

**Robert Charles Moreira Caland**

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA  
PARA A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR E ALGUNS DE  
SEUS DESDOBRAMENTOS HISTÓRICOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), pólo Universidade Federal do Piauí (UFPI), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Edina Maria de Sousa Luz.

FICHA CATALOGRÁFICA  
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

C142u Caland, Robert Charles Moreira.

Uma unidade de ensino potencialmente significativa para a construção do conceito de calor e alguns de seus desdobramentos históricos / Robert Charles Moreira Caland. – Teresina: 2018.

144 f.: il. color

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-graduação em Física, 2018.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edina Maria de Sousa Luz.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Aprendizagem Significativa. 3. História da Ciência. I. Título.

CDD 530.7

Robert Charles Moreira Caland

UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA  
A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR E ALGUNS DE SEUS  
DESDOBRAMENTOS HISTÓRICOS

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), pólo Universidade Federal do Piauí (UFPI), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientadora: Dra. Edina Maria de Sousa Luz.

Aprovada por:

---

Dra. Edina Maria de Sousa Luz

---

Dr. Paulo Henrique Ribeiro Barbosa

---

Dr. Antonio de Macedo Filho

Teresina  
Junho/2018

Dedico esta dissertação a meus filhos, Maria, Valentine e João, que por eles ela não teria sido concluída, acreditando que possa servir de incentivo para a longa jornada que eles ainda têm pela frente, no entendimento do ser planetário que eles devem se tornar. Dedico ainda a minha querida e amada esposa Josiane pelo exemplo de que contribuir em formar bem é, de fato, um ato de amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a mim, por ter conseguido ter tolerância, captar energia, e finalizar esse trabalho. À minha doce e inesquecível mãe Esmeralda (in memoriam), ao meu Pai João (in memoriam), as minhas outras mães: Áurea, Vera, Edna e Francisca. Agradeço, também, a todos os meus outros irmãos e membros da família (sobrinhos e agregados), destacando aqui o Gilsão. Agradeço a minha orientadora Edina Maria, pela disponibilidade. A todos os meus professores do curso de mestrado, em nome da Socorro Leal. Agradeço aos colegas do curso de mestrado, em nome do Marcos e do Josenildo. Aos meus amigos de fé, aqui destaco o nome de Pinho Gondinho. E à CAPES, pelo incentivo à pesquisa e pelo apoio financeiro que tive, apesar dela ter faltado com a maioria dos meus parceiros.

## RESUMO

### UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR E ALGUNS DE SEUS DESDOBRAMENTOS HISTÓRICOS

Robert Charles Moreira Caland  
Orientadora: Dra. Edina Maria de Sousa Luz

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O ensino da Física vem apresentando mudanças metodológicas ao longo dos últimos anos, sejam pelas orientações legais consideradas nas diretrizes nacionais, observando a evolução no modo em que a educação passou a ser concebida, sejam pelas próprias necessidades formativas encontradas pelos professores diante das suas práticas, sejam pelas dificuldades apresentadas pelos alunos devido a sua formação, que podem contribuir em seus resultados, no decurso dos anos letivos. Atento a essas mudanças, foi realizado um estudo com o intuito de encontrar estratégias que pudessem facilitar o compartilhamento dos conhecimentos trabalhados em sala de aula, pra essa disciplina, propiciando uma aprendizagem significativa e que culminou nesse trabalho. A presente dissertação é decorrente de uma pesquisa qualitativa/quantitativa e participativa, realizada junto às turmas do 2º ano do Ensino Médio integrado ao técnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA -*Campus* Santa Inês. Ela teve como objetivo geral compreender o calor como manifestação de energia, envolvendo alguns aspectos históricos qualitativos e quantitativos e para atingí-lo foi desenvolvida uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, sequência didática proposta por Moreira, em de 2016, com enfoque na teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel, em 1963. A ideia principal da UEPS foi o acompanhamento do tema ora estudado pelas turmas já referidas - a calorimetria -, a partir da elaboração/aplicação de um texto, sobre a história da ciência, envolvendo aspectos históricos sobre o calor e a concomitante verificação dos principais aspectos discutidos nesse texto, realizada com experimentos, por meio do uso de laboratório de demonstração, e exposição de vídeos. A partir da discussão e análise dos resultados, verificamos que mais do que dobrou a quantidade de alunos envolvidos na pesquisa que apresentaram uma evolução cognitiva, potencialmente significativa, verificada com base no comparativo dos resultados, qualitativos e quantitativos, obtidos nas atividades desenvolvidas antes e depois da participação destes na UEPS.

**Palavras-chave:** Física. Aprendizagem Significativa. UEPS. História da Ciência.

## ABSTRACT

### A POTENTIALLY SIGNIFICANT EDUCATIONAL UNIT FOR THE CONSTRUCTION OF THE CONCEPT OF HEAT AND SOME OF ITS HISTORICAL DEVELOPMENTS

Robert Charles Moreira Caland

orientadora: Dra. Edina Maria de Sousa Luz

Abstract of master's thesis submitted to the graduate program in the course of professional master's of Physical Education (MNPEF), polo Universidade Federal do Piauí, in partial fulfillment of the requirements for the degree Master in physics teaching.

The teaching of physics has been showing methodological changes over the past few years, whether by legal guidelines considered national guidelines, observing the evolution in the way that education came to be conceived, whether for own needs formative encountered by teachers in front of their practices, whether by the difficulties presented by the students due to your training, you can contribute in your results, during the school years. Aware of these changes, we conducted a study in order to find strategies that could facilitate the sharing of knowledge in the classroom, to this discipline, providing a meaningful learning and that culminated in this job. The present dissertation is a qualitative research/quantitative and participatory, held together with the 2nd year classes of the high school integrated into the technical Federal Institute of education, science and technology of Maranhão-IFMA-Campus Santa Inês. She had as general objective to understand heat as manifestation of energy, involving qualitative and quantitative historical aspects and to achieve it was developed a potentially significant educational unit-UEPS, didactic sequence proposed by Moreira in the year 2016, with focus on meaningful learning theory, of David Ausubel, in the year 1963. The main idea of UEPS was monitoring the theme well studied by the aforementioned classes-calorimetry-from the preparation/implementation of a text on the history of science, involving historical aspects about the heat and the concomitant verification of main aspects discussed in this text, performed with experiments, through the use of demonstration laboratory, and explanatory videos. From the discussion and analysis of the results, we see that more than doubled the number of students involved in research that showed a cognitive evolution, potentially significant, verified based on comparative qualitative and quantitative results, obtained in activities developed before and after participation in UEPS.

**Keywords:** Physics. Meaningful Learning. UEPS. The history of science.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
1.1 TRABALHOS RELACIONADOS À DISSERTAÇÃO.....	11
<b>2 SUBSÍDIOS TEÓRICOS</b> .....	14
2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	14
2.2 A UEPS .....	16
2.3 CALOR E ENERGIA: O tema desenvolvido na UEPS .....	19
<b>2.3.1 Calorimetria</b> .....	19
<b>2.3.2 Uma pequena história sobre a natureza do calor</b> .....	20
<b>2.3.3 Propagação do calor</b> .....	22
2.3.3.1 Condução .....	23
2.3.3.2 Convecção .....	24
2.3.3.3 Radiação ou Irradiação .....	25
2.4 MODALIDADES DE CALOR .....	26
<b>2.4.1 Calor Sensível</b> .....	26
<b>2.4.2 Calor Latente</b> .....	28
2.5 CURVA DE AQUECIMENTO E CURVA DE RESFRIAMENTO .....	29
2.6 ESTRATÉGIAS DE ENSINO .....	31
<b>2.6.1 A História da Ciência no Ensino da Física: A importância de sua utilização</b> .....	31
<b>3 A METODOLOGIA</b> .....	34
3.1 O LOCAL DA PESQUISA .....	34
3.2 OS ALUNOS .....	36
3.3 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS .....	36
<b>3.3.1 A Avaliação Prévia – o questionário</b> .....	40
<b>3.3.2 A exibição de vídeos: Lavoisier e Stahl; Experiência de Joule: o equivalente mecânico; A máquina a vapor</b> .....	41
<b>3.3.3 A utilização do Texto: Um breve histórico sobre o calor</b> .....	41
<b>3.3.4 Os experimentos compartilhados: A verificação da temperatura durante a mudança de estado físico; A mudança de estado físico (líquido para vapor); A determinação do calor específico do óleo de soja; A propagação do calor – condução, convecção e radiação do calor; A máquina a vapor</b> .....	42
<b>3.3.5 A utilização do livro texto: sugestões de leitura e aplicação de exercícios</b> .....	42
<b>3.3.6 A sala de aula invertida como ferramenta: o incentivo às atividades de pesquisa e às resoluções de exercícios de aplicação.</b> .....	42
<b>3.3.7 A avaliação bimestral.</b> .....	43
<b>3.3.8 A avaliação da UEPS</b> .....	43

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>129</b>

## 1INTRODUÇÃO

A Física é uma ciência que apresenta uma ampla aplicabilidade, há tempos é assim e continua até os dias de hoje. Atualmente, inclusive, ela vem ganhando mais espaço e envolvimento no dia a dia das pessoas de forma direta ou indireta. De forma direta quando percebemos as leis relacionadas aos vários fenômenos que estão ao nosso redor e podemos prever e explicar tais fenômenos, ou pelo menos alguns deles. Indiretamente no sentido de que o uso das tecnologias, por exemplo, sempre tem uma base de criação fundamentada nos princípios físicos, determinando a importância dessa ciência em nossas vidas.

Dos desafios encontrados pelos educadores, nesse século, está a busca por metodologias e estratégias que possam tornar o ensino mais atrativo para nossos alunos. Que eles possam, de fato, verificar essa aplicabilidade inerente às várias disciplinas e o envolvimento que elas apresentam entre si, no caso mais específico à Física. A visão que hoje se tem de educação vai além da informação, do treinamento através de técnicas, como o ensino era tratado anteriormente: mecânico e desconectado da realidade do educando. Faz-se necessário instigar o aluno, envolvê-lo no processo de ensino aprendizagem.

A preocupação com a melhoria de uma interlocução em sala de aula que propicie um maior nível de aprendizagem e conseqüentemente a diminuição do índice de reprovação é, de fato, necessária. O professor deve estar atento à variedade de interesses e valores que o alunado tem na atual sociedade. A necessidade premente de atingir resultados mais rápidos, o uso da internet e a própria inquietação concernente à idade, tornam o ambiente escolar, mais especificamente o de sala de aula, mais instável, visto que não se tem mais alunos ordeiros e passivos no processo de ensino aprendizagem. O professor deve, além de estar preparado e fundamentado para mediar o processo de ensino aprendizagem, planejar e buscar possibilidades facilitadoras que possam melhorar os resultados de sua turma para que haja sucesso nesse processo.

Saber o conteúdo, aplicá-lo e relacioná-lo através de uma interdisciplinaridade tornou-se atitude básica no desenvolvimento do ensino. Mas isso não é o suficiente. É preciso encontrar meios para que a aprendizagem seja significativa e, desse modo, o aluno tenha como relacionar o aprendido às situações vivenciadas constantemente na escola, em casa e nos mais variados momentos de seu cotidiano. Aprender e saber por que aprendeu e para que serve aquilo apreendido.

Nos PCN's + para o Ensino Médio ( ), relacionado ao ensino de Física, é abordado que um dos objetivos do ensino da Física é o da construção de uma visão mais ampla pra essa

ciência que seja possível, com isso, a formação de cidadãos críticos e que possam compreender, intervir e participar das transformações que ocorrem na sociedade. As competências em Física devem levar esses tópicos em consideração e que todos possam entender que essa atitude não pode ser vista de forma isolada, pois é necessário o inter-relacionamento entre as disciplinas que compõem o currículo da escola do Ensino Médio, mais especificamente.

Estou envolvido com o ensino há algum tempo, em escolas públicas e particulares, do ensino fundamental ao ensino superior, diretamente com formação básica dos alunos ou mesmo com a formação de futuros professores. Com a Física, especificamente, ministrei aulas no Ensino Médio, já coordenei um grupo de professores em suas atividades docentes e também já fui coordenador do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), atividades que me propiciaram um acúmulo satisfatório de experiências. Atualmente desenvolvo minhas atividades como professor no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão (IFMA) com o ensino técnico concomitante ao médio, no entanto já trabalhei por mais de 5 anos, nessa instituição, como professor do curso de Licenciatura em Física.

Nesse tempo tenho percebido alunos que apresentam dificuldades em matemática e leitura, fato que contribui negativamente com os resultados ruins que observamos, além da percepção de que a maioria deles não consegue com facilidade relacionar a Física com suas atividades diárias, ou mesmo relacioná-las com outras disciplinas do currículo escolar. Essa experiência tem me propiciado uma inquietação, à medida que sempre busco melhorar os resultados desses alunos e tornar a Física mais significativa em suas vidas.

Essa inquietação me levou a pesquisar sobre metodologias e estratégias que possam auxiliar o professor nesse processo de ensino aprendizagem. Com as pesquisas realizadas, tive acesso a várias Teorias da Aprendizagem, dentre elas a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (apud MOREIRA, 2011). E esse foi o aporte teórico principal que permeou essa dissertação, além da utilização da metodologia proposta por Marco Antônio Moreira ( ) na construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Ainda como teóricos citados e considerados nessa pesquisa, temos Freire (1996), Morin (2003), Behrens (2011), dentre outros.

Esse trabalho tem como objetivo geral compreender o calor como manifestação de energia, envolvendo alguns aspectos históricos qualitativos e quantitativos, desse modo a pesquisa procura enfatizar essa busca por uma aprendizagem significativa que possa modificar o modo como os alunos vêem a Física, propiciando, de fato, uma maior interação

entre alunos e professores, promovendo discussões e reflexões quanto ao conteúdo desenvolvido e que facilite o aprendizado, dando mais sentido ao conhecimento compartilhado em sala de aula. A unidade de ensino trabalhada, como fica claro na explanação acima, foi a Calorimetria, onde se buscou através de um levantamento histórico considerar o calor como substância e em seguida apresentá-lo como manifestação de energia.

Para a construção da metodologia, consideramos alguns desdobramentos históricos envolvendo o calor, tendo por base a discussão de um texto intitulado “Um breve histórico sobre o calor” de autoria do próprio pesquisador, onde à medida que o texto era discutido, reflexões aconteciam sobre os momentos históricos, bem como a constatação, ou mesmo a sua negação. Os fenômenos apresentados eram destacados através de experimentos ou mesmo através de explicações no quadro e através de relatos em sala de aula. A UEPS construída contou também, além do texto e dos experimentos, com exibição de vídeos, construção de protótipos de máquinas a vapor, realizadas pelos próprios alunos, e a utilização do livro texto adotado nas turmas de 2º ano em que a UEPS foi desenvolvida.

## 1.1 TRABALHOS RELACIONADOS À DISSERTAÇÃO

Fazendo uma pesquisa nos arquivos do MNPEF observamos os resumos de alguns trabalhos apresentados e nos deparamos com dissertações relacionadas com o objeto de estudo da presente dissertação. Essa pesquisa teve como intuito considerar o que está sendo trabalhado em nível de mestrado em relação a metodologias e estratégias condizente com o que se propões nessa dissertação e destacar a importância do presente trabalho que visa contribuir com futuras pesquisas e colaborar com o ensino de Física, não só nos Institutos Federais (IF’S) mais em qualquer âmbito onde se desenvolva o ensino dessa ciência.

Considerando dissertações voltadas para a área da Física, podemos citar alguns trabalhos que têm alguma ligação à dissertação aqui apresentada, sejam pela ênfase no tema sobre termodinâmica, sejam pela estrutura do trabalho e envolvimento com as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Os trabalhos relacionados às UEPS são relativamente novos, não encontramos grande variedade de dissertações relacionadas, no entanto podemos citar a de Marcos Pradella [Pradella (2014)] que tem como título Estudo de Conceitos da Termodinâmica no Ensino Médio por meio de UEPS, onde o autor aborda quatro unidades relacionando desde a ideia sobre temperatura até a primeira lei da termodinâmica, passando por dilatação, calor e estudo dos gases e que utiliza como referencial teórico a teoria da

aprendizagem significativa de Ausubel (apud Moreira, 2011), e a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (apud Moreira, 2011).

Consideramos também o trabalho de Juliana Boeira Michelana [Michelana (2008)] intitulado Física Térmica: uma abordagem histórica e experimental, tendo como referencial teórico Ausubel (apud Moreira, 1999) e Vygotski (apud Moreira, 1999), onde a autora apresenta um estudo sobre temperatura e calor, envolvendo a primeira e a segunda leis da termodinâmica. Outro trabalho relacionado com a presente dissertação é o de Marta Máximo Pereira [Máximo Pereira (2010)], Ufa!!! Que calor é esse?! Rio 40°C, que trata sobre o tratamento experimental dado a conceitos como temperatura e calor.

Ainda relacionados à pesquisa desenvolvida, encontrei a dissertação de José Leandro de Albuquerque Macedo Costa Gomes [Gomes (2013)], de nome Conceito de Calor: Contexto Histórico e proposta pra sala de aula, que envolve os aspectos históricos em torno da natureza do calor, relacionando a História e Filosofia da Ciência (HFC) e a Natureza da Ciência (NdC) ao longo de sua estrutura.

O trabalho de Luiz Alberto Tavares [Tavares (2008)] sobre James Watt: A trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências. A dissertação é desenvolvida através de pesquisa sobre os escritos a respeito de Watt e cartas dele, da época, que pudessem relatar ou mesmo dar pistas de como ocorreu a sua produção naquele tempo.

