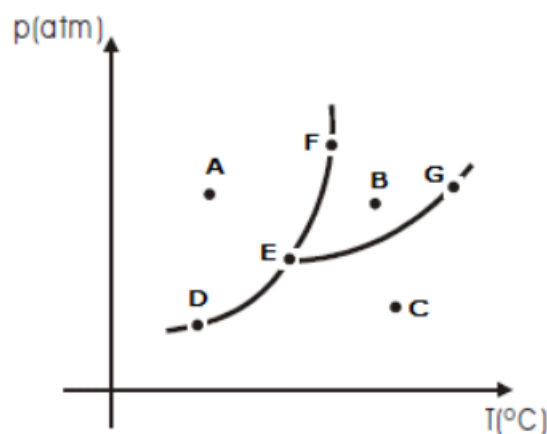
Uma bolsa térmica com 500 g de água à temperatura inicial de 60°C é empregada para tratamento da dor nas costas de um paciente. Transcorrido um certo tempo desde o início do tratamento, a temperatura da água contida na bolsa é de 40°C . Considerando que o calor específico da água é $1 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$, e supondo que 60% do calor cedido pela água foi absorvido pelo corpo do paciente, a quantidade de calorias recebidas pelo paciente no tratamento foi igual a

- a) 2 000. b) 4 000. c) 6 000. d) 8 000. e) 10 000

APÊNDICE E

Lista de exercícios complementares-3º UEPS

Dado o diagrama de fases de uma substância, pergunta-se:



- Que mudança de fase ocorre quando a substância passa do estado A para o estado B?
- Que mudança de fase ocorre na passagem do estado B para o estado C?
- Em que fase pode encontrar-se a substância no estado representado pelo ponto D?
- E nos estados representados pelos pontos E, F e G?
- Qual dos pontos assinalados no diagrama é o ponto triplo ou tríplice e por que recebe esse nome?

A matéria, em geral, apresenta três fases; a fase sólida, a fase líquida e a fase gasosa. Sobre o fenômeno de mudanças de fase, assinale o que for correto.

01. Durante o processo de mudança de fase a pressão constante, a temperatura da substância varia. A energia recebida pela substância na forma de calor é utilizada para reordenar a energia potencial de cada molécula em relação às demais.

02. A temperatura de mudança de fase de uma substância independe da pressão atmosférica.

04. Para que uma substância mude de fase, é necessário que ela troque calor com o meio em que se encontra.

08. O ponto triplo representa as únicas condições de temperatura e pressão em que as fases sólida, líquida e gasosa de uma substância coexistem em equilíbrio.

16. O regelo é um fenômeno no qual o gelo, sob pressão, funde, voltando a congelar quando a pressão é removida.

APÊNDICE F

Lista de exercícios complementares-4º UEPS

Se flui calor de um corpo A para um corpo B, afirma-se que:

- a) a temperatura de A é maior que a de B
- b) a capacidade térmica de A é maior que a de B
- c) o calor específico de A é maior que o de B
- d) A é melhor condutor que B
- e) A tem maior quantidade de calor que B

Você coloca a extremidade de uma barra de ferro sobre a chama, segurando-a pela outra extremidade. Dentro de pouco tempo você sente, através do tato, que a extremidade que você segura está se aquecendo. Podemos afirmar que:

- a) não houve transferência de energia no processo
- b) o calor se transferiu por irradiação
- c) o calor se transferiu por convecção
- d) o calor se transferiu por condução
- e) a energia transferida não foi energia térmica

No inverno usamos agasalho porque:

- a) o frio não passa através dele
- b) pode ser considerado um bom isolante térmico
- c) transmite calor ao nosso corpo
- d) permite que o calor do corpo passe para o ar
- e) tem todas as propriedades citadas nas alternativas anteriores

Tem-se a sensação de que uma colher de alumínio, num dia muito frio, está muito mais fria do que outra de madeira, de mesma massa e em equilíbrio térmico com ela, porque a colher de metal:

- a) tem condutividade térmica maior do que a da colher de madeira
- b) reflete melhor o calor do que a de madeira
- c) tem calor específico maior do que a de madeira
- d) tem capacidade térmica menor do que a de madeira
- e) tem capacidade térmica maior do que a de madeira

APÊNDICE G
TESTE PARA AVALIAÇÃO APLICADO

Nome:

Serie:

- 1) Como podemos avaliar fisicamente a sensação de “quente” e “frio”?
- 2) Dois ou mais sistemas físicos estão em equilíbrio térmico entre si quando suas temperaturas são?
- 3) Analise as afirmativas e indique a verdadeira.

a) calor e energia térmica são a mesma coisa, podendo sempre ser usados tanto um termo como o outro, indiferentemente.

b) dois corpos estão em equilíbrio térmico quando possuem quantidades iguais de energia térmica.

c) calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.

4) Defina os processos de propagação de calor.

5) Considere três fenômenos simples:

I – circulação de ar em geladeiras

II – aquecimento de uma barra de ferro

III – variação da temperatura do corpo humano no banho de sol.

Associe, nesta mesma ordem, o principal tipo de transferência de calor que ocorre nestes fenômenos:

a) convecção, condução, irradiação

b) convecção, irradiação, condução

c) condução, convecção, irradiação

d) irradiação, convecção, condução

e) condução, irradiação, convecção

6) Complete as lacunas com a palavra correta (latente, sensível, fusão, temperatura), O calor.....é a denominação dada a energia térmica que altera a energia cinética de translação das partículas, estando essa energia cinética diretamente ligada ado sistema físico. O calor.....é dada a energia térmica que se transforma em energia potencial de agregação, ocorrendo mudança de estado, por exemplo, de sólido para líquido ocorre.....sem alterar a temperatura.

7) Durante o processo de evaporação de um líquido contido numa bacia, ocorre diminuição da temperatura porque:

- a) escapam as moléculas com maior energia cinética
 - b) escapam as moléculas de maior massa
 - c) escapam as moléculas de menor massa
 - d) diminui a massa do líquido
 - e) a energia cinética das moléculas não se altera
- 8) O valor encontrado para o calor específico do líquido é maior ou menor que o da água? Explique. (experimento)

9)O valor médio encontrado para o calor latente de fusão do gelo corresponde ao valor de referência? Justificar a resposta. Valor de referência do calor latente do gelo à pressão normal: $L_f(\text{gelo}) = 80.0 \text{ cal /g}$. (experimento)

APÊNDICE H -ROTEIRO (ARDUINO UNO)

A evolução da temperatura do gelo e a água foi medida utilizando o sensor DS18B20 e uma placa Arduino UNO com o objetivo de controlar a leitura dos dados enviados pelos sensores ao computador através da placa de Arduino. Tal como pode ser observado na figura, o DS18B20 é um circuito integrado encapsulado em um chip que possui três pinos. O primeiro para a terra GND, o segundo para os dados (DATA) e o terceiro para ser submetido a voltagem de alimentação (Vcc). O primeiro e o terceiro são ligados as entradas GND e a saída de 5V da placa de Arduino, enquanto a DATA deve ser ligada ao pino 2, tal como se observa no esquema.

O sensor pode medir temperaturas no intervalo de -55 °C a 125 °C, com precisão de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ no intervalo -10 °C a 85 °C. Portanto, é apropriado para estudar a curva de aquecimento do gelo e da água. A fim de ser a prova D'agua o sensor é coberto por um material impermeável (ver figura). Em geral os sensores de temperatura são analógicos, o que significa que fornecem um valor de voltagem proporcional a temperatura que deve ser traduzida em código binário pelo computador ou a interface Arduino. No entanto, o sensor DS18B20 já envia o valor da temperatura em Celsius em código binário com uma resolução de 9 a 12 bits ajustável. A informação é enviada só por um fio utilizando o protocolo de comunicação One-Wire desenvolvido pela Dallas Semiconductor Corp.

A leitura da temperatura ao longo do tempo é programada por um código na linguagem C adaptada para a placa Arduino, tal como é apresentado abaixo. Para este objetivo é necessário utilizar as livrarias OneWire.h e DallasTemperature.h. Com o comando "delay" pode ser retardado o tempo de leitura de dados, os quais podem ser guardados no computador ou lidos na tela.

<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-temperatura-ds18b20/>

<https://lastminuteengineers.com/ds18b20-arduino-tutorial/>

https://pt.wikipedia.org/wiki/One_wire

Segue abaixo a programação utilizada no Arduino UNO com sensor DS18B20 para medir a temperatura da fusão do gelo e demais temperaturas.

```
/*
// First we include the libraries
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
// Data wire is plugged into pin 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 2
// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire devices
// (not just Maxim/Dallas temperature ICs)
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
// Pass our oneWire reference to Dallas Temperature.
DallasTemperature sensors(&oneWire);
void setup(void)
{
  // start serial port
  Serial.begin(9600);
  // Serial.println("Dallas Temperature IC Control Library Demo");
  // Start up the library
  sensors.begin();
}
void loop(void)
{
  // call sensors.requestTemperatures() to issue a global temperature
  // request to all devices on the bus
  // Serial.print(" Requesting temperatures...");
  sensors.requestTemperatures(); // Send the command to get temperature readings
  // Serial.println("DONE");
  //Serial.print("Temperature is: ");
  Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0)); // Why "byIndex"?
  // You can have more than one DS18B20 on the same bus.
  // 0 refers to the first IC on the wire
  delay(200);
}
```

Circuito utilizado nas atividades

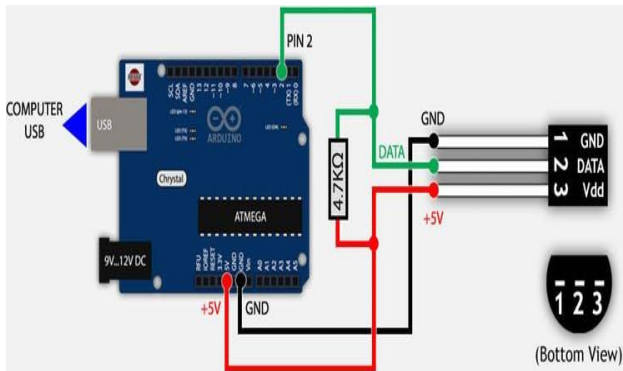


Figura 34 - Esquema do circuito Arduino
Fonte: o autor

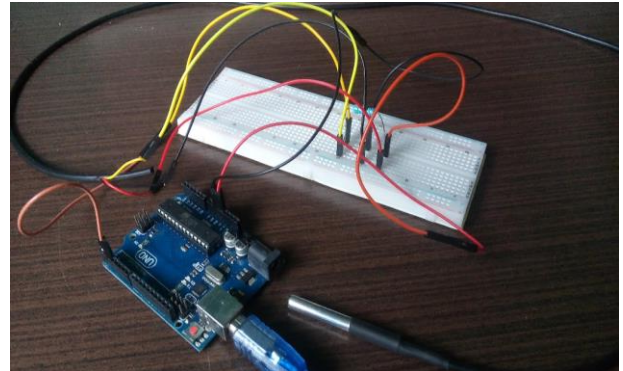


Figura 35 - Circuito montado no protoboard
Fonte: o autor

APÊNDICE I -DIAGRAMA EM V da 1º UEPS

DOMÍNIO CONCEITUAL

Filosofia:

O conhecimento científico sobre a ciência está na observação e na experimentação baseadas nas teorias que organizam os fatos, a sensibilidade e o raciocínio do aluno, aprofundando sua compreensão torna-se possível estudar cientificamente o processo de cognição e afetividade.

Teorias:

Teoria da aprendizagem significativa segundo Marco Antônio Moreira.
Termologia.

Princípios:

O fator destacado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa.

As perspectivas macroscópica e microscópica completam-se no estudo da Calorimetria, propiciando uma compreensão mais profunda de um mesmo fenômeno.

Conceitos-chave:

Ensino da termologia, temperatura, escalas termométricas, calor, sensação térmica.

QUESTÃO

FOCO:

Calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura?

DOMÍNIO METODOLOGICO

Asserções de valores:

A experimentação e animação ajudam a clarear os conceitos, leis e fenômenos neles envolvidos. Relacionando com o cotidiano, o que se torna potencialmente significativo e indispensável para a aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento:

Demonstrar através da animação e do experimento como ocorre o equilíbrio térmico, com situações-problema envolvendo o cotidiano. Entender que: Se $t_1 > t_2$, t_1 tem maior energia cinética (as moléculas de substâncias se movimentam mais rápido). E t_2 seria mais lento.

Mas após o contato e com um certo tempo, as moléculas atingem o equilíbrio, ou seja, a energia cinética de ambas será a mesma.

Crítérios:

-Avaliar os debates durante as aulas dialogadas;
-Avaliação por meio de mapa conceitual sobre o assunto;
-O nível de criticidade do conteúdo junto as atividades experimentais, o interesse do educando em participar e argumentar nas questões instigadoras.

Dados:

-Mapa conceitual;
- Atividades experimentais;
-Debate em grupo;

Evento:

-2 Aulas de 45 minutos;
-1 Animações;
-Aula expositiva e dialogada;
avaliação por grupo e focal e mapa conceitual;

DOMÍNIO CONCEITUAL

Filosofia:

O conhecimento científico sobre a ciência está na observação e na experimentação baseadas nas teorias que organizam os fatos, a sensibilidade e o raciocínio do aluno, aprofundando sua assimilação torna-se possível estudar cientificamente o processo de cognição.

Teorias:

Teoria da aprendizagem significativa segundo Marco Antônio Moreira.
Calor sensível e calor latente.

Princípios:

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa.

As perspectivas macroscópica e microscópica completam-se no estudo da Calorimetria, propiciando uma compreensão mais profunda de um mesmo fenômeno.

Conceitos-chave:

Ensino do calor sensível, calor latente, capacidade térmica, calor específico.

QUESTÃO FOCO:

O valor do calor específico do óleo é maior ou menor que o da água?

DOMÍNIO METODOLÓGICO

Asserções de valores:

A experimentação e animação ajudam a clarear os conceitos, leis e fenômenos neles envolvidos. Relacionando com o cotidiano, o que se torna potencialmente significativo e indispensável para a aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento:

Demonstrar através da animação e do experimento como ocorre o equilíbrio térmico, com situações-problema envolvendo o cotidiano. Entender que: Se $t_1 > t_2$, t_1 tem maior energia cinética (as moléculas de substâncias se movimentam mais rápido). E t_2 seria mais lento.

Mas após o contato e com um certo tempo, as moléculas atingem o equilíbrio, ou seja, a energia cinética de ambas será a mesma.

CrITÉrios:

-Avaliar os debates durante as aulas dialogadas;
-Avaliação por meio de mapa conceitual sobre o assunto;
-O nível de criticidade do conteúdo junto as atividades experimentais, o interesse do educando em participar e argumentar nas questões instigadoras.

Dados:

-Mapa conceitual;
- Atividades experimentais;

Evento:

-2 Aulas de 45 minutos;
-1 Experiências didática; 1 simulações; -Aula expositiva e dialogada; avaliação por grupo e focal e mapa conceitual.

APÊNDICE K -DIAGRAMA EM V da 3º UEPS

DOMÍNIO CONCEITUAL

Filosofia:

O conhecimento científico sobre a ciência está na observação e na experimentação baseadas nas teorias que organizam os fatos, a sensibilidade e o raciocínio do aluno, aprofundando sua compreensão torna-se possível estudar cientificamente o processo de cognição e afetividade.

Teorias:

Teoria da aprendizagem significativa segundo Marco Antônio Moreira.
Mudança de fase e diagramas.

Princípios:

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa.

As perspectivas macroscópica e microscópica completam-se no estudo da Calorimetria, propiciando uma compreensão mais profunda de um mesmo fenômeno.

Conceitos-chave:

Ensino de mudança de estado físico, fusão e solidificação, diagramas de estado, curvas de fusão.

QUESTÃO FOCO:

Ao ocorrer uma mudança de estado físico, a energia térmica armazenada na forma de energia potencial de agregação aumenta ou diminui?

DOMÍNIO METODOLÓGICO

Asserções de valores:

A experimentação e animação ajudam a clarear os conceitos, leis e fenômenos neles envolvidos. Relacionando com o cotidiano, o que se torna potencialmente significativo e indispensável para a aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento:

Demonstrar através da animação e do experimento como ocorre o equilíbrio térmico, com situações-problema envolvendo o cotidiano. Entender que: Se $t_1 > t_2$, t_1 tem maior energia cinética (as moléculas de substâncias se movimentam mais rápido). E t_2 seria mais lento.

Mas após o contato e com um certo tempo, as moléculas atingem o equilíbrio, ou seja, a energia cinética de ambas será a mesma.

Crítérios:

-Avaliar os debates durante as aulas dialogadas;
-Avaliação por meio de mapa conceitual sobre o assunto;
-O nível de criticidade do conteúdo junto as atividades experimentais, o interesse do educando em participar e argumentar nas questões instigadoras, por fim avaliação escrita de testes.

Dados:

-Mapa conceitual;
- Atividades experimentais;

Evento:

-2 Aulas de 45 minutos;
-1 Experiências didática;
-1 Animações;1 simulações;
1 vídeos; -Aula expositiva e dialogada; avaliação por grupo e mapa conceitual

APÊNDICE L -DIAGRAMA EM V da 4º UEPS

DOMÍNIO CONCEITUAL

Filosofia:

O conhecimento científico sobre a ciência está na observação e na experimentação baseadas nas teorias que organizam os fatos, a sensibilidade e o raciocínio do aluno, aprofundando sua compreensão torna-se possível estudar cientificamente o processo de cognição.

Teorias:

Teoria da aprendizagem significativa segundo Marco Antônio Moreira.
Transferência de calor.

Princípios:

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio é a solução para a aprendizagem significativa.

As perspectivas macroscópica e microscópica completam-se no estudo da Calorimetria, propiciando uma compreensão mais profunda de um mesmo fenômeno.

Conceitos-chave:

Ensino de propagação de calor por condução, convecção e radiação.

QUESTÃO FOCO:

Ao se colocar parte de uma barra de metal em contato com uma fonte térmica e segurar a outra extremidade, o que acontece?

DOMÍNIO METODOLOGICO

Asserções de valores:

A experimentação e animação ajudam a clarear os conceitos, leis e fenômenos neles envolvidos. Relacionando com o cotidiano, o que se torna potencialmente significativo e indispensável para a aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento:

Demonstrar através da animação e do experimento como ocorre o equilíbrio térmico, com situações-problema envolvendo o cotidiano. Entender que: Se $t_1 > t_2$, t_1 tem maior energia cinética (as moléculas de substâncias se movimentam mais rápido). E t_2 seria mais lento.

Mas após o contato e com um certo tempo, as moléculas atingem o equilíbrio, ou seja, a energia cinética de ambas será a mesma.

Crítérios:

-Avaliar os debates durante as aulas dialogadas;
-Avaliação por meio de mapa conceitual sobre o assunto;
-O nível de criticidade do conteúdo junto as atividades experimentais, o interesse do educando em participar e argumentar nas questões instigadoras, por fim avaliação escrita de testes.