Outra pesquisa que posso citar é a Primeira Revolução Industrial e o Desenvolvimento da Termodinâmica: A História da Ciência como Ferramenta de Apoio ao Ensino de Física, de Cleidson Venturine [Venturine (2014)] que toma como apoio a Teoria de Ausubel (apud Moreira, 1999). Destaco, também, a dissertação de Diego Motta Libardi [Libardi (2014)] intitulada “A utilização de um material potencialmente significativo para o ensino do conceito de temperatura: um estudo com alunos do ensino médio”. O material instrucional baseou-se nos pressupostos da Aprendizagem Significativa de Ausubel (apud Moreira, 2012) e nas orientações para elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas de Marco Antônio Moreira. O autor através de mapas conceituais e questionários procura analisar o nível de aprendizagem dos alunos, relacionando aos seus conceitos prévios.

Todas essas dissertações, de uma maneira ou de outra, envolvem transposições didáticas, UEPS e propostas facilitadoras do ensino da Termodinâmica, com ou não o envolvimento da História da Física. A presente dissertação apresenta, através de uma UEPS, uma proposta de ensino envolvendo a História da Física, no entanto o diferencial é o da construção do conceito de calor como energia, bem como a paulatina utilização de

experimentos, concomitante aos aspectos históricos, que têm a intenção de conferir a veracidade ao que foi sendo construído ao longo da história.

A dissertação foi organizada em capítulos onde no primeiro, a introdução subdividida em um tópico, foi realizada a apresentação da pesquisa e a explanação sobre alguns trabalhos relacionados com o atual; no segundo capítulo foi discorrido sobre os subsídios teóricos, dando-se destaque a Aprendizagem Significativa e UEPS, nos subtópicos desse capítulo foi discutido sobre o tema Calor e alguns aspectos relativos a seu entendimento. Ainda no capítulo dois resolvemos abordar sobre a importância da utilização da história da ciência no ensino da Física. O capítulo três apresentou a metodologia da pesquisa e cada etapa relacionada à mesma, sempre atrelando aos passos do desenvolvimento de uma UEPS. No capítulo quatro partimos pra apresentar os resultados alcançados na pesquisa e suas discussões. No capítulo cinco realizamos as considerações finais e no capítulo seis apresentamos as referências do trabalho realizado.

## 2 SUBSÍDIOS TEÓRICOS

### 2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A dissertação utilizou como aporte teórico basicamente a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, 1963 (apud MOREIRA,2011) e a proposta de ensino de Marco Antônio Moreira (2011) denominada de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), além de considerações sobre os paradigmas emergentes de Berhens (2011) e de considerações humanistas de pressupostos teóricos realizados por Morin(2003) e Freire (1996).

No tocante à Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (1918 – 2008), datada de 1963, é uma teoria cognitiva que trata de fatores relacionados com a facilitação da aquisição do conhecimento. A partir de seu estudo e de acordo com sua teoria, ele propôs que aprendemos coisas novas a partir do que já sabemos e isso só é possível quando realmente queremos aprender (MOREIRA, 2016). De acordo com Moreira (2016, p. 85), a aprendizagem significativa:

Trata de uma aprendizagem com significados, mas a aquisição, internalização, construção desses significados não é trivial, depende de uma interação cognitiva entre o novo conhecimento e algum conhecimento prévio especificamente relevante. Nesse processo o novo conhecimento ganha significados e o conhecimento prévio pode ganhar novos significados, ficar mais estável, mais elaborado, mais capaz de servir de “âncora cognitiva” para outros novos conhecimentos.

Aos conhecimentos prévios, ou subsunçores, devemos entender como sendo toda a estrutura cognitiva de informação que o aluno guarda consigo e que pode se transformar em novos subsunçores melhores estruturados a partir do momento que o aluno aprende e vai somando aos conhecimentos prévios já existentes, esses novos conhecimentos. Ainda de acordo com Moreira (2016 p. 86):

O conhecimento prévio é chamado de subsunçor...ele pode ser uma proposição, um modelo, uma crença, um teorema-em-ação, enfim, um conhecimento prévio. O termo subsunçor vem do verbo subsumir que significa inserir-se, ancorar-se, em um todo mais amplo. Mas essa inserção, ancoragem, não é uma submissão. É um processo interativo onde os dois conhecimentos se modificam, o novo ganha significados e o subsunçor fica mais rico em significados, mais estável.

Ainda nesse processo de entendimento da teoria, destacamos o que Moreira (2011, p.13) ratifica:

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

Desse modo o professor deve, ao construir uma UEPS, considerar o que o aluno já sabe sobre o tema. Cada conteúdo novo a ser trabalhado deve ser antecedido por perguntas do tipo: Você já ouviu falar sobre isso? Você já usa esses “conceitos” em algum momento de sua vida? Você saberia relacionar esse tema com alguma situação de seu dia a dia? Com essa interação inicial, podemos obter melhores resultados no desenvolvimento das atividades em sala de aula e incentivar os alunos a buscar, pesquisar, situações em que determinado tema possa estar envolvido e, assim, tornar mais significativo o conhecimento compartilhado. Podemos perceber que para propiciarmos uma aprendizagem significativa, devemos ter critérios e planejamento da aula, além de processos a serem seguidos ao longo do desenvolvimento da UEPS.

Considera-se como processo que podem levar a uma aprendizagem significativa, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Entendemos por diferenciação progressiva o processo em que o professor procura no decorrer da aula apresentar os novos conteúdos, atrelados aos conhecimentos envolvidos no decorrer das aulas anteriores e que devem se tornar subsunçores para os novos conhecimentos, diferenciando-os destes e possibilitando que o aluno em sua rede cognitiva passe a apresentar um nível de conhecimento mais organizado e estável. A reconciliação integradora ocorre quando à medida que os conhecimentos são compartilhados voltamos à rede sequencial cognitiva do aluno abordando todos os aspectos mais relevantes do tema trabalhado, ponto a ponto, relacionando-os e promovendo a interação entre eles, integrando-os. Moreira (2016, p. 90) expõe que:

São processos da dinâmica da estrutura cognitiva: à medida que vamos aprendendo significativamente novos conhecimentos vamos progressivamente diferenciando, distinguindo, esses conhecimentos. Mas se diferenciarmos, indefinidamente, tais conhecimentos ficarão compartimentalizados, isolados, não relacionados. Então, além de diferenciar é preciso também ir integrando, reconciliando, os novos conhecimentos. Porém se forem integrados indefinidamente esses conhecimentos ficarão indistinguíveis. Ou seja, é preciso diferenciar e integrar; a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são processos simultâneos objetivando a organização da estrutura cognitiva, diferenciando o que for diferente da estrutura cognitiva, diferenciando o que for diferente e integrando o que for semelhante.

Ressaltamos que o professor deve procurar, para que o aluno possa obter uma aprendizagem significativa, sempre levar em consideração seus conhecimentos prévios,

relacionar os exemplos com o que o aluno vivencia, para somente depois utilizar exemplos mais abstratos. O conhecimento vai se formando, se construindo de forma progressiva.

Todo esse processo deve ser desenvolvido com respeito ao que o aluno já sabe (conhecimentos prévios), incentivando a pesquisa para uma melhor consolidação do conhecimento aprendido, provocando uma consciência sobre o inacabamento do conhecimento adquirido, permitindo que o educando busque aprofundamento naquilo que está sendo aprendido. À medida que o conhecimento vai sendo compartilhado, o aluno deve ser levado a ter mais curiosidade e reconhecimento de seu próprio inacabamento (FREIRE, 2001).

Ensinar numa perspectiva da teoria da aprendizagem significativa requer muito critério, visto que devemos abandonar o processo de ensino, cultuada e implementado por vários anos, que é o da aprendizagem mecânica e sem relacionamento direto com o cotidiano do aprendiz. A aprendizagem deve se dar de forma a levar uma compreensão mais global, onde o educando possa ver sentido naquilo que ele aprende, aliás, esse aprendizado só ocorrerá se ele conseguir relacionar e ver sentido no que está sendo desenvolvido, de forma ampla, para além da sala de aula e provas escolares. Educar deve promover um inter relacionamento dos vários saberes do sujeito para o engrandecimento próprio e do outro. Morin (2003, p. 104) é muito claro ao afirmar:

A compreensão é ao mesmo tempo meio e fim da comunicação humana. O planeta necessita, em todos os sentidos, de compreensões mútuas. Dada a importância da educação para a compreensão, em todos os níveis educativos e em todas as idades, o desenvolvimento da compreensão necessita da reforma planetária das mentalidades; esta deve ser a tarefa da educação do futuro.

Quanto às UEPS, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, apresentamos a seguir algumas considerações sobre a mesma.

## 2.2 A UEPS

Consiste em uma sequência de ensino e aprendizagem, estruturada para a aprendizagem significativa, principalmente, ou seja, estruturada para propiciar ao aluno uma aprendizagem mais duradoura e que ele consiga ver sentido naquilo que estuda em sala de aula. Na construção da UEPS, o professor deve sempre levar em consideração alguns aspectos importantes, que segundo Moreira (2016, p.141), podem ser listados em princípios. Destacamos alguns deles:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa;
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente;
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- as situações – problema devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa e podem funcionar como organizadores prévios do conhecimento;
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica. Ela é estimulada pela busca de respostas ao invés da memorização de respostas.

Com esses princípios observamos que construir uma UEPS não é uma tarefa simples, precisamos nos manter atentos a cada etapa do processo. O professor deve buscar intencionalidade no ato de construir a UEPS, ou seja, ele deve ser elemento ativo no desenvolvimento do trabalho; planejando e propondo atividades que possam promover no aluno a necessidade de captação de significados para o que ele está estudando. Cada momento da aula deve ser planejado, considerando qual deve ser o mote introdutório do conteúdo, quais perguntas devem ser realizadas, quais experimentos, quais textos e vídeos, dentre outras estratégias, devem ser utilizadas para que a aula se torne mais significativa levando o aluno a aprender, também, de forma significativa.

O momento inicial do desenvolvimento da UEPS, que pode ser marcante pra efeito de comparações futuras da evolução do aprendizado do aluno, é o da verificação dos conhecimentos prévios que consiste no momento da sondagem, formal ou informal, do que os alunos já sabem em relação ao tema a ser trabalhado. O aluno apresenta seu entendimento sobre fenômenos e fatos relacionados ao que será aprendido, introspectivado, a partir de inferências realizadas no decorrer do processo educativo, podendo ser utilizados subsunçores (palavras, termos ou ideias que servem de acolhimento do novo conhecimento compartilhado) para tal efeito.

Na estruturação da UEPS, Moreira propõe a utilização da “diferenciação progressiva” e a “reconciliação integradora”. Esses termos apresentam um momento importante na condução de uma UEPS. A diferenciação progressiva ocorre ao se fazer o levantamento dos conhecimentos prévios a cerca de determinado tema, para que o professor possa retomar a sua abordagem, esclarecendo a visão científica do objeto de estudo e fazendo com que o próprio aluno possa confrontar a sua versão sobre o fato e aquela aceita na literatura. Essa atitude permite que o aluno construa mais significados na sua rede cognitiva de conhecimento e se

sinta mais seguro para relacionar o conhecimento compartilhado com situações do seu dia a dia e mesmo dos conhecimentos futuros, criando nova teia de conhecimentos prévios. De acordo com Moreira (2016, p.154):

A diferenciação progressiva como princípio programático da matéria de ensino, significa que ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades. Do ponto de vista cognitivo, é o que ocorre com determinado subsunção à medida que serve de ancoradouro para novos conhecimentos em um processo interativo e dialético.

Para a reconciliação integradora, o professor deve realizar sempre uma retomada dos conteúdos, verificando o que o aluno aprendeu nas abordagens realizadas e como ele consegue relacionar esses conhecimentos com outros conhecimentos já existentes, de maneira que o mesmo consiga ter mais segurança no entendimento dos novos temas a serem desenvolvidos. Moreira (2016, p. 158), aborda sobre essa etapa:

Do ponto de vista instrucional, é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Em termos cognitivos, no curso de novas aprendizagens, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é a reconciliação integrativa na óptica da organização cognitiva.

As atividades desenvolvidas durante as aulas ligadas à UEPS, conseqüentemente a abordagem metodológica implementada, sempre levaram em consideração os aspectos sequenciais preconizados para a realização de uma UEPS. Segundo Moreira (2016, p.143), alguns passos devem ser seguidos para a construção da UEPS. A seguir, fazemos uma síntese de alguns desses passos:

- 1) definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
- 2) criar/propor situação (ções) -...- que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio...
- 3) propor situações problemas, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno...podem ser...vídeos, problemas do cotidiano...
- 4) uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais...mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos...pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequeno grupos...
- 5) em continuidade, retomar os aspectos mais gerais...porém em nível mais alto de complexidade...dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças..., ou seja, promover a reconciliação integradora...

- 6) a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão,...
- 7) a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa...A aprendizagem significativa é progressiva...por isso, a ênfase em evidências, não em comportamento finais.

Diante do exposto, ressaltamos que uma UEPS segue preceitos, critérios e apresenta toda uma fundamentação teórica a ser trabalhada, por isso o desenvolvimento da pesquisa requer cuidados ao longo de sua realização.

## 2.3 CALOR E ENERGIA: O tema desenvolvido na UEPS

### 2.3.1 Calorimetria

A Física é uma ciência que os alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, de modo geral, têm resistência em desenvolver, estudar e participar do processo ensino aprendizagem, visto que não interagem entre si e nem com o professor durante as aulas, fato decorrente da sua falta de preparo frente a essa ciência ou pela própria maneira como a aula é conduzida, ou mesmo um somatório desses fatores. Eles não conseguem facilmente relacioná-las ao seu dia a dia e, com isso, mesmo cursando os anos finais da Educação Básica, ainda insistem em explicar alguns fenômenos com base no senso comum.

Dos mais variados ramos da Física a Termodinâmica é um dos que mais possui uma aplicabilidade imediata em fenômenos que acontecem no cotidiano das pessoas. Da sensação de ter frio ou ter “calor” ao questionamento sobre o porquê do jangadeiro sair pra pescar a noite e sempre voltar durante o dia, e não o contrário; do ato de queimar a mão ao pegar no espeto de ferro tirado do fogo e não queimar facilmente quando o espeto é de madeira ou mesmo da certeza que se tem que ao receber calor de uma chama o material irá sempre aumentar a temperatura; são situações que envolvem o conhecimento desse ramo da Física e que precisa ser percebido pelos alunos a fim de que possam se aproximar do saber científico, explicar os fenômenos da maneira mais adequada e não ficando, desse modo, apenas com o saber voltado pra o senso comum.

Questionamentos decorrentes da observação cotidiana de fenômenos apresentam soluções nos conhecimentos científicos disponíveis, para isso torna-se necessário relacioná-los com esses fenômenos e orientar os alunos da melhor maneira, com os mais variados

suportes metodológicos, seja utilizando vídeos, experimentos e mesmo através da construção histórica do conhecimento envolvido nesse fenômeno, ou seja, torna-se necessário propiciar uma boa instrumentalização do educando a cada conhecimento compartilhado. Para Santos (2012, p.44): "é a instrumentalização anterior que permitirá a produção de novos conhecimentos e a resolução de problemas". Aqui nos lembramos da teoria da aprendizagem significativa, visto que ela propõe a utilização dos conhecimentos prévios para se desenvolver um conhecimento mais elaborado e duradouro.

Como já abordamos, situar o aluno naquilo que ele vai estudar, verificando o que ele já sabe em relação ao que vai ser estudado e relacionando o objeto de estudo com seu conhecimento prévio ou mesmo desconstruindo o que ele acredita como verdadeiro para depois construir cientificamente e compartilhar um novo conhecimento torna-se muito mais significativo para o processo de ensino e aprendizagem. Em relação ao estudo do calor, alguns termos são utilizados de forma confusa, devido ao uso popular do termo. Frequentemente, usa-se calor quando o que se quer realmente dizer é temperatura. Por exemplo, quando ouvimos sobre o calor em relação à meteorologia ou à culinária, é sobre a temperatura que se está discutindo (HALLIDAY, 1992).

A seguir apresentamos uma explanação sobre os aspectos teóricos voltados para a calorimetria, parte da termodinâmica que envolve os conhecimentos sobre a energia térmica, o calor e algumas de suas manifestações.

### **2.3.2 Uma pequena história sobre a natureza do calor**

Uma das marcantes controvérsias ocorridas na história da ciência foi aquela que permeou a construção do sentido físico do que é o calor. Inicialmente iremos tratar sobre os modelos explicativos que trataram o calor como fluido, a teoria do flogístico e a teoria do calórico, para em seguida especificar a sua culminância como manifestação de energia.

A teoria do flogístico, desenvolvida no século XVII por Georg Ernst Stahl (1669 – 1734), ainda sob influência da teoria dos quatro elementos, considerou que, ao estudar os fenômenos de combustão e de calcinação, para que houvesse a queima e, portanto, envolvimento de mudanças de temperatura, uma substância inerente ao corpo teria que se associar a ele para que essa queima fosse possível. A essa substância ele deu o nome de flogístico. Quanto mais flogístico o corpo possuir, mais inflamável ele será. Stahl respondia ao questionamento sobre o equilíbrio térmico, considerando que flogístico saiu do corpo mais quente para o corpo mais frio (FIGUEIRAS, 1995). Logo percebemos que o calor era tratado como um fluido contido nos materiais, a queima ou qualquer outro fenômeno relacionado, envolveria o flogístico. Outra decorrência dessa teoria é o que afirma Oliveira (2011,

p.163): O fato de o fogo se apagar significava que todo o flogístico tinha sido consumido. Seguindo esse mesmo raciocínio, o motivo de um corpo não entrar em combustão se devia a ele não possuir flogístico. Essa teoria apresentava avaliações de aspectos qualitativos, em detrimento do quantitativo.

A outra teoria era a do calórico, desenvolvida no século XVIII, por Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794), que fazendo medições e verificações com a utilização de balanças, percebeu que as massas envolvidas nas observações de Stahl não refletiam a proposta da própria teoria do flogístico. Como o flogístico era uma substância, ela ao se combinar com um metal ou ser liberada por ele, teria que modificar a sua massa (ROBERT’S, 1993). Lavoisier negou, assim, a teoria do flogístico. Oliveira (2011, p.163) relata:

Essa teoria definia o calor uma substância que fluiria dos corpos quentes para os corpos frios. As variações de calórico estariam relacionadas às variações de temperatura nos corpos, ou seja, quanto maior a quantidade de calórico de um corpo, maior a sua temperatura e vice-versa.

Cada estudioso da época defendia uma teoria, eles explicavam os fenômenos térmicos de acordo com suas convicções, no entanto o calórico se tornava mais atrativo devido ao fato principal que diferenciava as duas teorias: o calórico era uma substância imponderável.

Apesar do sucesso devido às inúmeras explicações de fenômenos naturais, a teoria do calórico não conseguia explicar outros fenômenos. Se o calórico fluía de um corpo mais quente para um corpo mais frio, como acontecia o aquecimento a partir do atrito? Os seguidores desta teoria afirmavam que, nesse caso, o atrito formava pequenos estilhaços de matéria e expulsava o calórico presente no corpo, provocando o aumento de temperatura. Quanto mais estilhaços fossem provocados, maior seria a temperatura do corpo, pois maior seria o calórico liberado (BEN – DOV, 1996).

A explicação apresentada acima não foi considerada consistente por alguns cientistas da época. Benjamin Thompson, Conde de Rumford, americano que morava na Inglaterra, supervisor de uma fábrica de canhões no ano de 1798, apresentou ao observar o seu trabalho uma contestação que, de acordo com o que escreveu Oliveira (2011, p.164):

Com acesso às melhores balanças da Europa, verificou que no aquecimento na perfuração de canhões não havia corpo quente em contato com o bloco de metal que pudesse estar lhe transferindo calórico. Para Thompson, o calor só podia ser o movimento das partículas da substância.

James Prescott Joule (1818 – 1889), que após vários experimentos e muita dedicação, conseguiu encontrar o valor de 4,16 J por 1,0 cal – atualmente é aceito 4,18 J por 1,0 cal – para o equivalente mecânico do calor, corroborando com a ideia de movimento das partículas e não fluido, para o calor (OLIVEIRA, 2011).

Como já havia a discussão da teoria mecânica do calor e ainda com essa afirmação de conde Rumford, a teoria do calórico foi perdendo consistência, até que em meados do século XIX ela foi abandonada, os cientistas concordaram que o calor estava associado às vibrações das partículas que compõem a matéria, vindo em seguida o surgimento do termo energia, originalmente citado pelo inventor e físico Hermann vonHelmhotz (1821 – 1894) (BEN – DOV, 1996).

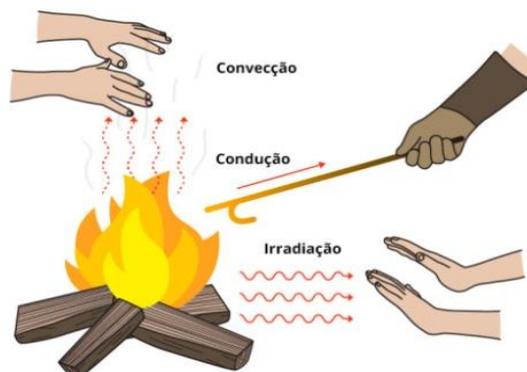
Hoje o calor é considerado, como escreveu Villas Bôas (2016, p. 20), “como energia térmica em trânsito de um corpo para outro ou de uma parte para outra de um mesmo corpo, trânsito este provocado por uma diferença de temperaturas”. Podemos aprofundar o conceito considerando que essa energia que flui tem um sentido preferencial que é do corpo, ou sistema, de maior temperatura para o corpo, ou sistema, de menor temperatura. Daí afirmarmos que um corpo, ou sistema, não tem por si só calor, pois esse é uma manifestação da energia, nesse caso energia térmica, em trânsito. Por se tratar de uma manifestação da energia, o calor se apresenta com as mesmas unidades:

No S.I. a unidade é o joule (J) e usualmente pode se apresentar em caloria (cal) ou kcal (quilocaloria). Como apresentado acima Joule chegou ao equivalente mecânico do calor e atualmente considera-se: 1 cal igual, aproximadamente, a 4,18 J.

### 2.3.3 Propagação do calor

A energia térmica em trânsito, ou seja, o calor, se propaga possibilitando uma série de fenômenos importantes que observamos na natureza: a dilatação, o aquecimento, a mudança de fase, dentre outros. Essa propagação pode ocorrer através de meios materiais, caso da Condução e da Convecção, ou mesmo no vácuo, caso da Radiação ou Irradiação. A figura 1 representa essas três formas de propagação do calor.

Figura 1 - Tipos de propagação do calor



Considerando como energia, podemos relacionar o fluxo de calor ( $\Phi$ ) com a grandeza física potência (P) e indicar:

$$P = \text{Energia} / \text{intervalo de tempo e}$$

$$\Phi = \text{Calor (Q)} / \text{intervalo de tempo.}$$

Desse modo percebemos que o fluxo, em termos de unidades, pode ser assim representado: J/s, ou seja, o W (watt) ou ainda, dentre outras possibilidades cal/s, onde o s representa a unidade de tempo segundo. De forma simplificada:

$$\Phi = Q / \Delta T. \quad \text{Equação 01}$$

### 2.3.3.1 Condução

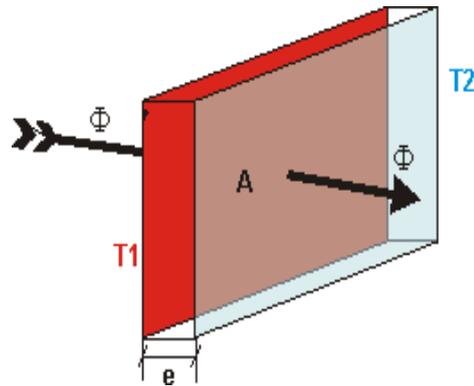
Nesse processo o calor se propaga através do meio material, principalmente na fase sólida, de partícula a partícula do corpo. As partículas mais aquecidas do corpo vibram com maior intensidade e essa vibração interfere no comportamento das moléculas vizinhas, ocorrendo uma espécie de um “efeito dominó”, à medida que o efeito vai se propagando o corpo vai aquecendo.

Destacamos que esse aquecimento acontece dependendo, dentre outros fatores, do material de que é constituído o corpo. Há aqueles bons condutores do calor e os maus condutores. Uma relação que expressa essa dependência é a Lei de Fourier para a condução que pode ser assim considerada:

$\Phi$  (fluxo de calor) é diretamente proporcional a área (A) da seção transversal do corpo e à diferença de temperatura ( $\Delta T$ ) entre as regiões onde ocorre o fluxo; e inversamente proporcional á espessura (distância) (e) entre essas regiões.

A constante de proporcionalidade considerada nessa relação indica o quanto o material é ou não bom condutor de calor, essa constante é conhecida como coeficiente de condutividade (ou condutibilidade) e é representada, geralmente, pela letra k. A figura 2, mostra o sentido do fluxo de calor, bem como alguns aspectos que devem ser considerados na determinação desse fluxo. Logo:

Figura 2 - Sentido do fluxo de calor.



Fonte: alfaconnection.pro.br, 2017

$$\Phi = k \cdot A \cdot \Delta T / e.$$

Equação 02

observamos que decorrente dessa expressão que a unidade para  $k$ , é:  
 $\text{Unid}(k) = \text{unid}(\Phi) \cdot \text{unid}(e) / \text{unid}(A) \cdot \text{unid}(\Delta T)$

Logo uma unidade possível, é, no S.I.,  $\text{J} / \text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{K}$

Outro modo de considerarmos o fenômeno da condução do calor, e ainda tomando por base a figura 2 (com alguns ajustes). Seja fina a camada do material, homogêneo, de espessura infinitesimal  $dx$  e diferença  $dT$  de temperatura entre duas faces opostas, ou seja,  $T$  numa face e  $T + dT$  na outra. Neste limite, obtemos:

$$\Phi = - kA \frac{dT}{dx}.$$

Equação 03

A derivada  $dT/dx$  é frequentemente conhecida como o gradiente de temperatura. O sinal negativo indica que o sentido do fluxo de calor é de  $dT/dx$  decrescente, ou seja, da maior temperatura para a menor temperatura (HALLIDAY, 1992).

### 2.3.3.2 Convecção

Propagação do calor que ocorre em meios materiais fluidos, onde por meio de diferenças de densidades, consequentes das diferenças de temperatura, formam-se correntes

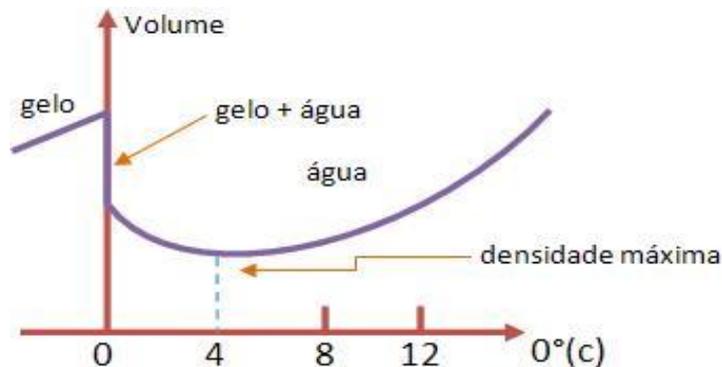
de convecção propiciando a propagação do calor. De acordo com o que foi relatado por Oliveira (2011, p. 247):

na convecção a transferência de energia se dá por meio do deslocamento de massas (moléculas) nos líquidos e gases. Ou seja, o calor é transportado de um lugar para o outro pelo movimento de massa, de quantidades de matéria. Uma vez que os átomos dos sólidos são mais presos em uma posição dentro de uma estrutura cristalina (em torno da qual podem apenas oscilar), a convecção não ocorre nos sólidos.

Podemos citar, a título de exemplo, os aparelhos de ar condicionados que são colocados na parte superior das paredes: o ar frio, mais denso, desce e o ar quente, menos denso, sobe; formando as correntes de convecção.

Vale destacar um fenômeno natural que ocorre em regiões frias, onde lagos congelam em sua superfície com a queda da temperatura ambiente. À medida que a temperatura diminui a água da superfície fica mais densa e desce, a água que está um pouco abaixo, mais quente, sobe. O fenômeno se repete até que a água abaixo da superfície atinge a temperatura de 4°C (temperatura que ela é mais densa) e não sobe mais (Ver figura 3).

Figura 3 – Comportamento do volume da água de acordo com sua densidade.



Fonte: fisikanarede.blogspot.com, 2017

Com o passar do tempo a temperatura continua diminuindo e a água da superfície acaba por congelar. Temos, então, água no estado líquido abaixo da superfície e água no estado sólido na superfície.

### 2.3.3.3 Radiação ou Irradiação.

Esse processo de propagação do calor é o único que ocorre em meios materiais e também no vácuo. Conforme escreveu Yamamoto (2013, p. 41):

A irradiação ou radiação térmica é a propagação de calor na qual a energia (térmica) se transmite através de ondas eletromagnéticas. Nessa forma de propagação, a velocidade das ondas é extremamente elevada em vários meios materiais, como o ar, o vidro, a água, etc. No vácuo, onde ela também ocorre (ao contrário da condução e da convecção), a velocidade de propagação é de quase 300000 km/s (a mesma velocidade da luz e de todas as ondas eletromagnéticas).

A energia radiante emitida por um corpo é propagada principalmente por raios infravermelhos; esse fato é útil no mapeamento de vegetações, sensores de presença, etc.

Logo, percebemos o porquê desse processo não ocorrer apenas em meios materiais, são as ondas na frequência do infravermelho que propiciam a propagação do calor. São exemplos de propagação o calor sentido quando se passa próximo de uma fogueira, o aquecimento da mão quando a colocamos em baixo de uma lâmpada acesa e mesmo o aquecimento sofrido pelo planeta Terra decorrente da energia térmica proveniente do Sol.

Convém enfatizar que existem corpos que são bons emissores e corpos que são bons absorvedores de calor. Foi a partir dessas observações que Gustav Kirchoff (1824 – 1887) propôs um corpo hipotético que pudesse absorver todas as radiações que incidissem sobre ele: o corpo negro. Se ele pudesse absorver toda a radiação, ele também poderia emitir toda a radiação absorvida. A partir dessa proposição físicos como Niels Bohr (1885 – 1962) e Max Planck (1858 – 1947) passaram a investigar esse corpo. Estavam lançadas as primeiras ideias sobre um ramo da Física Moderna chamado de Mecânica Quântica (YAMAMOTO, 2013).

## 2.4 MODALIDADES DE CALOR

Quando nos referimos ao processo de fornecimento de calor através de uma chama, por exemplo, somos levados a acreditar que esse calor, necessariamente, provocará um aquecimento. No entanto, apenas diante de alguns aspectos é que esse aquecimento de fato vai acontecer. Às vezes ocorre o recebimento do calor e este não provoca mudanças de temperatura, provoca mudanças de fase.

### 2.4.1 Calor Sensível

É o tipo de calor que provoca a variação de temperatura. Quando uma quantidade de calor sensível é recebida por um corpo, ou sistema, dizemos que sua temperatura aumenta, no entanto se a quantidade de calor sensível é perdida por um corpo, ou sistema, dizemos que sua temperatura diminui.

Experimentalmente observamos que os corpos têm um comportamento diferenciado quando recebem ou cedem calor. Esse fato deve-se ao tipo de substância que ele é constituído, a essa característica da substância relacionamos uma grandeza física chamada de calor específico ( $c$ ). Quanto maior o calor específico de uma substância menor a variação de temperatura que ela sofrerá. Por exemplo, dois corpos de mesma massa recebem a mesma quantidade de calor, aquele que possuir maior calor específico experimentará menor variação de temperatura. Experimentalmente podemos representar:

$$c = Q/m \cdot \Delta T. \quad \text{Equação 05}$$

em termos de unidades: cal/g.°C, por exemplo.

Outro aspecto que podemos levar em consideração quando tratamos de calor sensível é aquele que se refere ao corpo em si, e não ao material de que ele é constituído. Tomando como exemplo duas quantidades de massa iguais, uma de água e outra de ferro, e submetemos ambas a mesma fonte de calor, por um mesmo intervalo de tempo, observaremos que a porção de ferro sofrerá um maior aumento de temperatura. Como é possível esse fenômeno se receberam a mesma quantidade de calor? Analisando esses fatos, percebemos que o comportamento térmico dessas porções é diferente devido a suas estruturas atômicas, à disposição de suas moléculas. Desse modo, observando apenas a quantidade de calor trocada e a conseqüente variação de temperatura, atribuiu-se a esse fato uma grandeza física chamada de Capacidade Térmica ( $C$ ) do corpo (GUIMARÃES, 2014). Relacionamos da seguinte forma:

$$C = Q/\Delta T. \quad \text{Equação 06}$$

podendo ser representado pela unidade cal/s, por exemplo.

Reiteramos, conforme Halliday ( 2012, p. 431) destaca:

Experimentalmente, podemos observar que a capacidade térmica de uma pedra de mármore tem o valor de 179 cal/°C (ou 749 J/K) ou outro valor qualquer, mas o calor específico do mármore (nessa pedra ou qualquer outro objeto feito de mármore) é sempre 0,21 cal/g. °C (ou 880 J/kg.K).

Convém destacar que nem a capacidade térmica e nem o calor específico de um material são constantes, pelo menos são dependentes da temperatura. As equações apresentadas anteriormente são válidas para valores médios de temperatura que levam a um limite dela quando o intervalo de temperatura ( $\Delta t$ ) tende a zero. De acordo com Young (2016, p.212):

Para uma variação de temperatura infinitesimal  $dT$  e uma correspondente quantidade de calor  $dQ$ , temos

$$dQ = mc dT. \quad \text{Equação 7}$$

$$c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT}. \quad (\text{calor específico}) \quad \text{Equação 08}$$

quando  $Q$  (ou  $dQ$ ) e  $\Delta T$  (ou  $dT$ ) são positivos, o calor é transferido para o corpo e sua temperatura aumenta; quando são negativos, o calor é liberado pelo corpo e sua temperatura diminui.

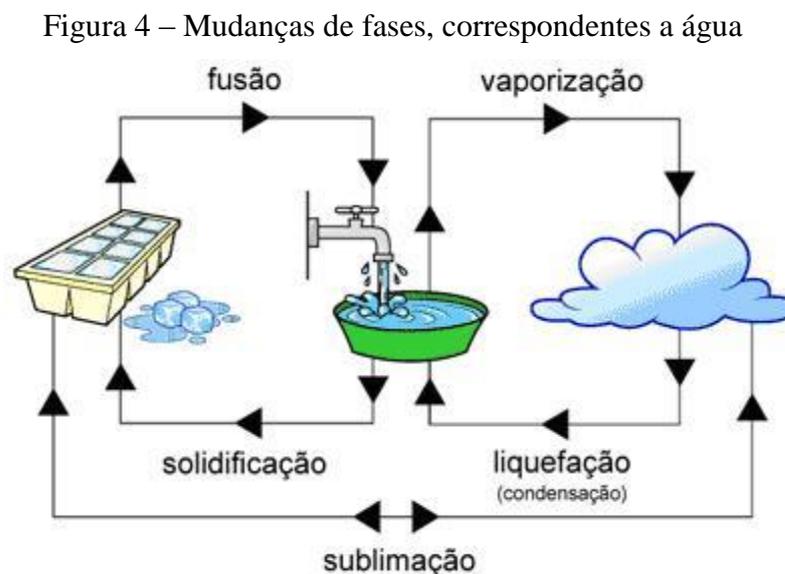
Halliday (1992, p. 219), contribui com essa consideração e propõe que a cada acréscimo infinitesimal de temperatura há um incremento para a transferência total de calor. Da expressão acima, chegamos facilmente ao que se segue:

$$Q = m \int_{T_i}^{T_f} c dT. \quad \text{Equação 09}$$

Onde  $c$  pode ser uma função da temperatura e  $T_f$  e  $T_i$  correspondem à temperatura final e inicial de certo intervalo. Em intervalos não muito grandes de temperatura, podemos considerar os calores específicos como constantes.