Dados:

-Mapa conceitual;
- Atividades experimentais;
-Debate em grupo;
-Testes e questionário

Evento:

-2 Aulas de 45 minutos;
-1 Experiências didática;
-1 Animações, -Aula, teste, mapa conceitual;

APÊNDICE M- PLANO DE AULA da 1º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	AREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SERIE: 2ª	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Termologia
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de temperatura, sensação térmica e calor associando a cidade de Manaus. dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimular a curiosidade e a investigação, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre temperatura, calor e sensação térmica. Identificar valores de temperaturas nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar os conceitos físicos de temperatura e calor. Aula prática: Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Temperatura Calor Sensação térmica Escalas Termométricas
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho).	
AVALIAÇÃO: Participação na aula e desempenho nas atividades	

Professor (a): _____ **Pedagogo (a):** _____

APÊNDICE N- PLANO DE AULA da 2º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	ÁREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SERIE: 2ª	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Calorimetria
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de capacidade térmica, calor específico, calor latente, sensível, associando ao cotidiano, dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimular a curiosidade e a investigação, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre calor sensível, latente, específico, capacidade térmica e trocas de calor.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar os conceitos de calor sensível, latente, equações fundamentais, calor específico e capacidade térmica. Aula prática: Método comparativo entre água e óleo para determinar calor específico. Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Calor sensível e Calor latente Equação fundamental da Calorimetria Capacidade térmica Trocas de calor e Calorímetro
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho), calorímetro caseiro, termômetro, balança, aquecedor e líquidos	
AValiação: Participação na aula e desempenho nas atividades	
Professor (a): _____ Pedagogo(a): _____	

APÊNDICE O- PLANO DE AULA da 3º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	ÁREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SERIE: 2º	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Mudanças de fase e Diagramas
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de quantidade de calor latente, curvas de aquecimento e resfriamento e diagramas de fase, associando ao cotidiano dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimular a curiosidade e a investigação, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre as curvas de aquecimento e resfriamento, os diagramas de fase e equilíbrios de processos.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar a definição do comportamento das curvas de aquecimento e resfriamento do gelo. Aula prática: 1º Curva de aquecimento do gelo, utilizando termômetro ligado a placa de Arduino uno. 2º Determinar calor latente de fusão do gelo. Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Quantidade de calor latente Curva de aquecimento e resfriamento Diagrama de fases Equilíbrio sólido-líquido, fusão e solidificação Equilíbrio líquido-vapor, ebulição e condensação
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho), calorímetro caseiro, termômetro ligado a placa arduino, balança, aquecedor e líquidos	
AValiação: Participação na aula e desempenho nas atividades	

Professor (a): _____ Pedagogo(a): _____

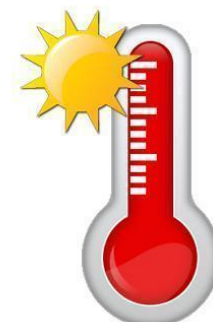
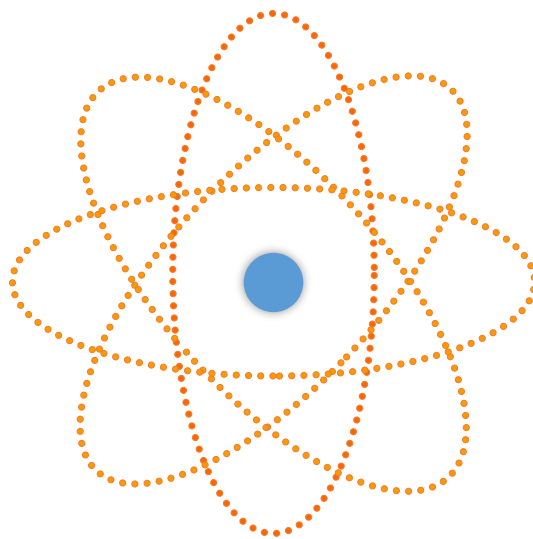
APÊNDICE P- PLANO DE AULA da 4º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	ÁREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SÉRIE: 2ª	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Propagação de calor
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de condução, convecção e radiação, associando ao cotidiano dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Propor a investigação e elaboração, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre os processos de propagação de calor.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar a definição dos processos de transferência de calor. Aula prática: Transferência de calor por condução, convecção e radiação. Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Fluxo de calor Condução térmica Convecção térmica Radiação térmica Lei de Stefan-Boltzmann
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho), barra de metal e madeira, vela, termômetro, garrafa de vidro, prato, corante.	
AValiação: Participação na aula, teste dos conteúdos e questionário das UEPS.	

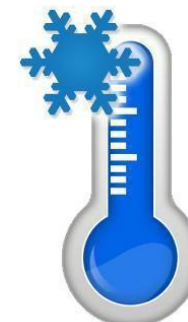
Professor (a): _____ **Pedagogo(a):** _____

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA 2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Calorimetria e Transferência de Calor



QUENTE



FRIO

MANAUS
2020

PRODUTO EDUCACIONAL

DÉBORA SILVA CERDEIRA

Manual para uso do educador

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA 2º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO.

Calorimetria e Transferência de calor

APRESENTAÇÃO

Um guia prático para passos de aulas sequenciais, no qual o educador tem livre manuseio e ferramentas para executá-las. Destacando aplicações práticas e construções simples que demandam materiais de baixo custo no desenvolvimento das atividades experimentais. Com o objetivo de associar a ciência a novas descobertas e inovações, proporcionando aos professores novos estímulos para realizarem demonstrações simples e planejadas de conceitos básicos relacionados a Calorimetria e demais conteúdo da Física. Esse manual é dividido em quatro etapas, disponíveis em CD as aulas audiovisuais, simulações computacionais etc., são mencionadas de UEPS- unidade potencialmente significativa, o qual classifica uma sequência didática. Na primeira etapa de sequência didática encontra-se o modelo de plano de aula, proposto para duas aulas, com objetivos e recursos, seguindo um quadro ilustrativo dos encontros, para cada UEPS tem um diagrama epistemológico com uma questão-foco e um mapa conceitual. Seguindo uma lista de atividades complementares sobre o conteúdo abordado e a proposta de um mapa conceitual ao final das duas aulas, para síntese organizacional dos educandos.

Na segunda etapa de sequência didática encontra-se o modelo de plano de aula, proposto para duas aulas, com objetivos e recursos, seguindo um quadro ilustrativo dos encontros, para cada UEPS tem um diagrama epistemológico com uma questão-foco, um mapa conceitual e propõem-se atividades experimentais. Seguindo uma lista de atividades complementares sobre o conteúdo abordado e a proposta de um mapa conceitual ao final das duas aulas, para síntese organizacional dos educandos. Na terceira etapa de sequência didática encontra-se o modelo de plano de aula, proposto para duas aulas, com objetivos e recursos, seguindo um quadro ilustrativo dos encontros, para cada UEPS tem um diagrama epistemológico com uma questão-foco, um mapa conceitual e propõem-se atividades experimentais. Seguindo uma lista de atividades complementares sobre o conteúdo abordado e a proposta de um mapa conceitual ao final das duas aulas, para síntese organizacional dos educandos. E na quarta etapa além de todos os passos propostos, tem-se um modelo de proposta da UEPS e um teste final conteudista. Esse material está disponibilizado para professores da rede pública e privada da cidade de Manaus.

SUMÁRIO

1º UEPS-Unidade Potencialmente Significativa:

Plano de aula: duas aulas.....	4
Quadro de atividades.....	5
Diagrama Epistemológico sobre as aulas.....	6
Lista de exercícios complementares.....	7
Mapa conceitual sobre o conteúdo.....	8

2º UEPS-Unidade Potencialmente Significativa:

Plano de aula: duas aulas.....	9
Quadro de atividades.....	10
Diagrama Epistemológico sobre as aulas.....	11
Lista de exercícios complementares.....	12
Passos da atividade experimental.....	13
Mapa conceitual sobre o conteúdo.....	14

3º UEPS-Unidade Potencialmente Significativa:

Plano de aula: duas aulas.....	15
Quadro de atividades.....	16
Diagrama Epistemológico sobre as aulas.....	17
Lista de exercícios complementares.....	18
Passos da atividade experimental.....	19
Mapa conceitual sobre o conteúdo.....	24

4º UEPS-Unidade Potencialmente Significativa:

Plano de aula: duas aulas.....	25
Quadro de atividades.....	26
Diagrama Epistemológico sobre as aulas.....	27
Lista de exercícios complementares.....	28
Passos da atividade experimental.....	29
Mapa conceitual sobre o conteúdo.....	31
Teste para avaliação das sequencias.....	32
Proposta de UEPS.....	34
Referências Bibliográficas.....	35

Plano de aula construído pelo autor-1º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	AREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SERIE: 2ª	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Termologia
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de temperatura, sensação térmica e calor associando a cidade de Manaus. dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimular a curiosidade e a investigação, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre temperatura, calor e sensação térmica. Identificar valores de temperaturas nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar os conceitos físicos de temperatura e calor. Aula prática: Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Temperatura Calor Sensação térmica Escalas Termométricas
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho).	
AVALIAÇÃO: Participação na aula e desempenho nas atividades	

Professor (a): _____ **Pedagogo (a):** _____

Quadro 1 – Síntese das aulas

Encontros (45 minutos)	O que será realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Animação e simulação computacional Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Solução de dúvidas Elaboração de mapa conceitual em grupo

Fonte: Construído pelo autor.

- Segue uma pasta em CD com todas as aulas em power point e suas devidas animações para a primeira UEPS.

Primeira UEPS, aplicação para duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. Utilizando recursos de animação e simulação computacional para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas, seguindo de exercícios complementares para reforçar o assunto. Prosseguindo, a segunda aula estende-se a revisão do conteúdo, no qual os alunos possuem liberdade para expor suas dúvidas mediante as questões propostas sobre os exercícios e pôr fim a elaboração de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado nas aulas da primeira UEPS.

Diagrama Epistemológico 1

DOMÍNIO CONCEITUAL

Filosofia:

O conhecimento científico sobre a ciência está na observação e na experimentação baseadas nas teorias que organizam os fatos, a sensibilidade e o raciocínio do aluno, aprofundando sua compreensão torna-se possível estudar cientificamente o processo de cognição e afetividade.

Teorias:

Teoria da aprendizagem significativa segundo Marco Antônio Moreira.
Termologia.

Princípios:

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa.

As perspectivas macroscópica e microscópica completam-se no estudo da Calorimetria, propiciando uma compreensão mais profunda de um mesmo fenômeno.

Conceitos-chave:

Ensino da termologia, temperatura, escalas termométricas, calor, sensação térmica.

QUESTÃO FOCO:

Calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura?

DOMÍNIO METODOLÓGICO

Asserções de valores:

A experimentação e animação ajudam a clarear os conceitos, leis e fenômenos neles envolvidos. Relacionando com o cotidiano, o que se torna potencialmente significativo e indispensável para a aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento:

Demonstrar através da animação e do experimento como ocorre o equilíbrio térmico, com situações-problema envolvendo o cotidiano. Entender que: Se $t_1 > t_2$, t_1 tem maior energia cinética (as moléculas de substâncias se movimentam mais rápido). E t_2 seria mais lento.

Mas após o contato e com um certo tempo, as moléculas atingem o equilíbrio, ou seja, a energia cinética de ambas será a mesma.

Crêterios:

- Avaliar os debates durante as aulas dialogadas;
- Avaliação por meio de mapa conceitual sobre o assunto;
- O nível de criticidade do conteúdo junto as atividades experimentais, o interesse do educando em participar e argumentar nas questões instigadoras.

Dados:

- Mapa conceitual;
- Atividades experimentais;
- Debate em grupo;

Evento:

- 2 Aulas de 45 minutos;
- 1 Animações;
- Aula expositiva e dialogada; avaliação por grupo e focal e mapa conceitual;

Fonte: Construído pelo autor.

Lista de exercícios complementares-1º UEPS

Uma pessoa colocou um termômetro graduado na escala Fahrenheit e verificou que sua temperatura era de $97,7^{\circ}\text{F}$.

Considerando que a temperatura normal do corpo humano é de $36,5^{\circ}\text{C}$, responda se esta pessoa estava com febre.

Estando num lugar a 40°F , você vai "morrer" de frio ou de calor?

Uma pessoa está numa sala de 20°C e outra numa sala de 35°C . Ambas vestem roupas leves, exatamente iguais. Depois de algum tempo, as duas pessoas entram numa mesma sala que está a 28°C . Qual a sensação que cada uma deve ter? Por quê?

Um copo de água a 300 K cai sobre sua mão. Ela se queimará?

O que é o zero absoluto?

Quais são os pontos fixos da água na escala Kelvin?

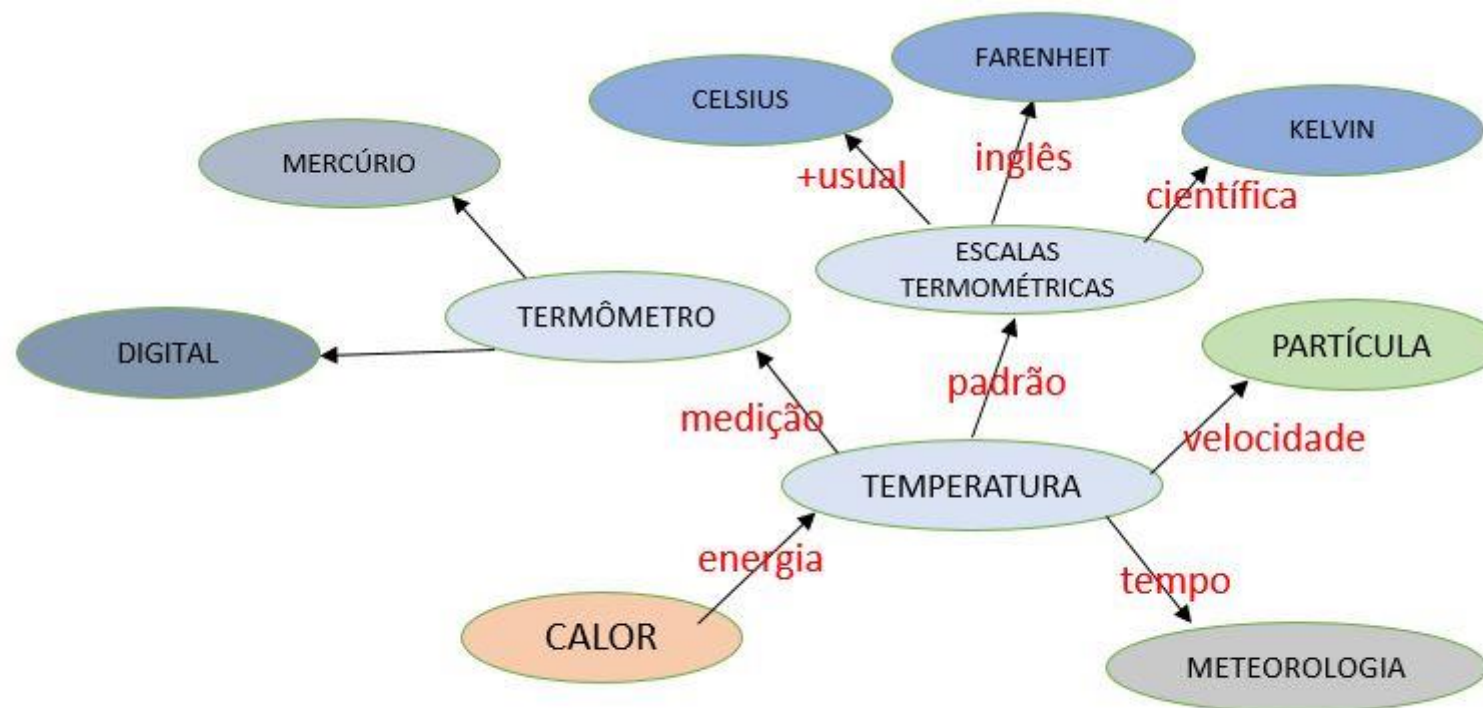
Quais são os pontos fixos da água na escala Fahrenheit?

Quais são os pontos fixos da água na escala Celsius?

Do ponto de vista microscópico o que é a temperatura?

A temperatura do corpo humano é próxima de 37°C . Qual é este valor em kelvin?

Figura 1 - Mapa conceitual



Fonte: Construído pelo autor.

Plano de aula construído pelo autor-2º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	ÁREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SERIE: 2ª	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Calorimetria
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de capacidade térmica, calor específico, calor latente, sensível, associando ao cotidiano, dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimular a curiosidade e a investigação, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre calor sensível, latente, específico, capacidade térmica e trocas de calor.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar os conceitos de calor sensível, latente, equações fundamentais, calor específico e capacidade térmica. Aula prática: Método comparativo entre água e óleo para determinar calor específico. Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Calor sensível e Calor latente Equação fundamental da Calorimetria Capacidade térmica Trocas de calor e Calorímetro
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho), calorímetro caseiro, termômetro, balança, aquecedor e líquidos	
AValiação: Participação na aula e desempenho nas atividades	
Professor (a): _____ Pedagogo(a): _____	

Quadro 2 – Síntese das aulas

Encontros (45 minutos)	O que será realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Simulação computacional-PHET Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Atividade experimental-Método comparativo Elaboração de mapa conceitual em grupo

Fonte: Construído pelo autor.

- Segue uma pasta em CD com todas as aulas em power point e suas devidas animações para a segunda UEPS.

Segunda UEPS, aplicação para duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. Utilizando recursos de simulação computacional (PHET) para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas e exercícios complementares para reforçar o assunto. Dando seguimento a segunda aula propõem-se retificação do conteúdo, sondagem e correção das atividades complementares, atividade experimental (elaborada em sala de aula, com a participação dos educandos de forma ilustrativa e dinâmica) e pôr fim a produção de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado nas aulas da segunda UEPS.

Diagrama Epistemológico 2



Fonte: Construído pelo autor.

Lista de exercícios complementares-2º UEPS

Um estudante irá realizar um experimento de física e precisará de 500 g de água a 0 C.º Acontece que ele tem disponível somente um bloco de gelo de massa igual a 500 g e terá que transformá-lo em água. Considerando o sistema isolado, a quantidade de calor, em cal, necessária para que o gelo derreta será: Dados: calor de fusão do gelo 80 cal/ g C

- a) 40
- b) 400
- c) 4.000
- d) 40.0002.

Em uma panela foi adicionada uma massa de água de 200 g à temperatura de 25 C.º Para transformar essa massa de água totalmente em vapor a 100 C,º qual deve ser a quantidade total de calor fornecida, em calorias? (Considere calor de transição do vapor $L = 540 \text{ cal/g}$ e o calor específico da água $c = 1 \text{ cal/ g C}$)

- a) 1.500
- b) 20.000
- c) 100.000
- d) 123.000

Considere que o calor específico de um material presente nas cinzas seja $c = 0,8 \text{ J/g}^\circ\text{C}$. Supondo que esse material entra na turbina a -200°C , a energia cedida a uma massa $m = 5\text{g}$ do material para que ele atinja uma temperatura de 8800°C é igual a

- a) 220 J.
- b) 1000 J.
- c) 4600 J.
- d) 3600 J.

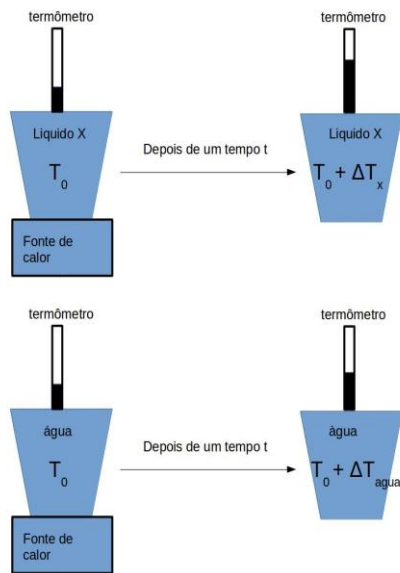
Uma bolsa térmica com 500 g de água à temperatura inicial de 60°C é empregada para tratamento da dor nas costas de um paciente. Transcorrido um certo tempo desde o início do tratamento, a temperatura da água contida na bolsa é de 40°C . Considerando que o calor específico da água é $1 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$, e supondo que 60% do calor cedido pela água foi absorvido pelo corpo do paciente, a quantidade de calorias recebidas pelo paciente no tratamento foi igual a

- a) 2 000. b) 4 000. c) 6 000. d) 8 000. e) 10 000.

Atividade experimental-Método comparativo entre água e óleo

Visando determinar o calor específico de um líquido X (no caso utilizamos óleo), compara-se o comportamento térmico deste líquido com o da água, uma vez que o calor específico da água é conhecido, sendo $C_{e_{\text{água}}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Para isto, duas massas iguais de água e do líquido X vão receber a mesma quantidade de calor Q de maneira independente, começando á temperatura ambiente T_0 . Portanto, o liquido X vai aumentar sua temperatura em ΔT_x , e a água em $\Delta T_{\text{água}}$.