#### 2.4.2 Calor Latente

Esse é o calor que provoca mudança de fase. Curioso estabelecer que ao atingir a temperatura de transição, de mudança de fase, ao se fornecer (ou retirar) calor, o corpo ele não varia a sua temperatura. O calor nessa situação vai interferir no arranjo molecular que o corpo se encontra, provocando seu rearranjo e culminando na sua mudança de fase. A figura 4 destaca essas mudanças de fase, para o caso específico da água.



Em relação a essa afirmação, Bonjorno (2013, p. 32) considera:

Fornecendo calor a uma substância no estado sólido, sua estrutura cristalina fica intacta, até determinada temperatura, por causa das forças atrativas. Entretanto, nessa estrutura, as partículas oscilam em torno de posições médias de equilíbrio. Com a elevação da temperatura há aumento na amplitude das oscilações ocasionando maior distanciamento médio entre as partículas. Essa agitação enfraquece as ligações interatômicas e, quando a temperatura de fusão do sólido é atingida, o retículo cristalino começa a se desmanchar e o material passa para a fase líquida. Nessa fase, as partículas estão mais livres e possuem mais energia cinética. Quando a temperatura atinge determinado valor, gradativamente as partículas com maior energia cinética adquirem condições de passar da camada superficial do líquido, originando a fase gasosa.

Vale destacar que o modo inverso do que foi explicitado acima vai ocorrer, basta para isso que ocorra o processo de resfriamento, levando o corpo do estado gasoso, por exemplo, para o estado sólido. Figura com calor latente

Ressaltamos que toda substância apresenta seu ponto de fusão e seu ponto de vaporização, sempre dependentes da pressão que elas estão submetidas. Por exemplo, a água, sob pressão normal, apresenta 0°C para seu ponto de fusão e 100°C para seu ponto de vaporização. De forma semelhante a essa especificidade, cada tipo de material requer uma quantidade diferente de calor para que a mudança de fase ocorra, quando o mesmo já se encontra em sua temperatura de transição. Devido a isso, cada tipo de material apresenta o seu calor específico de mudança de fase, é o calor de transformação (L). Experimentalmente verificamos que a quantidade de calor recebida (emitida), para provocar a mudança de fase, é proporcional a massa do corpo. Matematicamente podemos explicitar:

$$Q = m \cdot L. \quad \text{Equação 10}$$

Desse modo, L pode ser acompanhado pela unidade cal/s. Se  $L_v$  é o calor latente de vaporização e  $L_c$  o calor latente de condensação, temos:  $L_v > 0$  e  $L_c < 0$ , para uma mesma substância a uma mesma pressão  $|L_v| = |L_c|$  (BONJORNO, 2013).

## 2.5 CURVA DE AQUECIMENTO E CURVA DE RESFRIAMENTO

Graficamente é possível apresentar o comportamento dos corpos, ou sistemas, quando recebem (cedem) certa quantidade de calor, seja ele sensível ou latente. Essa apresentação pode ser realizada através das curvas de aquecimento e das curvas de resfriamento. Pode-se verificar nas situações indicadas nos gráficos a seguir, casos referentes à água sob pressão constante, quando a temperatura permanece constante durante o recebimento (cessão) de calor

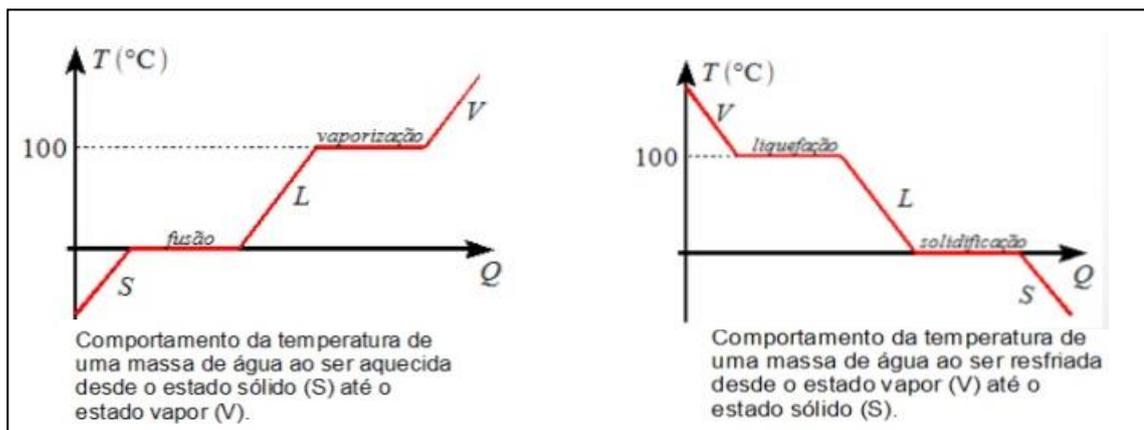
observamos o calor latente, ou seja acontece a mudança de fase, quando a temperatura se altera, o calor é sensível.

Vale destacar que a temperatura de transição de uma substância depende da pressão que ela está submetida. Um exemplo dessa dependência é quando consideramos regiões de grande altitude e verificamos que a água passa a ferver em temperaturas inferiores a 100°C, referência da temperatura de ebulição para a pressão normal, ou seja, no nível do mar. Luz (2013, p. 140) apresenta a afirmação acima, da seguinte maneira:

Reduzindo-se gradualmente a pressão sobre a superfície da água, sua temperatura de ebulição torna-se cada vez menor, podendo-se obter água em ebulição mesmo a temperaturas muito baixas. Por exemplo, se com uma bomba de vácuo reduzirmos a pressão a 17 mmHg, poderemos fazer a água ferver a 20°C.

Vejamos então à figura:

Figura 5 – Curvas de aquecimento e resfriamento.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Precisamos destacar que o comportamento apresentado acima é válido para substâncias puras, conforme Guimarães (2013, p. 54):

...nem sempre observamos esses patamares nos aquecimentos ou resfriamentos dos corpos. Por exemplo, quando a substância não possui redes cristalinas extensas, ela é chamada amorfa e não observamos claramente uma temperatura em que ocorra a transição da fase sólida para a líquida. Um exemplo bem simples é a manteiga. À medida que a aquecemos ela se torna mais fluida, menos viscosa, mas sem uma temperatura definida de transição. O mesmo acontece com o piche (asfalto), o vidro e muitas outras substâncias que não possuem uma rede cristalina, mas sim uma aparente fase sólida. Formalmente, é comum se dizer que são fluidos extremamente de transição.

Mesmo assim, podemos considerar que o gráfico acima é de fundamental importância para o entendimento do que vem a ser a diferença entre calor sensível e calor latente.

Para efeito de registro teórico sobre a calorimetria, podemos ficar com os tópicos apresentados acima, no entanto para o desenvolvimento da UEPS vale salientar que para relacionar o Calor como uma manifestação de energia, foram apresentados para os alunos a ideia de trabalho mecânico, as modalidades de energia do tipo cinética e potencial que são componentes da energia mecânica. Tratamos de relatar a conservação da energia mecânica, algumas transformações de energia para, em seguida, podermos fazer a culminância com a relação do calor nesse processo de transformação de energia.

## 2.6 ESTRATÉGIAS DE ENSINO

No desenvolvimento da UEPS utilizamos algumas ferramentas metodológicas que tiveram o intuito de facilitar a aprendizagem do alunado. Foram vários momentos na apresentação, discussão e reflexão sobre o estudo do calor e, nesses momentos, apresentamos textos, experimentos, vídeos, construção de protótipos de máquinas a vapor, dentre outras atividades e metodologias compartilhadas. A seguir apresentamos o que alguns teóricos consideram sobre a utilização da história da ciência no ensino da Física, visto que foi trabalhado um texto sobre o tema e que foi a base da pesquisa desenvolvida.

### 2.6.1 A História da Ciência no Ensino da Física: A importância de sua utilização

Observando livros mais antigos, vemos que os conteúdos de física são apresentados de forma mais direta, sem muita contextualização, experimentos, interdisciplinaridade, além de não abordar a história da ciência e a consequente culminância dos temas trabalhados.

Com o passar do tempo, os livros passaram a dar um tratamento mais construtivo aos temas, isto é, procuraram abordar os temas de forma a dar mais sentido para aqueles que liam e estudavam os mesmos. Passamos a encontrar sugestões de experimentos, a abordagem de temas relacionando-os com outras disciplinas e, até mesmo, a utilização de levantamentos históricos científicos, através da história da ciência. No entanto, essa abordagem da história das ciências aparece de forma a não dar um caráter formativo aos alunos, visto que ela trás aspectos mais fantasiosos do que propriamente construtivo, ou seja, aqueles voltados para a culminância dos conceitos e os confrontos que possam ser relacionados para o que era o pensamento no passado e o que se considera atualmente como cientificamente verdadeiro.

Alguns estudiosos são citados de forma tão rasteira que passamos a duvidar de sua real contribuição para a evolução dos conhecimentos científicos; em outros casos, a citação da

descoberta de determinado fenômeno se dá como se fosse um “insight”, uma boa ideia desconectada de todo um contexto. É o caso de Newton e a Lei da Gravitação, alguns livros citam a queda da maçã e pronto, logo veio a formulação da lei; ou mesmo quando se referem a Aristóteles quando do embate extemporâneo com Galileu que culminou com a Lei da Inércia...Aristóteles, fica parecendo um bobo. Ponczek (apud ROCHA, 2011, p. 7), corrobora nesse sentido:

Grande parte dos textos de Física que foram adotados nas escolas e universidades brasileiras, no pós-guerra, em sua maioria, são traduções de textos de autores norte americanos, apresenta a Física, e em particular a Mecânica, como simples e intuitiva, sendo inventada por Newton, sem maiores dificuldades, e tendo em Galileu uma espécie de coadjuvante esforçado, porém pouco eficiente. Kepler e Copérnico são agraciados com uns poucos parágrafos e Descartes quase nunca é mencionado. Já as ideias de Aristóteles e Ptolomeu são comentadas – quando são – de forma que pareçam tolas ou então reacionárias.

Certamente que essa forma de trabalhar a ciência, especificamente a Física, deve causar algum desacerto quanto à construção do conhecimento, dificultando a aprendizagem significativa do aluno.

A história da ciência é feita de revoluções, são as quebras de paradigmas que vão ocorrendo para que uma nova ideia possa ser colocada em prática e pensada pela maioria dos que fazem ciência. Para aprender significativamente acreditamos que seja necessário que o aluno possa se apropriar do tema a ser trabalhado, do conhecimento compartilhado. Desse modo, ele viajará pela construção desse tema, das dúvidas que se apresentaram ao longo do processo e assim o aluno poderá se envolver e relacionar melhor o objeto estudado com a sua realidade, ou mesmo, com a aplicabilidade desse conhecimento.

Em relação ao termo paradigma, Chalmers (1993, p.120) expõe que Thomas Kuhn, em seu livro *As Estruturas das Revoluções Científicas* (1962), considerava como sendo:

Um paradigma é composto de suposições teóricas gerais e de leis e técnicas para a sua aplicação adotadas por uma comunidade científica específica. Os que trabalham dentro de um paradigma, seja ele a mecânica newtoniana, ótica de ondas, ou qualquer outro, praticam aquilo que Kuhn chama de ciência normal. Os cientistas normais articularão e desenvolverão o paradigma em sua tentativa de explicar e de acomodar o comportamento de alguns aspectos relevantes do mundo real tais como relevados através dos resultados de experiências. Ao fazê-lo experimentarão, inevitavelmente, dificuldades e encontrarão falsificações aparentes. Se dificuldades deste tipo fugirem ao controle, um estado de crise se manifestará. Uma crise é resolvida quando surge um paradigma inteiramente novo que atrai a adesão de um número crescente de cientistas até que eventualmente o paradigma original, problemático, é abandonado. A mudança descontínua constitui uma revolução científica. O novo paradigma, cheio de promessa e aparentemente não assediado por dificuldades supostamente insuperáveis, orienta agora a nova atividade científica normal até que encontre problemas sérios e o resultado seja uma outra revolução.

O trecho acima deixa claro que a ciência se faz de crises, de revoluções, bem como de aceitações por parte de uma comunidade científica. São necessárias várias fases, tempo de maturação e mudanças paulatinas ocorridas. Ideias novas são resultados de muita dedicação e estudo em relação àquele tema, de observações naquilo que está sendo estudado e proposto por outros cientistas. Leis não caem do céu, não devem ser consideradas como insights originados do nada, muito menos consideradas como sendo fruto de mágica e do acaso.

É oportuno lembrar que no texto do PCN+ (2002) já é citada como competência básica para se ter ao final da escolaridade básica a compreensão relativa aos conhecimentos construídos ao longo da história e as condições sociais, políticas e econômicas da época. Essa necessidade de compreensão se dá para que o aluno possa entender e refletir sobre essa construção, como ocorreram as mudanças no modo de pensar na humanidade e, desse modo, possam ter um aprendizado mais substancial, significativo.

Diante do exposto, pesquisamos sobre a história do Calor e escrevemos um texto sobre alguns aspectos dessa história que consideramos como relevantes para os objetivos da pesquisa. O texto foi intitulado “Um breve histórico sobre o calor”, onde nos preocupamos em citar situações importantes que pudessem ser confrontadas através de discussões teóricas e apresentações de relações matemáticas, porém mais que isso, que pudessem ser comprovadas ou rejeitadas durante o compartilhamento desses conhecimentos, sempre acreditando que a construção do conhecimento é o melhor caminho para se chegar a uma aprendizagem significativa.

### 3 A METODOLOGIA

Ao desenvolver uma atividade, seja qual for sua natureza, temos que estar atentos para o planejamento, sem ele o trabalho pode apresentar algumas surpresas que não foram pensadas anteriormente e causar dificuldades maiores para a sua execução. Não que o planejamento evite os problemas decorrentes do trabalho, mas ele minimiza e nos faz tomar decisões mais rápidas para a sua realização. Nesse planejamento, a metodologia assume uma função essencial.

Na pesquisa o que nos faz desenvolver um trabalho mais consistente é a metodologia, ela nos propicia atingir nossos objetivos e permite que os expectadores possam compreender a sua apresentação. Com ela vamos propor como a pesquisa foi realizada, quais são os seus objetivos e qual é a sua natureza; como procederemos quanto às técnicas de coleta de dados, o tratamento dessas informações e como será a realizada a análise desses dados. Na metodologia temos que apresentar o local onde a pesquisa foi realizada, os participantes da mesma e os instrumentos utilizados na coleta dos dados (GIL, 2008).

Contribuindo com essa compreensão do que é a metodologia e qual a sua importância na investigação científica e na própria pesquisa, Prodanov (2012, p. 126) declara:

A investigação científica depende de um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos para que seus objetivos sejam atingidos: os métodos científicos...o conjunto de processos ou operações mentais que devemos empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa.

A seguir apresentamos esses aspectos supracitados, sempre fazendo comparativos com o que preconiza uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), além de citar, de forma sucinta, as avaliações aplicadas ao final da etapa de desenvolvimento da pesquisa.

#### 3.1 O LOCAL DA PESQUISA

O produto educacional intitulado “Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para a construção do conceito de calor e alguns de seus desdobramentos históricos”, objeto da pesquisa vinculada à 2ª turma do mestrado profissional em ensino de Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI), teve como lócus o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, campus Santa Inês. A referida cidade maranhense tem uma população de 83.238 habitantes segundo estimativa do Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2015 e encontra-se localizada a 243 km da capital do estado, São Luís. O município de Santa Inês está em um lento processo de conurbação com o município de Pindaré-Mirim e juntos contam com cerca de 115 mil habitantes.

No que se refere à inauguração do campus Santa Inês, data do ano de 2008 e é componente do programa de criação dos IF's (Institutos Federais) efetivado por meio da lei de Lei n. 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que instituiu a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, bem como outras providências. Atualmente possui nove anos de funcionamento e está situado na Rodovia BR-316, s/n – Canaã e apresenta uma boa estrutura física que conta com 14 salas de aula, laboratórios de Física, Química e Biologia, e de informática, além dos laboratórios relacionados com os cursos técnicos que lá são desenvolvidos. Conta ainda com banheiros, cantina, setor de esporte com quadra coberta e piscina (que não funciona devido a problemas técnicos de construção) e, na medida do possível, tem certa preocupação com a acessibilidade, pois podemos constatar a presença de rampas e elevador para acesso ao pavimento superior do prédio, além de banheiros adaptados, embora se observe ainda em alguns pontos do prédio a presença de degraus que dificultam um pouco essa acessibilidade.

Observamos, também, na instituição um setor voltado para a assistência a alunos com necessidades especiais, contando com psicólogo, assistente social e intérpretes de libras, e um setor de saúde, com médico, dentista e enfermeiro. A instituição oferece à comunidade cursos técnicos e cursos superiores, além de cursos de extensão e outros voltados para programas do governo federal.

Dentre os cursos técnicos são ofertados os de Eletroeletrônica, Eletromecânica, Edificações e Logística. Em relação aos cursos superiores são disponibilizados os de Licenciatura em Física e Administração, e um curso de Tecnólogo em Construção de Edifícios.

Para a realização da pesquisa solicitamos a autorização do diretor de ensino da instituição e o coordenador do curso de Licenciatura em Física, informamos quais turmas participariam da pesquisa, bem como da necessidade da utilização de materiais do laboratório de Física. Os professores do referido curso, que também são professores do ensino técnico, foram do mesmo modo comunicados visto que havia necessidade de possíveis colaborações para o planejamento das atividades a serem realizadas.

### 3.2 OS ALUNOS

A pesquisa foi realizada nas turmas de 2º ano do turno matutino, nos meses de maio e junho do corrente ano, nos cursos de ensino médio técnico (concomitantes) em Eletroeletrônica (28 alunos), Eletromecânica (39 alunos) e Edificações (39 alunos), uma turma de cada. Essas turmas foram escolhidas pelo fato de as mesmas serem as que ministramos aulas no primeiro semestre de 2017, inclusive duas delas já tinham assistido aulas conosco no ano de 2016. Devido à atividade investigativa ora apresentada, o desenvolvimento de uma UEPS, todos os alunos matriculados e frequentes participaram do trabalho, não sendo necessária a utilização de amostras dessas turmas. Também não se fez necessário a realização da UEPS em uma turma e em outra não, ela foi desenvolvida em todas as nossas turmas de 2º ano, visto que as aulas realizadas no 1º bimestre, já tinham sido desenvolvidas em todas as turmas, assim seria possível um comparativo em relação aos resultados encontrados nos dois bimestres. Os encontros para os fins desta pesquisa foram semanais, com duas aulas de 50 minutos, cada uma. As salas de aula contavam com quadro branco, além de projetor de slides, e estrutura com a possibilidade de apresentação de vídeos.

No desenvolvimento da pesquisa utilizamos os horários da própria disciplina de Física nas quais sou professor, evitando com isso que os alunos tivessem que assistir aulas no contra turno, facilitando a logística utilizada por eles para o acesso à escola.

### 3.3 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Considerando a natureza da pesquisa (forma de abordagem do problema): a pesquisa pode ser considerada do tipo qualitativa quantitativa. A quantitativa procura interpretar todas as informações através de análise estatística, enquanto a qualitativa é aquela em que o pesquisador sempre está atento às modificações que vão ocorrendo no ambiente de estudo. Segundo Prodanov (2013, p. 71): "é importante acrescentar que essas duas abordagens estão interligadas e complementam-se". Justifica essa interrelação das duas modalidades pelo fato de que as observações realizadas foram relativas à evolução qualitativa dos sujeitos ao longo da produção da UEPS, visto que estivemos atentos a modificação conceitual de alguns aspectos relacionados ao estudo desenvolvido e também por analisarmos o questionário correspondente aos conhecimentos prévios dos alunos e realizar uma análise estatística no mesmo.

De acordo com Creswell (2007), o método qualitativo e quantitativo, citado em alguns textos mais recentes como métodos mistos, é aquele que utiliza como técnica de coletas de dados observações (que podem ocorrer mediante a participação do próprio pesquisador, por exemplo) textuais e comportamentais decorrentes da própria pesquisa e de obtenção de informações numéricas através, por exemplo, de verificação dos resultados de aplicação de questionários.

Essas atitudes, ou seja, a observância quanto às modificações conceituais e a análise do questionário são preconizadas nas sequências de construção e execução da UEPS para se atingir uma aprendizagem significativa, visto que a partir da identificação dos conhecimentos prévios dos sujeitos da pesquisa, a evolução desses conhecimentos e os próprios resultados conceituais, bem como a observação participativa referentes a esses resultados, em termos de mudanças no entendimento das questões científicas apresentadas (substituindo o senso comum pelo entendimento daquilo que é cientificamente aceito, por exemplo) é que nos propiciarão estabelecer se houve aprendizagem significativa no processo. Segundo Ausubel, 1980 e 2000 ( apud MOREIRA, 2011, p. 103):

[...] a aprendizagem significa organização e integração do novo material na estrutura cognitiva. Ele parte da premissa de que existe na mente do indivíduo uma estrutura na qual a organização e a integração se processam: é a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de idéias de um indivíduo e sua organização, ou o conteúdo e organização de suas idéias, em uma determinada área de conhecimento.

Desse modo, destacamos a importância da verificação dos conhecimentos prévios do aluno e de como poderemos trabalhar com a estrutura cognitiva do mesmo a fim de propiciar uma aprendizagem significativa no processo de concretização da UEPS.

A coleta de dados na pesquisa foi realizada a partir da técnica de observação participativa que, segundo Moreira (2011, p. 76), “o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse”, ou seja, o pesquisador participa ativamente do grupo pesquisado colhendo informações que contribuam com o trabalho desenvolvido. Também como técnica de coleta de dados procedemos com a aplicação de questionário estruturado com questões de múltipla escolha que, de acordo com Prodanov (2013, p. 110), consiste em perguntas fechadas, mas com uma série de alternativas possíveis. O professor ao produzir a UEPS necessita ter segurança quanto aos resultados que serão obtidos, visto que o trabalho tem como um dos objetivos confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum e mostrar que o conhecimento científico é construído ao longo da história. Observamos que atingir essa meta requer envolvimento com o grupo de alunos. Também destacamos que

através do questionário foi possível avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, bem como seus anseios relativos aos procedimentos metodológicos esperados na condução da UEPS.

Com o intuito de analisar os dados, nos pautamos no que Gil (2008, p.161) considerou para essa fase da pesquisa: “O primeiro cuidado do pesquisador é o de descrever os dados obtidos, ou mais precisamente, caracterizar isoladamente o comportamento de cada uma das variáveis no conjunto das observações”. Nesse sentido, iremos utilizar de descrições estatísticas que possibilitem atingir os objetivos da pesquisa. Verificando quais variáveis foram relevantes nessa análise, bem como inferir quanto às observações realizadas referentes à análise do conteúdo.

As descrições estatísticas consideradas para análise dos dados foram utilizadas com o intuito de verificar através da taxa percentual, principalmente, e com a utilização de gráficos simples, a correlação entre o que foi considerado pelos participantes da pesquisa, notadamente os alunos, quando da aplicação do questionário de levantamento de conhecimentos prévios e os resultados obtidos com a aplicação da avaliação da UEPS bem como da aplicação da avaliação de conteúdo. Foi realizada a observação das respostas dadas pelos alunos e procedemos no sentido de considerar percentualmente esses resultados, construímos um quadro comparativo e realizamos a confecção de alguns gráficos que pudessem facilitar a análise e a visualização desses resultados. Segundo Gil (2008), as técnicas estatísticas proporcionam uma contribuição significativa tanto para a caracterização e resumo de dados, quanto para se verificar para além da amostra considerada, visto que a pesquisa poderá ser utilizada como parâmetro por outros pesquisadores.

Em relação à análise de conteúdo deve-se também se proceder com critérios. Para Bardin (1977, p.43 e 44):

A análise de conteúdo toma em consideração as significações (conceitos), eventualmente a sua forma e a distribuição desses conteúdos e formas...a análise de conteúdo procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça...é uma busca de outras realidades através das mensagens.

Com base no que preconiza a autora, cada palavra, cada manifestação dos alunos durante o desenvolvimento do trabalho, deve ser observado com cuidado, pois a partir desses cuidados podemos extrair importantes conclusões sobre a evolução conceitual dos alunos e propriamente sobre o seu aprendizado.

O projeto foi desenvolvido no período referente a 2017.1, mais especificamente ao correspondente ao último bimestre no primeiro semestre do ano. Os alunos foram informados do trabalho que seria realizado e tiveram uma explicação do que é uma UEPS e de como seria

o desenvolvimento da pesquisa. Ficou acertado entre todos que algumas atividades seriam enviadas através de email, com o intuito de se trabalhar com a estratégia da sala de aula invertida, desse modo os alunos disponibilizaram o email da turma para que essa comunicação fosse facilitada. Vale ressaltar que a instituição possui uma estrutura de acesso à internet que se fez necessária para o auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

Todos os participantes da atividade ficaram cientes que seus nomes não seriam utilizados em nenhum momento, salvo guardando a identidade de cada um, como se preconiza em pesquisas dessa natureza (PRODANOV, 2013).

No desenvolvimento da pesquisa, delineamos como objetivo geral da pesquisa compreender o calor como manifestação de energia, envolvendo alguns aspectos históricos qualitativos e quantitativos. E como objetivos específicos:

- Refletir acerca de como se constitui o conhecimento científico ao longo da história, confrontando interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum;
- Possibilitar a compreensão sobre as teorias do flogisto e do calórico, acompanhando seus desdobramentos históricos com a consequente interpretação da teoria mecânica do calor;
- Analisar os tipos de propagação do calor e suas aplicações no dia a dia;
- Acompanhar a proposta de determinação do calor sensível e do entendimento do que é o calor latente de uma substância e entender sobre a necessidade de suas utilizações;
- Identificar algumas transformações de energia e o princípio da conservação que dá sentido a essas transformações.

Com o intuito de atingir esses objetivos, procedemos com algumas atividades, das quais podemos citar: escolha do tema a ser trabalhado; levantamento de material, vídeos e experimentos, nos quais pudéssemos melhor esclarecer e tornar mais prático o tema escolhido; aplicação de um questionário com as turmas participantes da pesquisa a fim de melhor entender os anseios dos alunos e o conhecimento prévio que eles apresentavam em relação ao tema; utilização dos dados coletados e informações processadas para a análise dos mesmos. Os procedimentos metodológicos explicitados, nesta seção, foram essenciais para produzirmos as condições concretas e necessárias para a estruturação da UEPS. Verificar a retirada.

### **3.3.1A Avaliação Prévia: O questionário.**

No primeiro encontro com a turma, foi aplicado um questionário (vide anexo) com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema Calor e Energia e os anseios dos mesmos quanto a seu aprendizado. O questionário foi dividido em duas partes. A primeira voltada para uma retomada de estratégias metodológicas vivenciadas por eles na condição de alunos em aulas de Física ou mesmo de outra ciência, os alunos foram indagados sobre questões como o que eles acham da utilização de textos sobre a História da física em sala de aula e sobre os tipos de aula que eles mais acham interessantes para o seu aprendizado. Nessa primeira parte foram contempladas onze questões e todas voltadas para a relação dos alunos com a Física, seus anseios, dificuldades e expectativas sobre o ensino da Física. Esse momento foi de grande importância visto que a partir dos dados coletados, foi possível estruturar a UEPS envolvendo, por exemplo, vídeos e experimentos uma vez que estes foram citados pelos discentes, que pudessem tornar as aulas mais interessantes, bem como facilitarem os seus aprendizados.

Na segunda parte foram realizadas perguntas mais específicas sobre o tema a ser trabalhado, como por exemplo, o que eles entendem por modalidades de energia e suas transformações. Os alunos deram respostas sobre o que era o calor, sobre modalidades de energia e suas transformações. Também outro momento importante, pois ficamos cientes do que podíamos desenvolver durante a UEPS e o nível de ensino que pudesse ser aplicado, ou seja, verificar a partir dos conhecimentos prévios como a sequência das aulas podia se desenvolver, quais situações problemas podiam ser trabalhadas. É oportuno frisar que já tínhamos um conhecimento das turmas, visto que foram nossos alunos no ano de 2016, o que ajudou no desenvolvimento das atividades.

O questionário é a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, valores, interesses e expectativas; e comparado à entrevista possui algumas vantagens, dentre elas por ser mais econômicas, abranger uma maior quantidade de pessoas e garante o anonimato dos participantes. Assim se procedeu quanto à aplicação do questionário. As perguntas elaboradas foram do tipo fechada (onde alternativas foram apresentadas aos respondentes) aliadas às do tipo aberta (onde o respondente relata algum comentário particular ao que foi perguntado). (GIL, 2008).

Nesse sentido, os alunos não se identificaram no questionário e todos os presentes puderam manifestar seus sentimentos acerca das perguntas realizadas. Também na aplicação

do questionário, procuramos dizer em linhas gerais quais os objetivos daquelas questões e tivemos o cuidado em receber as respostas de todos aqueles que participaram do questionamento, com essas atitudes minimizamos alguns problemas que podem acometer essa técnica de coleta de informações.

### **3.3.2 A exibição de vídeos: Lavoisier e Stahl; Experiência de Joule: o equivalente mecânico; A máquina a vapor.**

Na análise dos dados coletados mediante devolutiva dos questionários, observamos que os sujeitos da pesquisa citaram como era mais fácil aprender a partir de projeções de vídeos. Desse modo, procedemos no sentido de acolher suas sugestões e tornar as aulas mais envolventes e lúdicas. Foram projetados três vídeos ao longo da UEPS, todos de caráter instrutivo e em momentos diferentes do trabalho. O início da UEPS foi com a apresentação do vídeo sobre Lavoisier e George Stahl (Globo Ciências de 2011) que fazia uma apresentação desses estudiosos, bem como fazia referências às teorias do Flogisto e do Calórico. A intenção com esse vídeo foi despertar o aluno para a construção do conhecimento e a importância da história da ciência nessa construção. O outro vídeo, sobre o experimento de Joule (you-tube), que apresenta o equivalente mecânico, fato que foi de grande importância para relacionar o calor como uma manifestação da energia. O vídeo que finalizou a UEPS foi o da apresentação de um modelo de máquina a vapor, mais precisamente o de uma serra elétrica. Com esse vídeo o objetivo foi o de promover no aluno uma reflexão quanto a aplicabilidade dos conhecimentos físicos no nosso cotidiano.

### **3.3.3 A Utilização do Texto: Um Breve Histórico Sobre o Calor.**

O texto intitulado “Um breve histórico sobre o calor” foi escrito pelo pesquisador que verificou a necessidade de contribuir para um melhor direcionamento da UEPS, de acordo com o planejamento realizado e as necessidades apresentadas pelos alunos participantes da pesquisa. Ele foi construído a partir de reflexões e discussões realizadas na disciplina “Marcos no desenvolvimento da Física” e também das experiências e leituras de vários outros autores, sejam de livros textos didáticos ou mesmo de teóricos que versam sobre história das ciências. Com essas leituras e experiências o pesquisador utilizou informações históricas realizadas pelos vários autores e procedeu com as conexões devidas entre esses textos, utilizou sua contribuição pessoal, sempre considerando os objetivos do trabalho e a coerência relativa

entre o que se realmente pretendia realizar: a utilização do texto para a compreensão da ideia física do que é o calor.

### **3.3.4 Os experimentos compartilhados: A verificação da temperatura durante a mudança de fase; A mudança de fase (líquido para vapor); A determinação do calor específico do óleo de soja; A propagação do calor – condução, convecção e radiação do calor; A máquina a vapor.**

Os experimentos também foram citados no questionário como sendo importantes para o entendimento e compreensão do ensino de ciências. Para facilitar e atender aos sujeitos da pesquisa resolvemos desenvolver experimentos ao longo da UEPS. De acordo com o texto que era compartilhado, lido e discutido, trabalhávamos experimentos para mostrar várias propostas que eram citadas no mesmo, cada um no momento certo da análise realizada. Para incentivar os sujeitos da pesquisa a participar ativamente do processo, solicitamos que os mesmos formassem grupos e construíssem um protótipo de uma máquina a vapor. Essa atividade foi apresentada pelos mesmos num momento posterior, na própria sala de aula.

### **3.3.5 A utilização do livro texto: sugestões de leitura e aplicação de exercícios.**

O livro texto, sendo uma ferramenta indispensável para professores e alunos, era utilizado na UEPS. Os textos apresentados serviam como leitura complementar ao texto principal e os exercícios resolvidos e propostos serviam de apoio para serem solicitados aos alunos ou mesmo para serem resolvidos em sala de aula. Geralmente as atividades eram cobradas através da estratégia conhecida como Sala de Aula Invertida( ), buscando incentivar o aluno na busca por seu conhecimento. À medida que os conteúdos eram compartilhados, procurávamos envolver os alunos para que os mesmos estudassem e aprofundassem os temas relacionados ao estudo do calor, essa cobrança era realizada na maioria das vezes através do email, ou mesmo com registro no quadro branco em sala de aula.

### **3.3.6 A sala de aula invertida como ferramenta: o incentivo às atividades de pesquisa e às resoluções de exercícios de aplicação.**

Utilizamos a metodologia da sala de aula invertida *flipped classroom*, que tem como principal objetivo apresentar com antecedência o material do curso e propiciar mais tempo de

reflexão do aluno com esse material para que o mesmo possa discutir melhor com professores e colegas de sala, durante as aulas, provocando um maior envolvimento dos alunos na pesquisa (Revista Ensino Inovativo, 2015). O trabalho consistiu em solicitar a eles que fizessem leituras de alguns tópicos do livro texto, resolvessem questões extras de aprofundamento e mesmo alguns tipos de questões que não eram contempladas no seu livro texto, bem como realizassem pesquisas referentes aos conteúdos compartilhados em sala de aula.

### **3.3.7 A avaliação bimestral.**

A avaliação bimestral faz parte do calendário da escola. O momento é importante para a verificação do aprendizado do aluno, se os fundamentos esperados foram satisfatórios. O pesquisador entende que esse momento é necessário e faz parte da verificação se houve, ou não, a aprendizagem significativa. Entende o pesquisador que os resultados da avaliação são importantes, principalmente quando são confrontados com os resultados avaliativos anteriores e, mais ainda, às modificações conceituais ocorridas no decorrer do desenvolvimento da UEPS. Nessa avaliação também foi contemplado aspectos qualitativos do trabalho, observando como foi a participação do aluno, como foi a realização das atividades e pesquisas solicitados durante o processo.

### **3.3.8A avaliação da UEPS:**

A avaliação sempre deve levar em consideração aspectos qualitativos e quantitativos, no entanto ao final de um processo é necessário que se tenha certeza que aquele conteúdo trabalhado, discutido e construído junto com o aluno de fato serviu para lhe causar uma mudança de visão de mundo, seja voltada para o lado social, seja para sua aplicabilidade e possibilidade de transformação do meio em sua volta. No entanto o que se vê, de acordo com Moreira (2011, p. 51):

O contexto exige “provas” de que o aluno “sabe ou não sabe”. Esse tipo de avaliação baseada no sabe ou não sabe, no certo ou errado, no sim ou não, é comportamentalista e em geral promove a aprendizagem mecânica, pois não entra na questão do significado, da compreensão.

Nesse sentido, a avaliação da UEPS deve ser mais criteriosa e considerar que o aluno teve uma compreensão do que foi trabalhado e que possa transferir esses conteúdos para

situações diferentes daquelas observadas em sala de aula, visto que se a aprendizagem foi significativa ela terá um poder transformador do aprendiz. Vale ressaltar que a aprendizagem mecânica é aquela em que o aluno apenas decodifica as informações e após a prova não consegue relacionar essa informação a aspectos apresentados em seu dia a dia.