Figura 1: Esquema do experimento



Visto que a quantidade de calor recebido por ambos os líquidos é a mesma, podemos escrever a seguinte equação:

$$Q = m_x C_{e_x} \Delta T_x = m_{\text{água}} C_{e_{\text{água}}} \Delta T_{\text{água}} .$$

Se as massas são iguais, tal como foi estabelecido inicialmente, então temos

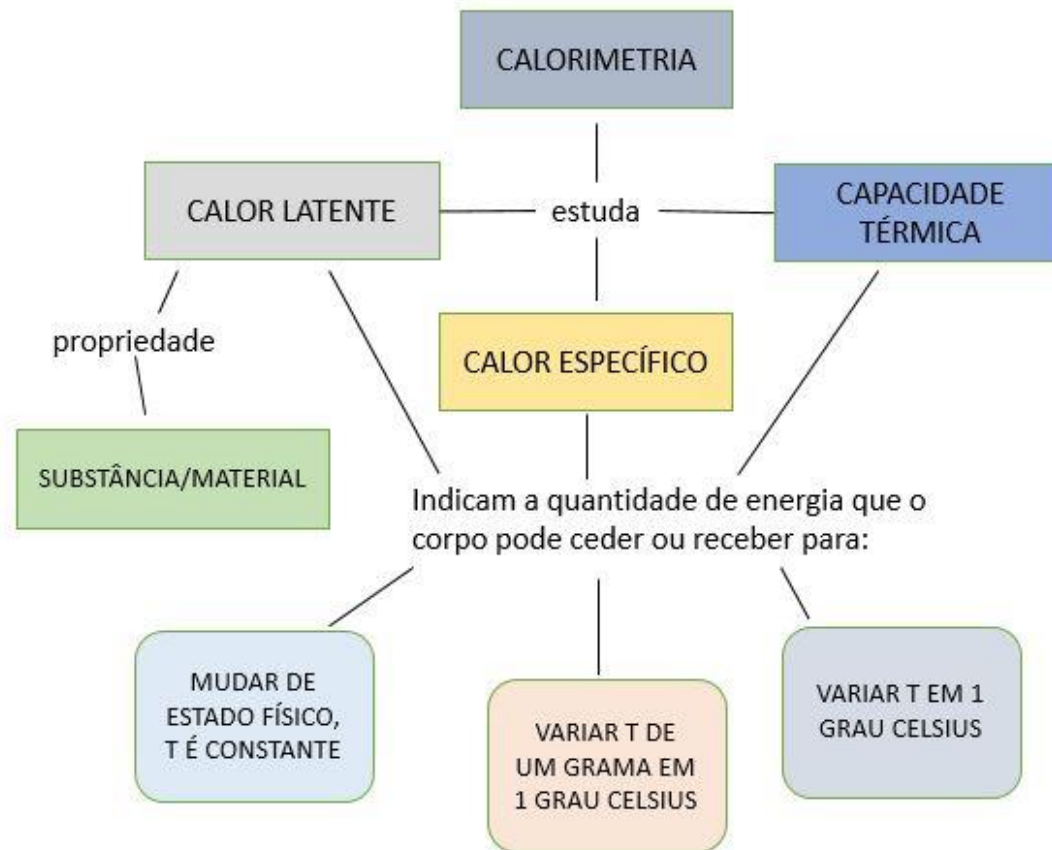
$$C_{e_x} = C_{e_{\text{água}}} \Delta T_{\text{água}} / \Delta T_x .$$

Por conseguinte, o calor específico do líquido X pode ser obtido só medindo o aumento de temperaturas do líquido X e da água. As massas iguais podem ser medidas em uma balança, e os aumentos de temperatura com termômetros. A fim de os dois líquidos receberem a mesma quantidade de calor, devem ser submetidos à mesma fonte de calor no mesmo intervalo de tempo. Então o calor Q é dado pelo produto da potência P da fonte de calor, pelo intervalo de tempo t , assim $Q = Pt$, onde o tempo pode ser medido com um cronômetro. Na Figura está ilustrado o procedimento.

Material necessário: calorímetro caseiro de isopor, termômetro, água e óleo mesma quantidade para o experimento, uma fonte de calor (vela acesa, fogão), balança e cronometro.

Fonte: própria do autor

Figura 2 - Mapa conceitual



Fonte: Construído pelo autor.

Plano de aula construído pelo autor-3º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	ÁREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SÉRIE: 2ª	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Mudanças de fase e Diagramas
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de quantidade de calor latente, curvas de aquecimento e resfriamento e diagramas de fase, associando ao cotidiano dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimular a curiosidade e a investigação, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre as curvas de aquecimento e resfriamento, os diagramas de fase e equilíbrios de processos.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar a definição do comportamento das curvas de aquecimento e resfriamento do gelo. Aula prática: 1ª Curva de aquecimento do gelo, utilizando termômetro ligado a placa de Arduino uno. 2ª Determinar calor latente de fusão do gelo. Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Quantidade de calor latente Curva de aquecimento e resfriamento Diagrama de fases Equilíbrio sólido-líquido, fusão e solidificação Equilíbrio líquido-vapor, ebulição e condensação
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho), calorímetro caseiro, termômetro ligado a placa arduino, balança, aquecedor e líquidos	
AVALIAÇÃO: Participação na aula e desempenho nas atividades	

Professor (a): _____ Pedagogo(a): _____

Quadro 3 – Síntese das aulas

Encontros (45 minutos)	O que será realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Vídeo Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Atividade experimental-Curva de aquecimento e fusão do gelo Elaboração de mapa conceitual em grupo

Fonte: Construído pelo autor.

- Segue uma pasta em CD com todas as aulas em power point e suas devidas animações para a terceira UEPS

Terceira UEPS, aplicação para duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. Utilizando recursos de vídeo e programação com a placa de Arduino UNO ligado a um sensor de temperatura, para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas, a curva de aquecimento do gelo (variando a temperatura) e exercícios complementares para reforçar o assunto. Na segunda aula estende-se revisão do conteúdo, atividade experimental e pôr fim a elaboração de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado nas aulas da terceira UEPS.

Diagrama Epistemológico 3

DOMÍNIO CONCEITUAL

Filosofia:

O conhecimento científico sobre a ciência está na observação e na experimentação baseadas nas teorias que organizam os fatos, a sensibilidade e o raciocínio do aluno, aprofundando sua compreensão torna-se possível estudar cientificamente o processo de cognição e afetividade.

Teorias:

Teoria da aprendizagem significativa segundo Marco Antônio Moreira.
Mudança de fase e diagramas.

Princípios:

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, o conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa.

As perspectivas macroscópica e microscópica completam-se no estudo da Calorimetria, propiciando uma compreensão mais profunda de um mesmo fenômeno.

Conceitos-chave:

Ensino de mudança de estado físico, fusão e solidificação, diagramas de estado, curvas de fusão.

QUESTÃO FOCO:

Quando ocorre uma mudança de estado físico, a energia térmica armazenada na forma de energia potencial de agregação aumenta ou diminui?

DOMÍNIO METODOLÓGICO

Asserções de valores:

A experimentação e animação ajudam a clarear os conceitos, leis e fenômenos neles envolvidos. Relacionando com o cotidiano, o que se torna potencialmente significativo e indispensável para a aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento:

Demonstrar através da animação e do experimento como ocorre o equilíbrio térmico, com situações-problema envolvendo o cotidiano. Entender que: Se $t_1 > t_2$, t_1 tem maior energia cinética (as moléculas de substâncias se movimentam mais rápido). E t_2 seria mais lento.

Mas após o contato e com um certo tempo, as moléculas atingem o equilíbrio, ou seja, a energia cinética de ambas será a mesma.

Crêterios:

-Avaliar os debates durante as aulas dialogadas;
-Avaliação por meio de mapa conceitual sobre o assunto;
-O nível de criticidade do conteúdo junto as atividades experimentais, o interesse do educando em participar e argumentar nas questões instigadoras, por fim avaliação escrita de testes.

Dados:

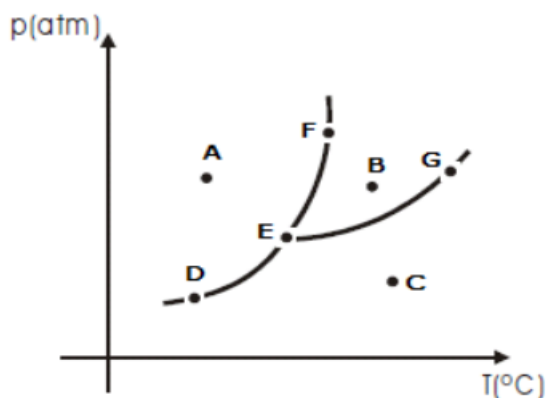
-Mapa conceitual;
- Atividades experimentais;

Evento:

-2 Aulas de 45 minutos;
-1 Experiências didática;
-1 Animações; 1 simulações;
1 vídeos; -Aula expositiva e dialogada; avaliação por grupo e mapa conceitual.

Lista de exercícios complementares-3º UEPS

Dado o diagrama de fases de uma substância, pergunta-se:



- a) Que mudança de fase ocorre quando a substância passa do estado A para o estado B?
- b) Que mudança de fase ocorre na passagem do estado B para o estado C?
- c) Em que fase pode encontrar-se a substância no estado representado pelo ponto D?
- d) E nos estados representados pelos pontos E, F e G?
- e) Qual dos pontos assinalados no diagrama é o ponto triplo ou tríplice e por que recebe esse nome?

A matéria, em geral, apresenta três fases; a fase sólida, a fase líquida e a fase gasosa. Sobre o fenômeno de mudanças de fase, assinale o que for correto.

01. Durante o processo de mudança de fase a pressão constante, a temperatura da substância varia. A energia recebida pela substância na forma de calor é utilizada para reordenar a energia potencial de cada molécula em relação às demais.

02. A temperatura de mudança de fase de uma substância independe da pressão atmosférica.

04. Para que uma substância mude de fase, é necessário que ela troque calor com o meio em que se encontra.

08. O ponto triplo representa as únicas condições de temperatura e pressão em que as fases sólida, líquida e gasosa de uma substância coexistem em equilíbrio.