Desse modo, procuramos avaliar a UEPS ao longo de seu desenvolvimento, observando o crescimento do aluno através de suas ações e manifestações quanto ao conteúdo compartilhado e também a partir da proposição de questões que possibilitassem aos alunos mostrar suas compreensões na utilização do tema que envolveu calor como forma de manifestação da energia. Para que haja aprendizagem significativa o aluno deve apresentar condições de resolver situações novas que se apresentem em seu cotidiano, a partir dos trabalhos desenvolvidos durante as atividades da UEPS.

A seguir apresentamos um quadro descritivo das atividades realizadas na UEPS, aula por aula, mostrando o assunto abordado em cada momento, os recursos e estratégias utilizados e o tipo de avaliação parcial realizada, conforme o transcorrer dos trabalhos.

**QUADRO 3.1- DESCRITIVO DAS ATIVIDADES DA UEPS:**

<b>NÚMERO DE AULAS</b>	<b>ASSUNTO ABORDADO E DESCRIÇÃO</b>	<b>RECURSOS E ESTRATÉGIAS</b>	<b>AValiação</b>
Aula 01	Apresentação da UEPS e abordagens sobre os Paradigmas que envolveram o princípio da inércia e dos sistemas planetários.	Quadro branco e vídeo. Aplicação de questionário. Aplicação de atividade para casa (sala de aula invertida).	Aplicação de questionário visando Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos.
Aula 02 e aula 03	Sobre o flogisto e o calórico. Calor sensível e calor latente. Mudança de fase. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados.	Situação Problema: ao atingir o ponto de ebulição, a temperatura da substância sofre alteração? Leitura do texto, realizada pelo professor e pelos alunos. Discussão do texto. Realização de experimentos. Aplicação de atividade para casa.	Vistos nos cadernos, observando quem fez as atividades. Participação em aula, contribuição dos alunos, etc.
Aula 04 e aula 05	Calor específico e calor latente. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados. Reconciliação integradora.	Situação Problema: ao receber a mesma quantidade de calor, substâncias diferentes em mesmas quantidades, apresentam a mesma variação de temperatura? Leitura do texto. Utilização de quadro branco para apresentar os cálculos realizados. Realização de experimentos e determinação do calor específico do óleo de soja. Aplicação de atividades para casa.	Vistos nos cadernos. Participação dos alunos. Perguntas realizadas.

Aula 06 e aula 07	Propagação do calor. Lei de Fourier. A máquina a vapor. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados. Reconciliação integradora.	Situação Problema: materiais diferentes, em iguais quantidades, quando submetidos a uma chama, aquecem de forma igual? E: existem três modos de propagação do calor. Como identificar cada um deles em situações que ocorrem no nosso dia a dia? Leitura do texto. Utilização do texto para explicação da lei de Fourier. Exibição de vídeo sobre a serra a vapor. Apresentação de experimentos. Aplicação de atividades para casa.	Vistos nos cadernos. Verificação da participação dos alunos
Aula 08 e aula 09	Conservação da energia. Energia cinética e potencial. Calor como manifestação de energia. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados. Reconciliação integradora.	Apresentação em grupo das máquinas a vapor construídas pelos alunos. Leitura do texto. Vídeo com o experimento de Joule. Resolução de exercícios envolvendo a lei de Fourier e lei fundamental da calorimetria.	Vistos no caderno. Verificação da manifestação dos alunos quanto ao entendimento das exposições.
Aula 10 e aula 11	Conservação da energia. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados. Reconciliação integradora.	Quadro branco. Slides.	Verificação do nível de aprendizagem dos alunos através de algumas perguntas relativas ao conhecimento compartilhado
Aula 12 e 13	Fizemos uma reconciliação integradora dos conteúdos e procedemos com a resolução de uma série de questões.	Quadro branco. Solicitação constante da participação do aluno na resolução das questões.	Verificação do nível de aprendizagem dos alunos através de algumas perguntas relativas ao conhecimento compartilhado
Aula 14 e aula 15	Aplicação de atividade avaliativa da UEPS	Atividade escrita	Acompanhamento da resolução das questões propostas.
Aula 16 e 17	Atividade avaliativa	Atividade escrita aplicada no contra turno dos alunos.	Acompanhamento da resolução das questões propostas

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os objetivos da pesquisa, trataremos nesse tópico de verificar os resultados encontrados nos questionários compartilhados com os alunos e as observações realizadas pelo pesquisador ao longo do desenvolvimento da UEPS, além das discussões concernentes a esses resultados e observações.

Lembramos que foi aplicado um questionário introdutório que consistia de duas partes, uma que investigava sobre a tomada de estratégias metodológicas que o professor poderia utilizar considerando as sugestões dos alunos e outra parte que tratava dos conhecimentos prévios dos mesmos em relação ao conteúdo que seria compartilhado com eles, ou seja, sobre o calor. Após a conclusão da UEPS foi aplicada a avaliação da mesma, através de outro questionário e a conclusão da pesquisa consiste em fazer um paralelo do antes e o depois da UEPS, verificando qual a evolução conceitual e procedimental dos alunos em relação ao estudo do calor e sua culminância no princípio da conservação da energia.

Quanto ao questionário sobre as estratégias metodológicas, faremos aqui apenas a apresentação dos resultados mais relevantes de forma estatística, sem tecer comentários técnicos sobre eles, visto que os alunos não têm uma fundamentação teórica sobre essas estratégias, são apenas opiniões sobre o que gostam mais nas aulas que assistem.

As considerações realizadas em relação às respostas apresentadas pelos pesquisados, foram diretas, ou seja, observadas de acordo com o que foi dito ou escrito por eles e também foram indiretas, no sentido que verificamos algumas palavras chaves que pudessem nos situar além das palavras escritas ou proferidas por eles. Nesse sentido utilizamos a ideia de análise de conteúdo que deve considerar os aspectos individuais propostos na verificação da palavra e do que possa estar por trás dela, o que permite que o pesquisador encontre outras realidades através das mensagens analisadas. Buscamos verificar o estereótipo da afirmação do aluno, procurando analisar suas respostas ao questionário, tendo o cuidado de considerar a ideia que eles têm de algum fenômeno, espontaneamente relatado, para em seguida propor uma inferência sobre aquilo afirmado, se tem consistência científica ou decorre apenas de conhecimentos ligados ao senso comum (BARDIN, 1977).

Não tivemos como objetivo da pesquisa propor uma categorização das respostas mais significativas, como sugere Bardin, no entanto estivemos atentos a verificação dos resultados e conseqüente análise e discussão dos mesmos, tanto através das respostas em si, quanto do próprio envolvimento do pesquisador no levantamento dos dados, visto que a pesquisa realizada foi do tipo participativa.

Passemos para a primeira parte do questionário, as sugestões de tomada de estratégias metodológicas. Quando perguntados sobre a importância da história da Física e seu uso em sala de aula, observamos que 79% dos alunos consideram como importante, apesar de percebermos através dessas observações e do próprio questionário que a maioria desses alunos não têm com frequência aulas com a utilização dessa metodologia e nem com a utilização de experimentos, fato que compromete, segundo eles, o interesse que eles têm pela Física.

Verificamos também que 77% dos pesquisados consideram que a Física é importante, pois explica fenômenos que acontecem no dia a dia, no entanto 74% deles não conseguem perceber a sua aplicabilidade a partir dos temas trabalhados em sala de aula. Outro ponto importante nessa etapa da pesquisa foi verificar que muitos deles atribuem a dificuldade à disciplina à própria dificuldade que têm em relação à matemática e à metodologia que é utilizada pelo professor no desenvolvimento de suas aulas, os alunos as consideram pouco atrativas.

Sabemos que para uma formação mais adequada o professor deve realizar um ensino com pesquisa, propiciando ao educando uma visão mais ampla interrelacionando o conhecimento com aspectos práticos e inter disciplinar. Desse modo, Foi positivo verificar que 77% dos alunos admitem que os professores são incentivadores do ensino com pesquisa e apenas 19% não conseguem perceber esse incentivo. Sobre a afirmação acima, Berhens (2011, p. 82), afirma:

O professor, na metodologia do ensino com pesquisa, torna-se figura significativa no processo como orquestrador da construção do conhecimento. Tem a função de ser mediador, articulador crítico e criativo do processo pedagógico. Como produtor de seu próprio conhecimento, instiga o aluno a “aprender a aprender”, centrando sua competência estimuladora no ensino com pesquisa. Orienta os alunos para se expressarem de maneira fundamentada, exercitando o questionamento e a formulação própria.

Ainda considerando a pesquisa e a leitura de textos complementares que são disponibilizados na maioria dos livros didáticos, 51% dos alunos admitem não lê-los, fato que pode dificultar o aprendizado da temática abordada em sala de aula.

Em relação à sugestão direta apresentada pelos pesquisados sobre o tipo de metodologia que mais chama suas atenções no decorrer das aulas, observamos que os alunos preferem as metodologias apresentadas na ordem a seguir: a utilização de experimentos, a aplicação de exercícios, o diálogo entre professor e aluno sobre a temática e apresentação de filmes e vídeos. Já em relação às metodologias que pra eles não são tão interessantes, destacamos a ordem: utilização de slides, quadro e pincel e aplicativos para computadores e

celulares. Consideramos como úteis as manifestações apresentadas e procuramos levá-las em consideração na construção e no desenvolvimento da UEPS.

Finalizando a apresentação e análise dessa primeira parte do questionário, apresentamos a seguir o que os pesquisados consideraram para a questão de número nove (9). Vejamos seu enunciado:

Ainda em relação à Física, você considera que é uma ciência que o conhecimento trabalhado em determinada área:

- ( a ) foi desenvolvido sem correlação aos acontecimentos historicamente construídos.
- ( b ) foi construído com ideias originadas através da inspiração de um gênio.
- ( c ) foi desenvolvido através de conhecimento historicamente construído.

Os resultados obtidos para essa questão foram separados por turma e agrupados como segue:

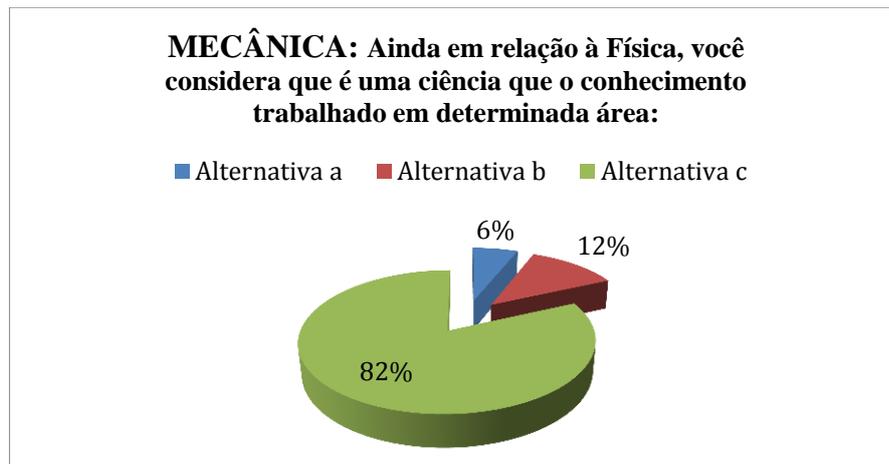
Tabela 4.1 - Ainda em relação à Física, você considera que é uma ciência que o conhecimento trabalhado em determinada área:

<b>TURMA</b>	<b>Nº de alunos</b>	<b>Alternativa a</b>	<b>Alternativa b</b>	<b>Alternativa c</b>
Eletromecânica	33	2 alunos	4 alunos	27 alunos
Eletroeletrônica	29	2 alunos	4 alunos	23 alunos
Edificações	38	1 aluno	8 alunos	29 alunos
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>79</b>

Fonte: Produção do próprio pesquisador.

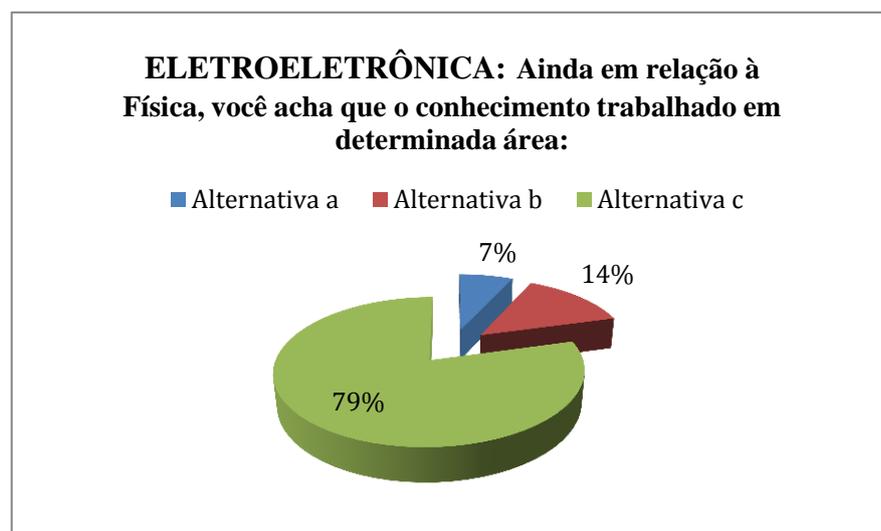
Os resultados obtidos para essa questão são relevantes à medida que nos apresenta que setenta e nove por cento (79 %) do total de alunos pesquisados demonstraram acreditar, mesmo antes do desenvolvimento da UEPS, que o conhecimento na Física foi historicamente construído. Porém a figura do gênio, daquele que sozinho é responsável por determinada Lei, como Poncek pontua e que muitas vezes os livros didáticos deixam a entender que assim é que funciona, ou mesmo da falta de correlações históricas dos acontecimentos, já apresentavam por parte dos alunos participantes da pesquisa um percentual considerável: cerca de 21% do total. Apresentamos a seguir, por turma, o resultado da pesquisa:

Figura 6 – Respostas apresentadas pelos alunos para a questão 09



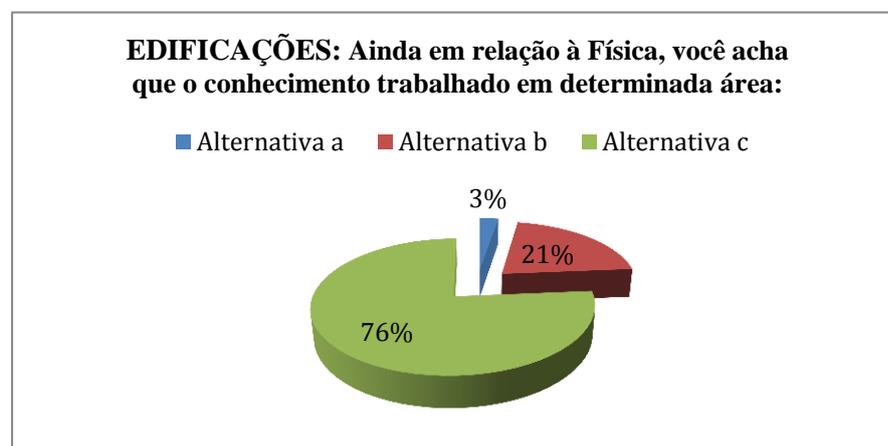
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017

Figura 7 – Respostas apresentadas pelos alunos para a questão 09.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017

Figura 8 – Respostas apresentadas pelos alunos para a questão 09.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Agora iremos verificar os resultados e promover uma discussão para a segunda parte do questionário, ou seja, aquela que trata dos conhecimentos prévios relacionados à temática voltada para o entendimento sobre o calor.

Começando pela questão de número 12: Você já se deparou com a palavra calórico em algum momento? A que se refere?

Essa questão não apresentou alternativas, no entanto as respostas para a primeira pergunta foi de “sim”, para 26 alunos de edificações e 12 “não”, para o mesmo curso. Já para a segunda pergunta houve seis (6) respostas diferentes no referido curso: Alimentos (17 alunos), Calor (5), Energia (1), Pessoa (1), Temperatura (1), Massa (1) e os demais não responderam. Para o curso de Eletromecânica, a primeira pergunta foi “sim”, para 22 alunos e “não” para 11 alunos. Já para a segunda pergunta houve três (3) respostas diferentes no referido curso: Alimentos (15 alunos), Calor (2), Corpo humano (2) e os demais não responderam. No curso de Eletroeletrônica, foram 14 alunos que disseram “sim” e 15 alunos, “não”. Para a segunda pergunta, as respostas foram: Alimentos (8 alunos), Temperatura (1), Calor (4) e Energia (1).

A maioria dos alunos (62%) respondeu que já ouviram falar de calórico, no entanto observamos que o termo não foi associado com o aspecto histórico e sim com o termo relacionado à alimentação, ao que é ou não calórico. Observamos, também, que a associação realizada com o termo calórico, envolveu a grandeza temperatura, o próprio calor, a relação com o termo energia também foi lembrado por alguns. Para uma melhor visualização, apresentamos abaixo os resultados para a primeira pergunta dessa questão em uma tabela:

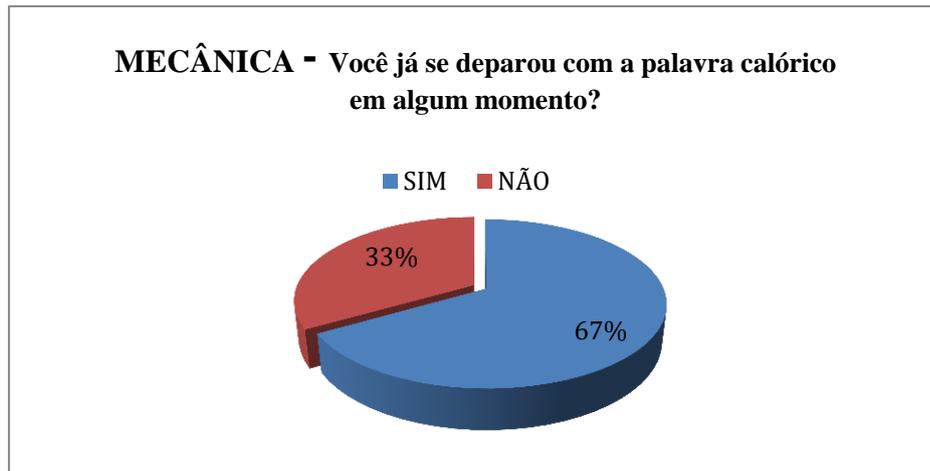
**TABELA 4.2 - Você já se deparou com a palavra calórico em algum momento?**

<b>TURMA</b>	<b>Nº de alunos</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Eletromecânica	33	22 alunos	11 alunos
Eletroeletrônica	29	14 alunos	15 alunos
Edificações	38	26 aluno	12 alunos
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>62</b>	<b>38</b>

Fonte: produção do próprio pesquisador, 2017.

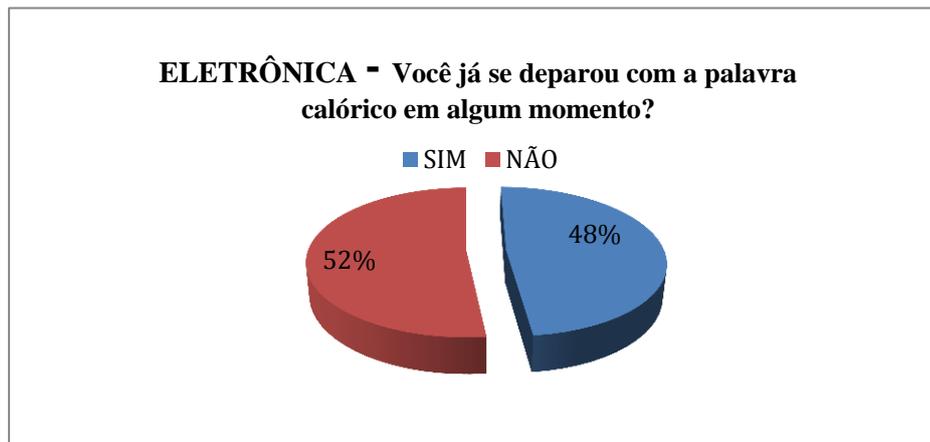
A seguir apresentamos o gráfico referente a primeira pergunta relacionada a essa questão.

Figura 9 – Respostas apresentadas pelos alunos para a questão 12.



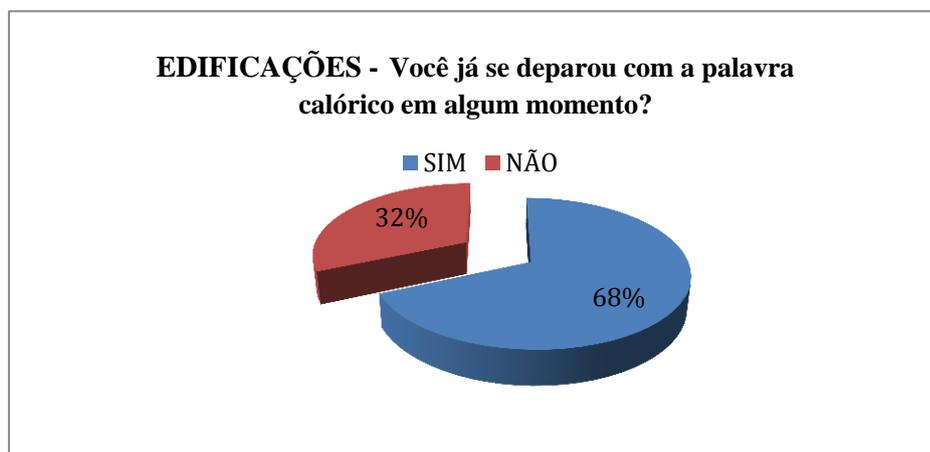
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 10 – Respostas apresentadas pelos alunos para a questão 12.



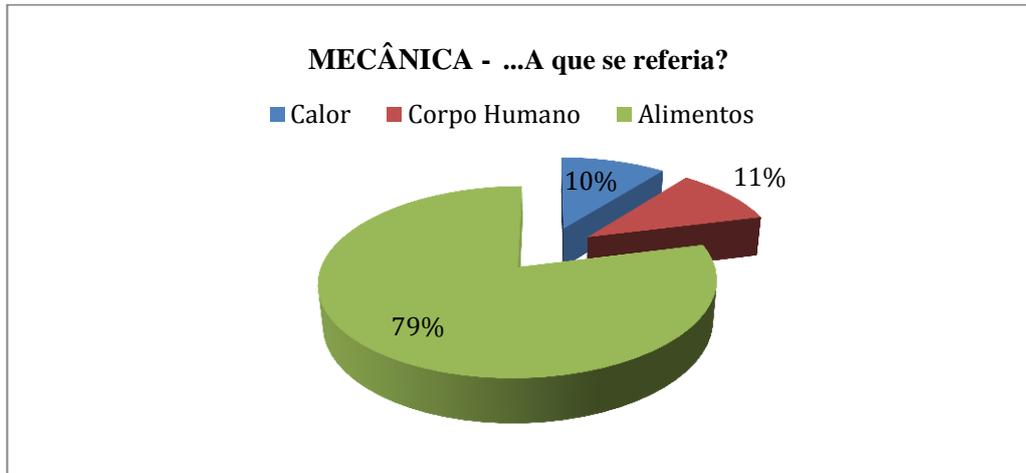
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 11 – Respostas apresentadas pelos alunos para a questão 12.



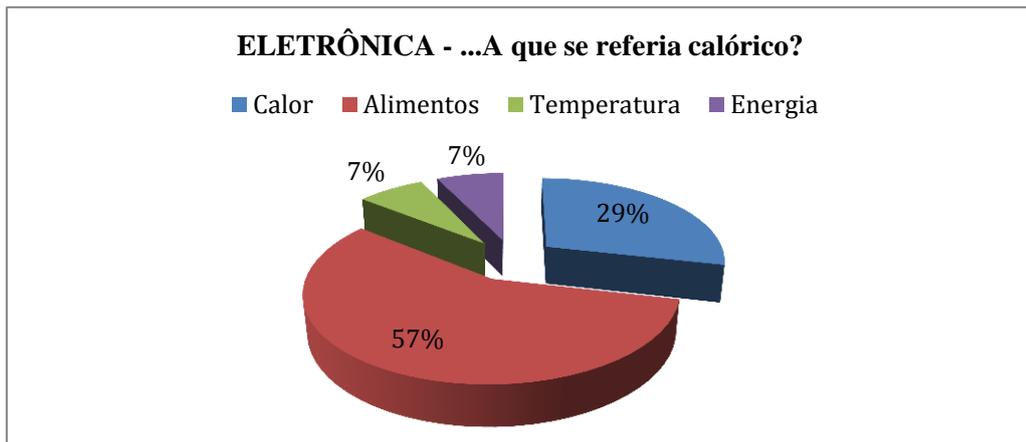
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 12 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 12



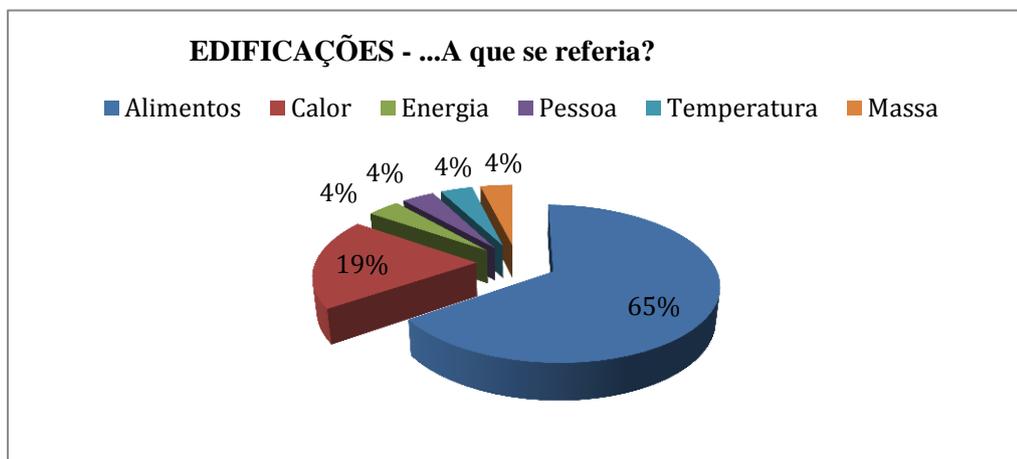
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 13 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 12



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017

Figura 14 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 12



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Partindo para a questão seguinte, a de número 13, continuamos a indagar sobre conhecimento específicos relacionados ao calor, ela perguntava: Você já ouviu falar em Flogístico?

- (a) Sim, flogístico está relacionado a \_\_\_\_\_  
 (b) Não.

A resposta para essa pergunta, nas três turmas, não chegou a surpreender. Todos os alunos, 100%, disseram nunca terem ouvido falar sobre Flogístico. Retratando apenas que como esse termo é bastante específico, relacionado ao calor como substância, caracterização que não mais se considera nos livros didáticos e que só é citado quando se faz uma abordagem histórica sobre o calor, pode-se considerar que de fato os alunos não têm esse conhecimento na História da Ciência.

Dando continuidade à segunda parte do questionário, apresentaremos na sequência as demais questões verificadoras do conhecimento prévio dos alunos sobre o calor.

A questão 14, seu texto dizia: Quanto ao **calor**, você acha que é algo que pode estar presente dentro de um corpo? ( ) sim ( ) não. Ressaltamos que essa questão verifica se o aluno possui discernimento quanto ao que vem a ser o calor e se está bem definido como vem a ser a utilização desse termo (casos como o termo “tenho calor”).

Os resultados obtidos para essa questão foram separados por turma e agrupados como segue:

Tabela 4.3 - Quanto ao **calor**, você acha que é algo que pode estar presente dentro de um corpo?

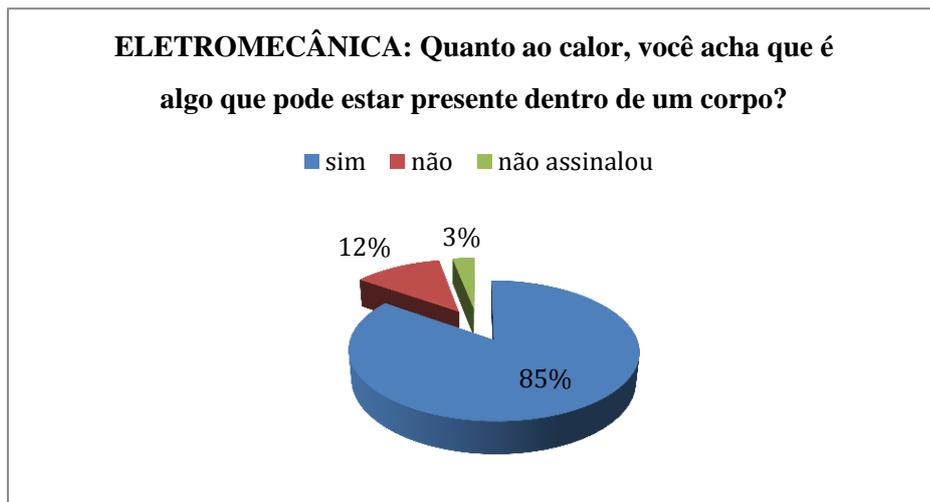
TURMA	Nº de alunos	SIM	NÃO	NÃO ASSINALOU
Eletromecânica	33	28 alunos	4 alunos	1 aluno
Eletroeletrônica	29	21 alunos	8 alunos	0 aluno
Edificações	38	26 alunos	9 alunos	3 alunos
TOTAL	100	75 alunos	21 alunos	4 alunos

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

O resultado obtido para essa questão é bastante importante, visto que percebemos que antes do desenvolvimento da UEPS a maioria dos alunos das três turmas, 75% do total, acreditava que o calor é algo que pode estar presente dentro de um corpo, 21% acreditava que não era possível ter calor dentro de um corpo. Verificamos que, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, a maioria deles não tem ainda uma noção científica do que vem a ser o calor, esse resultado condiz com o que é considerado no senso comum, onde se vê com frequência as pessoas dizerem que “estão com calor” ou ainda que “têm frio”, afirmações que

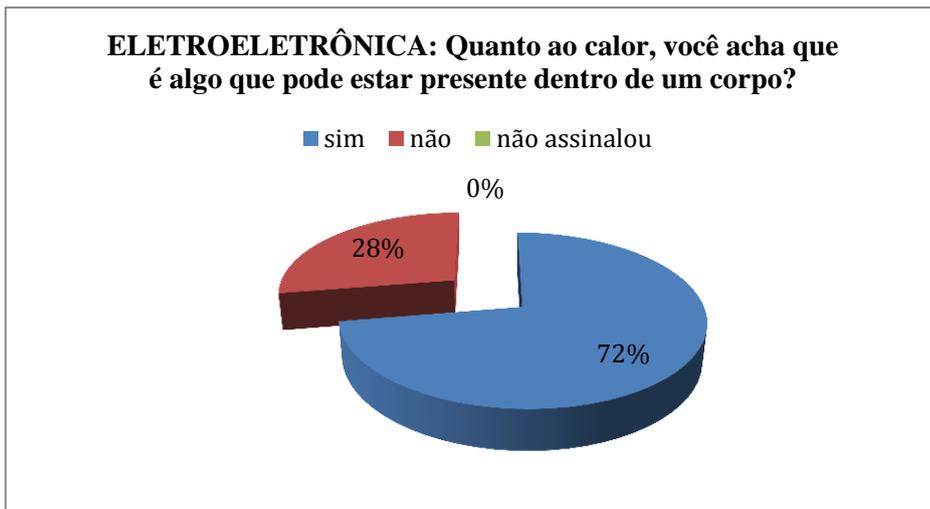
são cientificamente incorretas. Torna-se, assim, necessária uma abordagem elucidativa desse conhecimento no decorrer da implantação da UEPS, desenvolvendo com cuidado a abordagem sobre o tema, explicitando com clareza a ideia sobre o calor e as várias considerações históricas relativas a ele. Graficamente, para efeito de uma melhor visualização, podemos organizar esses dados como segue:

Figura 15 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 12



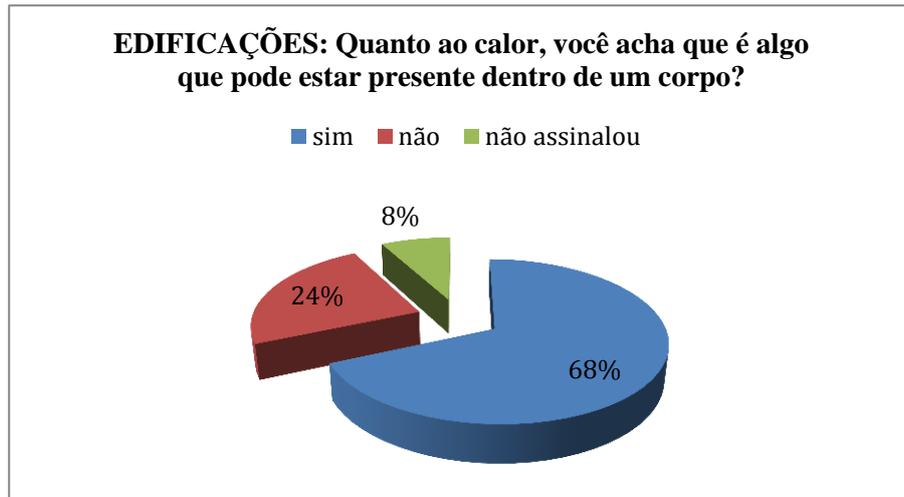
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 16 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 14



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 17 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 14



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Considerando agora a questão de número 15 perguntava sobre: São modalidades de energia: ( ) mecânica ( ) térmica ( ) centrípeta ( ) aceleração ( ) eólica ( ) impulso ( ) força ( ) solar ( ) velocidade. Nessa questão o aluno ficou livre para escolher mais de uma alternativa. Desse modo observamos que, de acordo com suas respostas, muitos deles consideraram que velocidade, força, aceleração, centrípeta e impulso são modalidades de energia, estabelecendo uma dúvida para eles no que vem a ser uma manifestação de energia ou não. Na questão 16 os resultados confirmaram essa dúvida, a mesma dizia: Além dos tipos de energia que você indicou na questão anterior, você saberia citar outro (s)? ( ) sim. ( ) não Qual(is)? O quadro abaixo apresenta os resultados encontrados:

Tabela 4.4 - Além dos tipos de energia que você indicou na questão anterior, você saberia citar outro (s)?