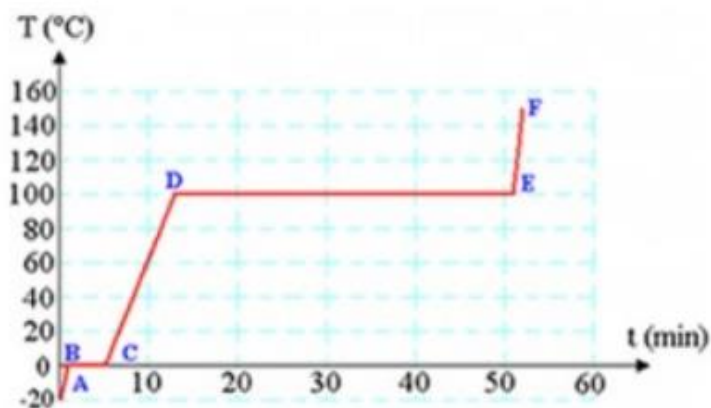
16. O regelo é um fenômeno no qual o gelo, sob pressão, funde, voltando a congelar quando a pressão é removida.

Atividade experimental- Curva de aquecimento e calor latente de fusão do gelo

A curva da evolução da temperatura de uma substância mostra como evolui a temperatura de um corpo em função do tempo. Para isto, é submetida a uma fonte de calor. Pela natureza da curva o aluno pode identificar quando a substância está aproveitando o calor para aumentar sua temperatura em uma determinada fase, ou quando o aumento de temperatura é zero devido ao corpo estar aproveitando o calor para mudar sua fase.

Para realizar este experimento utiliza-se por exemplo gelo a -20°C , sob pressão normal - fornecendo calor ao gelo suas partículas absorvem energia, com aumento de temperatura. Esse processo tem um limite, existe uma temperatura em que a estrutura molecular da substância não consegue se manter – é a temperatura de fusão (à 0°C). Ao ser atingida esta temperatura, passa a ocorrer o dismantelamento da estrutura molecular sólida. Sendo usado o calor recebido e a substância (gelo) torna-se líquida (água), (NEWTON; HELOU; GUALTER, 2012). Depois, o calor é aproveitado para aumentar a temperatura da água até alcançar o ponto de ebulição (à 100°C), para passar a fase gasosa. Enquanto a água não se transformar totalmente em gás (vapor de água), a temperatura se mantém constante.

Figura 1: esquema do gráfico para curva de aquecimento do gelo.



Na Figura podemos observar a curva que vai ser obtida experimentalmente. O aluno deve identificar os pendentos positivos da curva, como aumentos de temperatura mantendo a fase, e a curvas horizontais, como processos de mudança de fase.

Fonte: Construído pelo autor.

A Figura ajuda ao aluno a identificar as seguintes etapas da curva de aquecimento do H₂O submetida a uma fonte de calor ao longo do tempo:

Etapa A-B : o gelo, começando à -20 °C (H₂O em fase sólida) aumenta sua temperatura até alcançar o ponto de fusão (à 0°C).

Etapa B-C : O gelo está aproveitando o calor recebido para sua fundição. Neste processo o H₂O não aumenta a temperatura.

Etapa C-D : H₂O em estado líquido (água) aproveita o calor recebido para aumentar sua temperatura até atingir o ponto de ebulição (à 100 °C).

Etapa D-E : o H₂O está no processo de vaporização, por causa disto, não aumenta a temperatura.

Etapa E-F : O vapor de água aproveita o calor para aumentar sua temperatura.

Roteiro utilizado com a placa Arduino UNO e o sensor de temperatura para medir as temperaturas ao longo do derretimento do gelo.

A evolução da temperatura do gelo e a água foi medida utilizando o sensor DS18B20 e uma placa Arduino UNO com o objetivo de controlar a leitura dos dados enviados pelos sensores ao computador através da placa de Arduino. Tal como pode ser observado na figura, o DS18B20 é um circuito integrado encapsulado em um chip que possui três pinos. O primeiro para a terra GND, o segundo para os dados (DATA) e o terceiro para ser submetido a voltagem de alimentação (Vcc). O primeiro e o terceiro são ligados as entradas GND e a saída de 5V da placa de Arduino, enquanto a DATA deve ser ligada ao pino 2, tal como se observa no esquema.

O sensor pode medir temperaturas no intervalo de -55 °C a 125 °C, com precisão de ± 0.5 °C no intervalo -10 °C a 85 °C. Portanto, é apropriado para estudar a curva de aquecimento do gelo e da água. A fim de ser a prova D'água o sensor é coberto por um material impermeável (ver figura). Em geral os sensores de temperatura são analógicos, o que significa que fornecem um valor de voltagem proporcional a temperatura que deve ser traduzida em código binário pelo computador ou a interface Arduino. No entanto, o sensor DS18B20 já envia o valor da temperatura em Celsius em código binário com uma resolução de 9 a 12 bits ajustável. A informação é enviada só por um fio utilizando o protocolo de comunicação One-Wire desenvolvido pela Dallas Semiconductor Corp.

A leitura da temperatura ao longo do tempo é programada por um código na linguagem C adaptada para a placa Arduino, tal como é apresentado abaixo. Para este objetivo é necessário utilizar as bibliotecas OneWire.h e DallasTemperature.h. Com o comando "delay" pode ser retardado o tempo de leitura de dados, os quais podem ser guardados no computador ou lidos na tela.

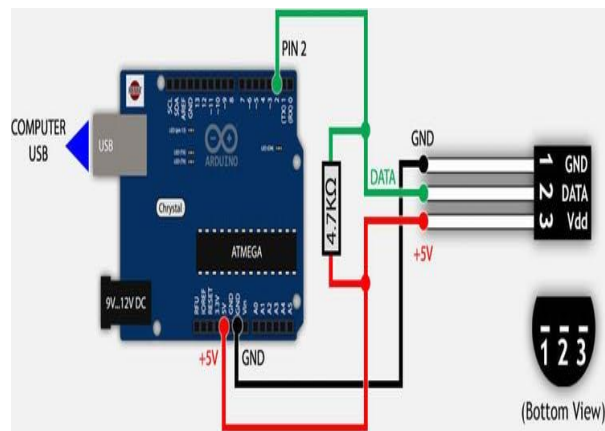
Segue abaixo a programação utilizada no Arduino UNO com sensor DS18B20 para medir a temperatura da fusão do gelo e demais temperaturas.

```
/* **** */
// First we include the libraries
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
/* **** */
// Data wire is plugged into pin 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 2
/* **** */
// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire devices
// (not just Maxim/Dallas temperature ICs)
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
/* **** */
// Pass our oneWire reference to Dallas Temperature.
DallasTemperature sensors(&oneWire);
/* **** */
void setup(void)
{
  // start serial port
  Serial.begin(9600);
  // Serial.println("Dallas Temperature IC Control Library Demo");
  // Start up the library
  sensors.begin();
}
void loop(void)
{
  // call sensors.requestTemperatures() to issue a global temperature
  // request to all devices on the bus
  /* **** */
  // Serial.print(" Requesting temperatures...");
  sensors.requestTemperatures(); // Send the command to get temperature readings
```

```
// Serial.println("DONE");
/*****
//Serial.print("Temperature is: ");
Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0)); // Why "byIndex"?
// You can have more than one DS18B20 on the same bus.
// 0 refers to the first IC on the wire
delay(200);
}
```

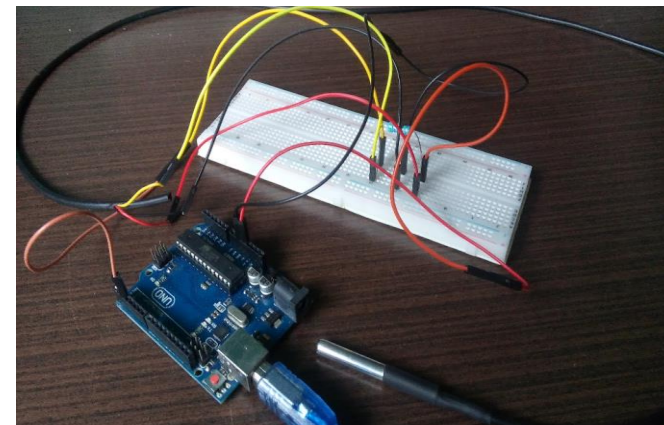
Circuito utilizado nas atividades

Figura 3 - modelo do circuito



Fonte: própria do autor

Figura 4: circuito montado no protoboard



Fonte: própria do autor

Determinando o calor latente de fusão do gelo

O seguinte experimento tem como objetivo determinar o calor latente de fusão do gelo. O experimento permite ao aluno comprovar quantitativamente que o calor necessário para a fusão do gelo é aproximadamente 80 cal/g. O experimento mais simples para este objetivo é colocar gelo a 0 °C em um recipiente (de capacidade calorífica desprezível) com água a uma alta temperatura ($T_{\text{água}} = 60$ °C, por exemplo). Esta mistura vai atingir a temperatura de equilíbrio. Medindo as massas respectivas, e medindo a temperatura inicial da água $T_{\text{água}}$ e a temperatura final da mistura $T_{\text{equilíbrio}}$, é possível determinar o calor latente de fusão do gelo L_f a partir do seguinte raciocínio: O gelo, inicialmente à 0 °C, que é a temperatura de fusão, vai receber o calor da água a alta temperatura. O calor total vai ser aproveitado pelo gelo se derreter e para depois aumentar sua temperatura até a mistura atingir o equilíbrio térmico. Por tanto, podemos estabelecer uma igualdade entre o calor total que entrega a água com o calor total que recebe o gelo:

$$m_{\text{água}} C_{e_{\text{água}}} (T_{\text{água}} - T_{\text{equilíbrio}}) = m_{\text{gelo}} L_f + m_{\text{gelo}} C_{e_{\text{água}}} (T_{\text{equilíbrio}} - 0),$$

Note que no lado direito da equação, o primeiro termo representa o calor necessário para o gelo derreter, e o segundo termo, é o calor necessário para que a massa do gelo (agora sendo água) possa atingir a temperatura de equilíbrio. Portanto, a partir da equação (11), o calor latente do gelo fica expressado em função de quantidades medíveis no laboratório:

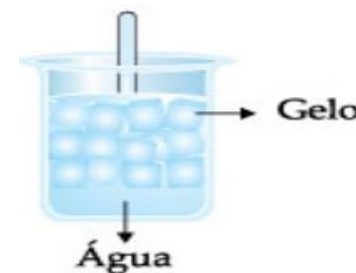
$$L_f = C_{e_{\text{água}}} \left(\frac{m_{\text{água}}}{m_{\text{gelo}}} (T_{\text{água}} - T_{\text{equilíbrio}}) - T_{\text{equilíbrio}} \right)$$

Na Figura é mostrada a mistura de água com gelo, e o termômetro que vai medir a temperatura final de equilíbrio. A medida da temperatura pode ser feita melhor com um termopar ligado a um computador para fazer uma leitura ao longo do tempo, a fim de detectar o equilíbrio quando a inclinação da curva seja aproximadamente horizontal. As etapas necessárias para realizar este experimento são as seguintes:

- 1) Aqueça 500 ml de água até atingir uma temperatura de 60 °C aproximadamente. Confirme esta temperatura com o termômetro.
- 2) Meça a massa de 4 cubos de gelo, tirados da geladeira com certa antecedência tal que eles comecem a se derreter ligeiramente (isto garante que a temperatura deles é aproximadamente 0 °C).
- 3) Coloque a água em um copo de isopor. Meça a temperatura da água.
- 4) Coloque o gelo na água e o termômetro para medir a temperatura ao longo do tempo.
- 5) A temperatura de equilíbrio é atingida quando a leitura do termômetro fica estável.

Com ajuda da equação o aluno poderá calcular o calor latente de fusão do gelo com os dados medidos.

Figura 5: Esquema do experimento



Fonte: própria do autor

Figura 6 - Mapa conceitual construído pelo autor

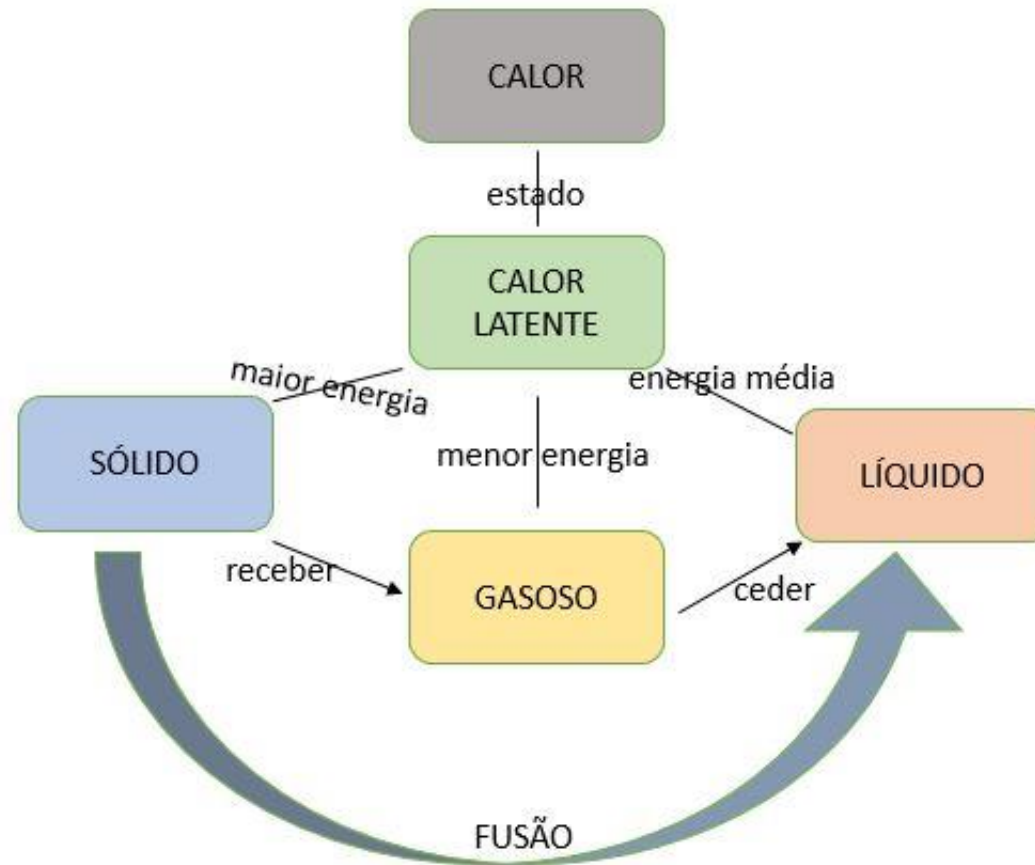


Figura 2 – Construído pelo autor

Plano de aula construído pelo autor-4º UEPS

PLANO DE AULA	
ESCOLA:	
DATA:	ÁREA DO CONHECIMENTO FÍSICA
PROFESSOR:	
SÉRIE: 2ª	TURMA:
BIMESTRE: 2º	TEMA: Propagação de calor
OBJETIVO GERAL: Contribuir de maneira significativa na construção do conhecimento, em relação os conceitos de condução, convecção e radiação, associando ao cotidiano dos alunos da 2ª série do Ensino médio.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Propor a investigação e elaboração, por meio de diferentes modos de representação, tais como linguagem verbal, animações e experimentos. Compreender e diferenciar os conceitos entre os processos de propagação de calor.	
METODOLOGIA: Aula dialogada e prática Aula dialogada: Explicar a definição dos processos de transferência de calor. Aula prática: Transferência de calor por condução, convecção e radiação. Elaborar em equipe um mapa conceitual sobre o assunto.	CONTEÚDOS: Fluxo de calor Condução térmica Convecção térmica Radiação térmica Lei de Stefan-Boltzmann
RECURSOS Computador; Datashow; Slide; Quadro branco; Pincel (azul, preto e vermelho), barra de metal e madeira, vela, termômetro, garrafa de vidro, prato, corante.	
AValiação: Participação na aula, teste dos conteúdos e questionário das UEPS.	

Professor (a): _____ **Pedagogo(a):** _____

Quadro 4 – Síntese das aulas

Encontros (45 minutos)	O que será realizado
1º AULA	Aula expositiva e dialogada Animação e simulação computacional Atividade experimental Exercícios complementares
2º AULA	Revisão do conteúdo Elaboração de mapa conceitual em grupo Avaliação final da UEPS (Questionário e Teste)

Fonte: Construído pelo autor

- Segue uma pasta em CD com todas as aulas em power point e suas devidas animações para a quarta UEPS

Quarta UEPS, aplicação para duas aulas, sendo a primeira uma breve contextualização do conteúdo de forma dialogada. Utilizando recursos de animação e simulação computacional para exemplificar microscopicamente o processo da agitação das partículas, atividade experimental de transferência de calor e exercícios complementares para reforçar o assunto. Na segunda aula estende-se revisão do conteúdo, a elaboração de um mapa conceitual organizado e fundamentado mediante o conteúdo estudado nas aulas da quarta UEPS e pôr fim a avaliação final da UEPS contendo um teste.

Diagrama Epistemológico 4



Fonte: Construído pelo autor

Lista de exercícios complementares-4º UEPS

Se flui calor de um corpo A para um corpo B, afirma-se que:

- a) a temperatura de A é maior que a de B
- b) a capacidade térmica de A é maior que a de B
- c) o calor específico de A é maior que o de B
- d) A é melhor condutor que B
- e) A tem maior quantidade de calor que B

Você coloca a extremidade de uma barra de ferro sobre a chama, segurando-a pela outra extremidade. Dentro de pouco tempo você sente, através do tato, que a extremidade que você segura está se aquecendo. Podemos afirmar que:

- a) não houve transferência de energia no processo
- b) o calor se transferiu por irradiação
- c) o calor se transferiu por convecção
- d) o calor se transferiu por condução
- e) a energia transferida não foi energia térmica

No inverno usamos agasalho porque:

- a) o frio não passa através dele
- b) pode ser considerado um bom isolante térmico
- c) transmite calor ao nosso corpo
- d) permite que o calor do corpo passe para o ar
- e) tem todas as propriedades citadas nas alternativas anteriores

Tem-se a sensação de que uma colher de alumínio, num dia muito frio, está muito mais fria do que outra de madeira, de mesma massa e em equilíbrio térmico com ela, porque a colher de metal:

- a) tem condutividade térmica maior do que a da colher de madeira
- b) reflete melhor o calor do que a de madeira
- c) tem calor específico maior do que a de madeira
- d) tem capacidade térmica menor do que a de madeira
- e) tem capacidade térmica maior do que a de madeira

Atividade experimental- Transferência de calor por condução, radiação e convecção

Condução através de materiais

As etapas necessárias para realizar essa atividade é a seguinte:

- ✓ Lata de refrigerante de alumínio
- ✓ Vela e fósforo
- ✓ Um pedaço de metal
- ✓ Um palito de churrasco

Passa vela derretida em uma das extremidades do palito e do metal, deixe secar. Em seguida coloque o palito e o metal em cima da lata de alumínio. Encoste uma fonte de calor próximo aos materiais para ver quem derrete mais rápido a vela que foi passada nas extremidades do palito e do metal. Quem é melhor condutor?

Radiação térmica com vela acesa

Se uma pessoa coloca a mão acima de uma chama vai sentir mais calor (e pode até se queimar) do que se colocar a mão ao lado dela, a mesma distância. Qual a explicação para isso? A chama irradia energia sem preferência de direção e, portanto, a mão colocada nas proximidades da vela, ao lado ou por cima, receberá da mesma forma energia por irradiação. O gás aquecido pela vela sobe por ser menos denso, formando uma corrente de convecção ascendente de gás muito aquecido, somente atingindo a mão se ela estiver colocada por cima.

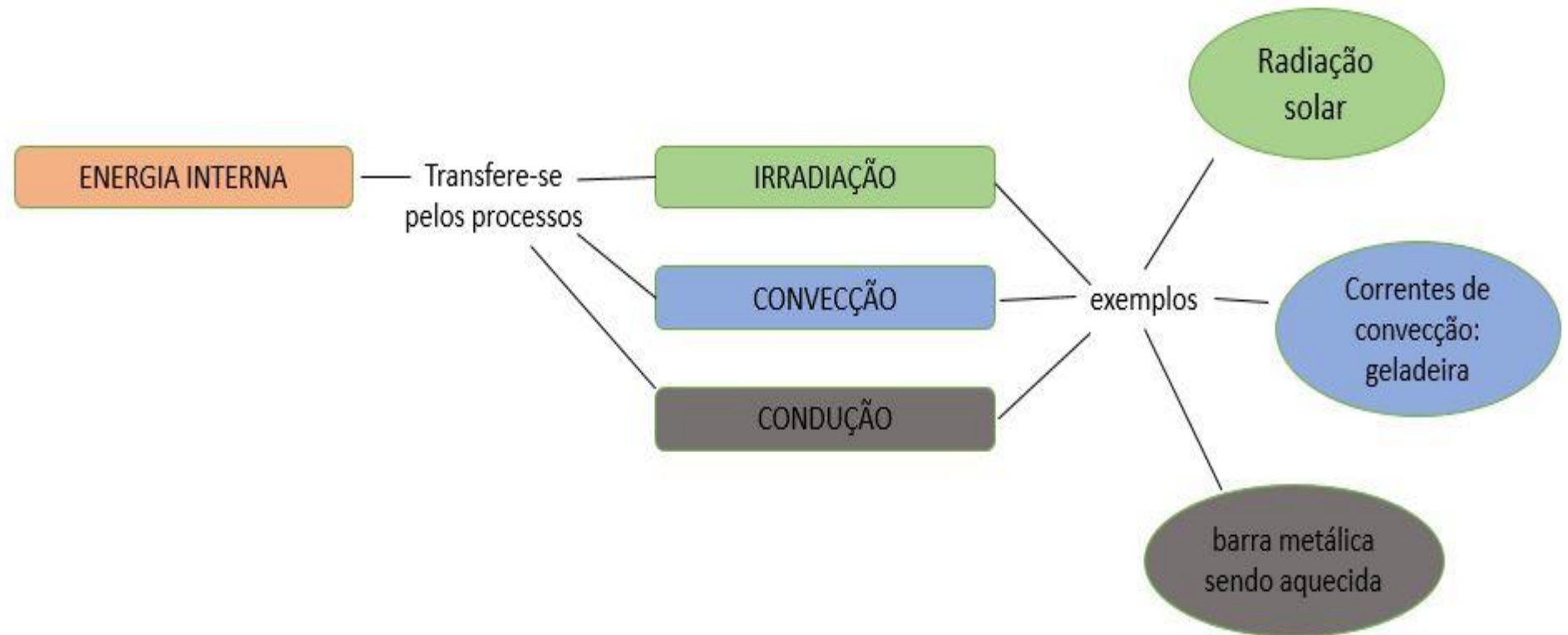
Convecção da água durante seu aquecimento

As etapas necessárias para realizar essa atividade é a seguinte:

- ✓ Recipiente de vidro refratário e transparente
- ✓ Um canudo de plástico
- ✓ Cristais de permanganato de potássio e água

Introduza o cristal de permanganato de potássio através do canudo. Ele deslizará até o fundo do recipiente, já com água. Para que a água colorida pelo permanganato existente dentro do canudo não se misture com o restante, retire o canudo com o dedo fechando sua abertura superior. Aqueça a água na região em que está o cristal. Observa-se a água colorida subindo e depois descendo, acompanhando a corrente de convecção.

Figura 7 - Mapa conceitual construído pelo autor



Fonte: Construído pelo autor

Teste avaliativo de todas as UEPS

TESTE PARA AVALIAÇÃO

Nome:

Serie:

- 1) Como podemos avaliar fisicamente a sensação de “quente” e “frio”?
- 2) Dois ou mais sistemas físicos estão em equilíbrio térmico entre si quando suas temperaturas são?
- 3) Analise as afirmativas e indique a verdadeira.
 - a) calor e energia térmica são a mesma coisa, podendo sempre ser usados tanto um termo como o outro, indiferentemente.
 - b) dois corpos estão em equilíbrio térmico quando possuem quantidades iguais de energia térmica.
 - c) calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.
- 4) Explique os processos de propagação de calor.
- 5) Considere três fenômenos simples:
 - I – circulação de ar em geladeiras
 - II – aquecimento de uma barra de ferro
 - III – variação da temperatura do corpo humano no banho de sol.Associe, nesta mesma ordem, o principal tipo de transferência de calor que ocorre nestes fenômenos:
 - a) convecção, condução, irradiação
 - b) convecção, irradiação, condução
 - c) condução, convecção, irradiação
 - d) irradiação, convecção, condução
 - e) condução, irradiação, convecção

6) Complete as lacunas com a palavra correta (latente, sensível, fusão, temperatura), O calor.....é a denominação dada a energia térmica que altera a energia cinética de translação das partículas, estando essa energia cinética diretamente ligada ado sistema físico. O calor.....é dada a energia térmica que se transforma em energia potencial de agregação, ocorrendo mudança de estado, por exemplo, de sólido para líquido ocorre.....sem alterar a temperatura.

7) Durante o processo de evaporação de um líquido contido numa bacia, ocorre diminuição da temperatura porque:

- a) escapam as moléculas com maior energia cinética
- b) escapam as moléculas de maior massa
- c) escapam as moléculas de menor massa
- d) diminui a massa do líquido
- e) a energia cinética das moléculas não se altera

8) O valor encontrado para o calor específico do líquido é maior ou menor que o da água? Explique. (experimento)

9)O valor médio encontrado para o calor latente de fusão do gelo corresponde ao valor de referência? Justificar a resposta. Valor de referência do calor latente do gelo à pressão normal: $L_f(\text{gelo}) = 80.0 \text{ cal /g}$. (experimento)

Proposta de UEPS para ensinar Calorimetria e Transferência de Calor

Objetivo: Ensinar Calorimetria e Transferência de calor no 2º ano do Ensino Médio

Sequência:

1. **Situação Inicial:** os alunos serão incentivados a elaborar um **mapa conceitual** sobre (CTC). No mapa conceitual o aluno tem liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos, suas representações, suas cognições, a partir de uma palavra-chave ou uma imagem central. Assim, os alunos ficarão à vontade para fazer relações da CTC com outros ramos da Física e/ou com o seu cotidiano, suas representações sociais. Os mapas conceituais serão entregues à professora. A atividade ocupará uma aula.
2. **Situação-problema:**
 - a) O que você já leu, ouviu, ou viu sobre Calorimetria e Transferência de calor?
 - b) Onde a Calorimetria e Transferência de calor é aplicada? O que estuda?
 - c) O que difere a Calorimetria e Transferência de calor (regidas pela Termodinâmica) das outras áreas da Física (Mecânica, Eletromagnetismo etc.)?
 - d) O que é calor? E temperatura?
 - e) Qual sua definição de “quente” e “frio”?Todas estas questões/situações deverão ser discutidas em grande grupo, sob a mediação da professora, com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.
3. **Aprofundando conhecimentos:** serão trabalhados os conceitos de calor, temperatura, capacidade calorífica, calor específico, caloria, calor latente e condutividade térmica. Estes conteúdos serão apresentados através de textos e também em *slides*, sendo estimuladas discussões em grande grupo. Ao final da introdução dos novos conteúdos, terá revisão, questionando os alunos sobre o que foi apresentado.
4. **Nova situação-problema:** Construir em equipes experimentos sobre o conteúdo, apresentar seus experimentos de forma prática e teórica, ou seja, mostrar o artefato e conceituá-lo cientificamente. A atividade ocupará 2 aulas.
5. **Avaliação somativa individual:** será realizada uma avaliação individual através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. A atividade ocupará uma aula.
6. **Diferenciando progressivamente:** serão apresentadas novas situações-problema, relativas aos conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico, condutividade térmica, principalmente em forma de imagens, experimentos e vídeos, como a do equilíbrio térmico microscopicamente que pode ser acessado no youtube pelo link: 3l p3 thermal equilibrium of gas e um vídeo qualitativo no youtube pelo link: Thermal equilibrium.
7. **Avaliação da aprendizagem na UEPS:** deverá estar baseada nos trabalhos feitos pelos alunos, nas observações feitas em sala de aula e na avaliação somativa individual.
8. **Avaliação da própria UEPS:** deverá ser feita em função dos resultados de aprendizagem obtidos. Reformular algumas atividades, se necessário.

TOTAL DE: 8-10HORAS/AULA

Referências Bibliográficas

- 1) BRASIL, Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**.
- 2) Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: . Acesso em: 23 fev. 2016.
- 3) HELOU, D; GUALTER, J.B; NEWTON, V.B. **Tópicos de Física**. 19º edição, vol 2. São Paulo, Editora Saraiva, 2012.
- 4) MATOS, M. G, VALADARES, J (2000) – A ação e a reflexão na construção do conhecimento por alunos do 4º ano de escolaridade do 1º ciclo do Ensino Básico. Percursos e Desafios, Universidade de Évora, 2001.
- 5) MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- 6) MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- 7) MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades e Ensino Potencialmente Significativas**, 2012. 41.
- 8) NOVAK, J. D.; CAÑAS, A.. a teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-lo. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, p. 9-29, 2010.
- 9) RAMALHO, F; NICOLAU, G.F; TOLEDO, P.A. Os fundamentos da Física, vol 2. São Paulo, Editora Moderna, 2014.
- 10) SOUZA, E. J.; MELLO, L. A. Desafios no uso de softwares de ensino no aperfeiçoamento da prática docente. In: ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 6, 2013, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Universidade Tiradentes, 2013. Disponível em: <<http://ww3.unit.br/6enfope/anais/>>. Acesso em: 12 nov. 2015.
- 11) VEIT, E. A.; TEODORO, V. T. Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, São Paulo, Jun. 2002.
- 12) WALLON, H. (1941-1995). A evolução da psicológica da criança. Lisboa, Edições 70.
- 13) YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Temperatura e Calor. In: **Física II: Termodinâmica e ondas**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2003. cap. 15, p. 103-141.
- 14) <https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-temperatura-ds18b20/>
- 15) <https://lastminuteengineers.com/ds18b20-arduino-tutorial/>