TURMA	Nº de alunos	SIM	NÃO	NÃO ASSINALOU
Eletromecânica	33	9 alunos	24 alunos	0 aluno
Eletroeletrônica	29	10 alunos	19 alunos	0 aluno
Edificações	38	14 alunos	23 alunos	1 aluno
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>33 alunos</b>	<b>66 alunos</b>	<b>1 alunos</b>

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

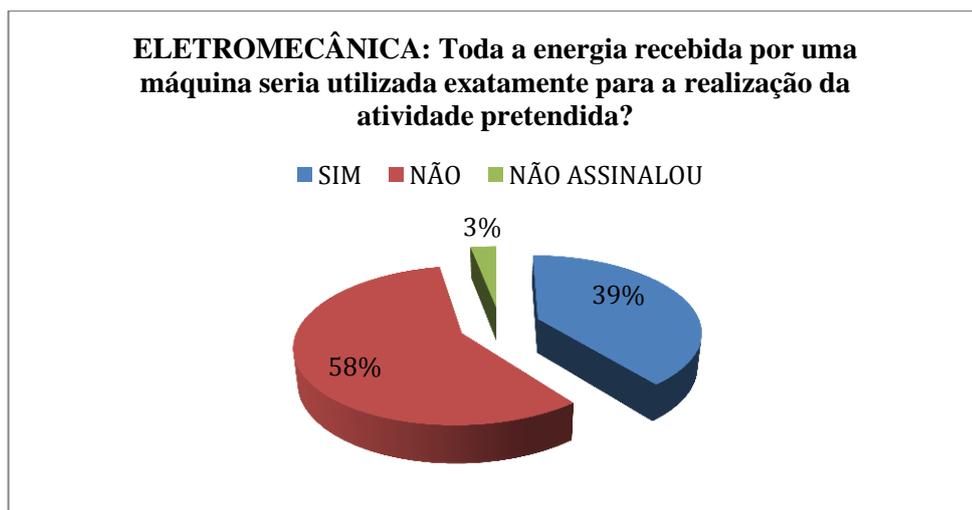
Do total de alunos, 66% consideraram que não sabiam citar outro tipo de modalidade de energia, enquanto que 33% dos alunos citaram outros tipos. Dentre os tipos citados, na turma de edificações, a energia elétrica foi lembrada em 4 oportunidades e a energia cinética em 5, lembraram também de citar: luminosa (2 vezes), sonora (2 vezes), nuclear (2 vezes), química (1 vez), no entanto citaram como modalidade de energia: estática (1 vez), hidráulica (2 vezes), represas (1 vez) e termoelétrica (1 vez). Na turma de eletromecânica, as energia

nuclear e cinética foram lembradas em quatro (4) oportunidades, a sonora duas (2) vezes, a luminosa e a elétrica uma (1) vez cada. Nessa turma os alunos ainda consideraram os termos gás (1 vez) e petróleo (1 vez) para se referirem a modalidades de energia. Para os alunos da turma de eletroeletrônica, a energia potencial foi citada duas (2) vezes, a cinética em três (3) oportunidades, a elétrica em quatro (4) momentos e a energia nuclear foi lembrada em cinco (5) oportunidades. Nessa turma o termo gravitacional (1 vez) foi citado como modalidade de energia. Sabemos que em muitas pesquisas o pesquisado tem uma tendência a ser o mais prático possível, desse modo existe uma possibilidade da alternativa “sim” seguida do “qual(is)” tenha sido citada por menos alunos devido a esse maior esforço que eles teriam. No entanto ao analisar as questões 15 e 16, como um todo, percebemos que os alunos têm dificuldades em identificar as modalidades de energias e relacioná-las no seu dia a dia.

Prosseguindo pela questão 17 que diz: Toda a energia recebida por uma máquina seria utilizada exatamente para a realização da atividade pretendida? ( ) sim ( ) não. Essa questão pretende despertar no aluno a ideia das possíveis transformações de energia que estejam envolvidas no fenômeno.

Na turma de eletromecânica 13 alunos consideraram que sim, 19 alunos que não e um (1) aluno não marcou qualquer das alternativas. Gráficamente podemos apresentar assim, esses resultados:

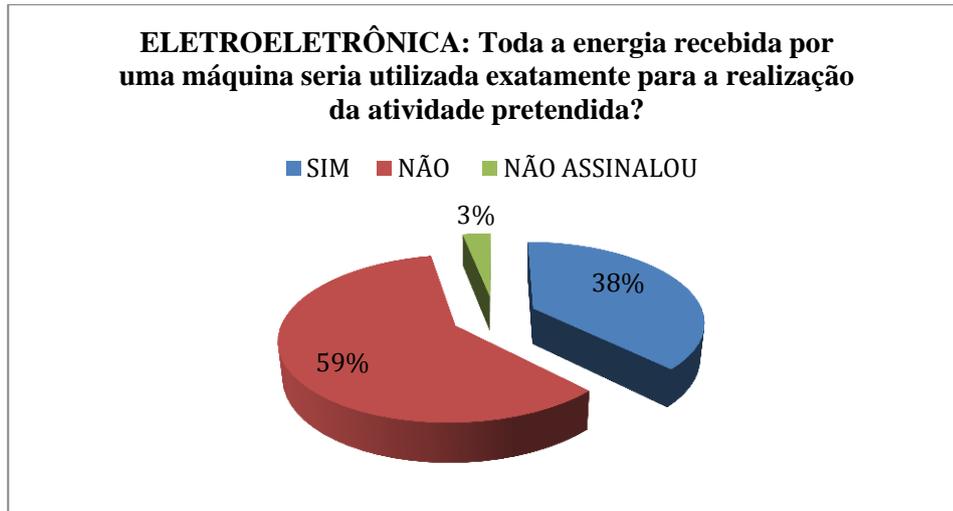
Figura 18 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 17



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

O resultado encontrado para a turma de eletroeletrônica foi de 12 alunos assinalando sim, 16 alunos o não e 1 aluno não marcou. Na figura:

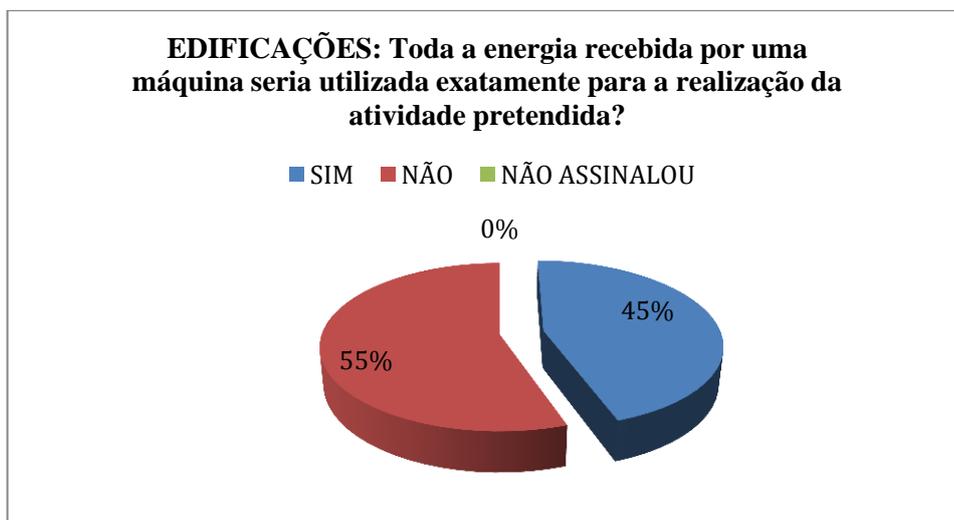
Figura 19 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 17



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Na turma de edificações o sim foi considerado para 17 alunos, e o não para 21 deles.

Figura 20 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 17



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

O que se observa ao analisar esses resultados é que mais da metade de cada turma considera que nem toda a energia recebida pela máquina é utilizada para realizar a atividade a que se destina a máquina, ou seja, acredita-se que a maioria dos alunos tem noção de que a energia recebida pela máquina também é utilizada para outros fins. No entanto percebe-se que essa ideia não é compartilhada por todos, visto que muitos alunos consideraram que toda energia é utilizada para a máquina realizar a atividade pretendida. Com esse resultado observamos que torna-se necessário intervir, no desenvolvimento da UEPS, com atividades

que possam desmitificar esse aspecto em relação a energia, deixando claro para todos que a energia se transforma e esse é um princípio fundamental da Física.

Dando continuidade à análise das respostas apresentadas pelos alunos das turmas de Eletromecânica, Eletroeletrônica e Edificações, passamos a verificar a questão 18. A pergunta consistia em: Podemos afirmar que a energia que faz funcionar uma lâmpada, por exemplo, é perdida após o funcionamento da mesma? ( ) sim ( ) não. Esse questionamento procura remeter o aluno ao princípio da conservação da energia, isto é, procura constatar se o aluno tem uma ideia sobre as transformações ocorridas entre as mais variadas modalidades de energia e sua conseqüente conservação.

De modo geral, constatamos que as turmas apresentaram suas respostas de acordo com os dados apresentados no quadro abaixo:

Tabela 4.5 - Podemos afirmar que a energia que faz funcionar uma lâmpada, por exemplo, é perdida após o funcionamento da mesma?

<b>TURMA</b>	<b>Nº de alunos</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>NÃO ASSINALOU</b>
Eletromecânica	33	13 alunos	18 alunos	2 alunos
Eletroeletrônica	29	06 alunos	22 alunos	1 aluno
Edificações	38	13 alunos	24 alunos	1 aluno
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>32 alunos</b>	<b>64 alunos</b>	<b>4 alunos</b>

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

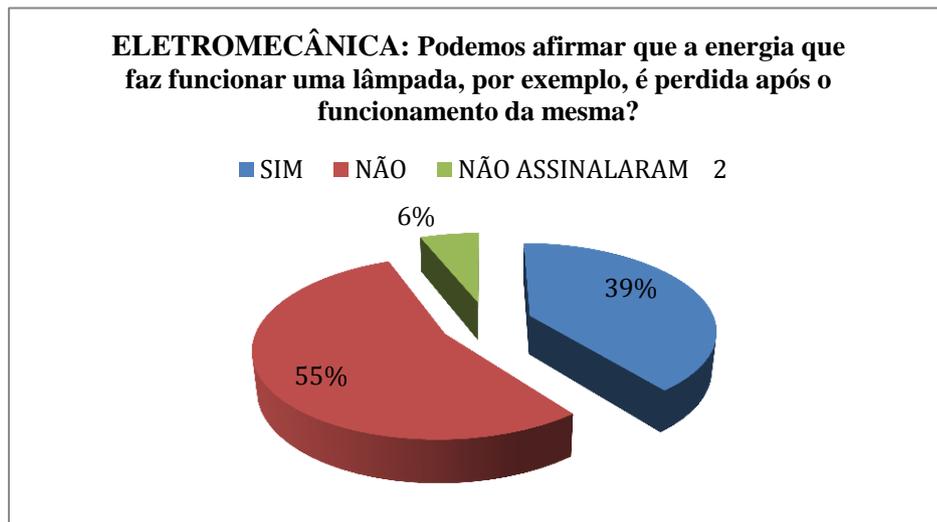
Na turma de eletromecânica percebemos que quase 40% dos alunos acreditam que sim, a energia é perdida no processo. É muito provável que esses não tenham ainda o entendimento do princípio da conservação da energia ou mesmo não relacionam calor com energia. Em torno de 54% consideram que a energia não é perdida e 6% deles não arriscaram emitir uma resposta mais direta para o questionamento.

Para os alunos de eletroeletrônica, 20% acreditam que a energia é perdida e 76% consideram que ela não é perdida no processo apresentado e apenas 4% não responderam ao questionamento. Observamos que nessa turma a maioria expressiva dos alunos já apresenta um parecer mais condizente com o que é aceito cientificamente, ou seja, que a energia não se perde.

Quanto aos alunos da turma de edificações, percebemos diante das respostas apresentadas que 34% dos mesmos acreditam que a energia é perdida após o funcionamento da lâmpada, enquanto que 63% admitem entender que não há perda de energia e apenas 3% não quiseram se comprometer com a resposta.

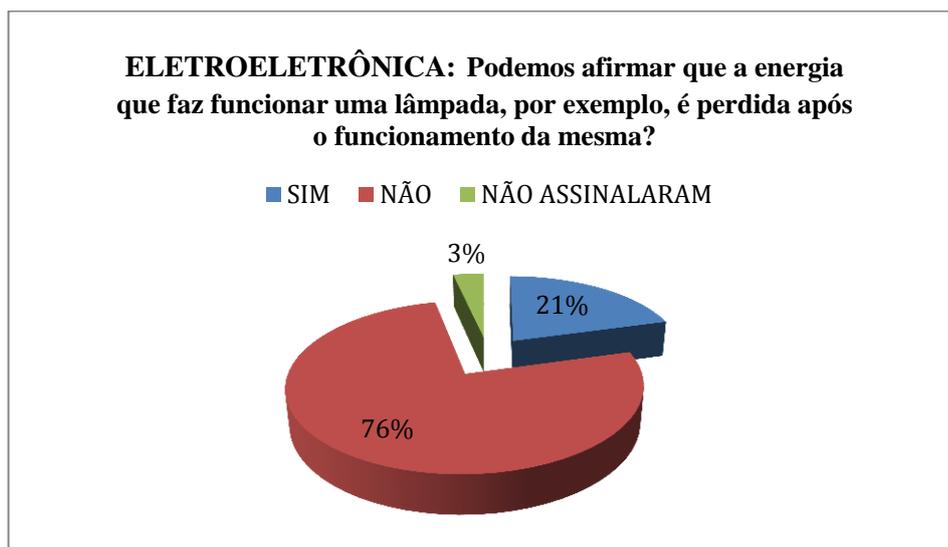
Para essa pergunta, a de número 18, podemos verificar a partir da tabela, que de modo geral 32% dos alunos acreditam que a energia, após o funcionamento da lâmpada, se perde e 64% consideram que ela não se perde. Não se comprometeram com a resposta 4% dos alunos. Graficamente podemos apresentar, por turma, as seguintes respostas:

Figura 21 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 18



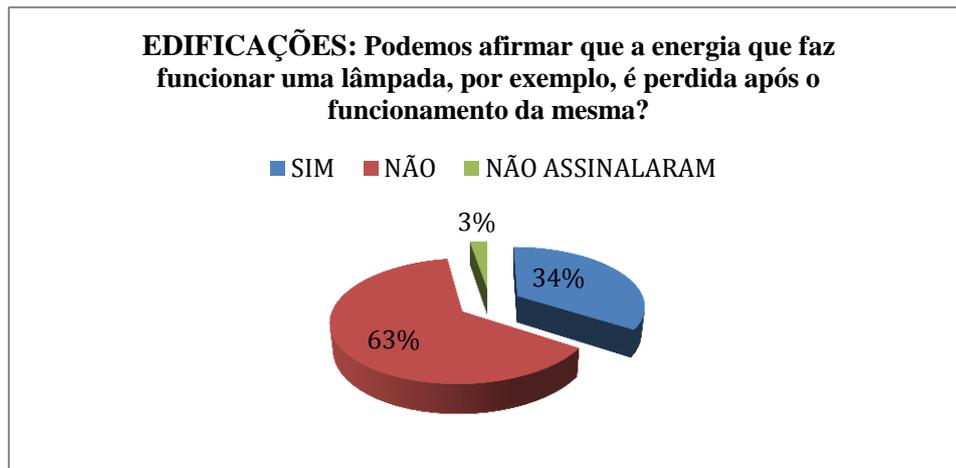
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 22 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 18



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 23 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 18



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

A questão de número 19 considerou: Você acredita que a energia pode sofrer algum tipo de transformação? ( ) sim, por exemplo... ( ) sim ( ) não. Seguindo as respostas apresentadas, verificamos o que está disposto no quadro abaixo:

Tabela 4.6 - Você acredita que a energia pode sofrer algum tipo de transformação?

TURMA	Nº de alunos	SIM	SIM COM EXEMPLOS	NÃO	NÃO ASSINALOU
Eletromecânica	33	28 alunos	3 alunos	1 aluno	1 aluno
Eletroeletrônica	29	19 alunos	9 alunos	1 aluno	0 aluno
Edificações	38	26 alunos	11	1 aluno	0 aluno
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>73 alunos</b>	<b>23 alunos</b>	<b>3 alunos</b>	<b>1 aluno</b>

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Considerando as três turmas, observamos que 73% dos alunos têm consciência de que a energia pode sofrer algum tipo de transformação, no entanto esses mesmos alunos não têm firmeza ao tentar se manifestar quanto a que tipo de transformação poderia ser essa, somente 23% dos alunos participantes da pesquisa opinaram quanto ao tipo de transformação pode ocorrer. Enquanto que 3% do total de alunos consideraram que a energia não se transforma. Na turma de eletromecânica, daqueles alunos que consideraram os exemplos, a transformação de térmica em mecânica foi lembrada uma (1) vez, a elétrica em térmica e em luminosa (no caso de uma lâmpada) foi considerada em uma (1) oportunidade e a eólica em elétrica foi também citada uma (1) vez.

Os alunos de eletroeletrônica consideraram, em uma oportunidade, cada uma, as transformações seguintes: mecânica em elétrica; mecânica em térmica; luminosa em calor; térmica em luminosa e eólica em elétrica. Consideraram também como transformação, citadas

uma (1) vez cada uma: dilatação, cinética em mecânica e mecânica em cinética. Um aluno dessa turma citou: a energia nunca morre, sempre se transforma.

Na turma de edificações, em uma (1) oportunidade cada, citaram como transformação de energia: mecânica em elétrica, térmica em cinética e térmica em luminosa. A transformação de mecânica em térmica foi citada duas (2) vezes e em três (3) oportunidades os alunos apontaram a transformação de cinética em térmica. Nessa turma também consideraram como transformação em um (1) momento cada uma: cinética em mecânica, movimento em aumento de temperatura e fogo em calor.

Podemos afirmar ao verificar esses resultados que os alunos, em sua maioria, como citado anteriormente, têm dificuldades quando o tema é energia, alguns não sendo capazes de citar algum tipo de energia e muito menos tratar de suas transformações.

Prosseguindo com a apresentação e análise dos resultados, passamos a verificar a questão de número 20: Em termos de energia, analise a situação e depois responda o que se pede: uma bola é lançada sobre uma superfície horizontal e após certo intervalo de tempo ela para. Como isso acontece? Você pode marcar mais de uma alternativa.

- I.  a força aplicada à bola acabou.
- II.  a energia de movimento da bola foi transformada em algum outro tipo de energia.
- III.  a bola acumulou a energia e parou.

Essa questão possibilita ao pesquisador avaliar alguns aspectos envolvidos no estudo da relação entre força e energia e suas possíveis transformações.

Verificando as respostas apresentadas para essa questão, podemos perceber a variedade de respostas registradas pelos alunos das turmas pesquisadas. O quadro abaixo confirma essa afirmação.

Tabela 4.7 - Em termos de energia, analise a situação e depois responda o que se pede: uma bola é lançada sobre uma superfície horizontal e após certo intervalo de tempo ela para. Como isso acontece?

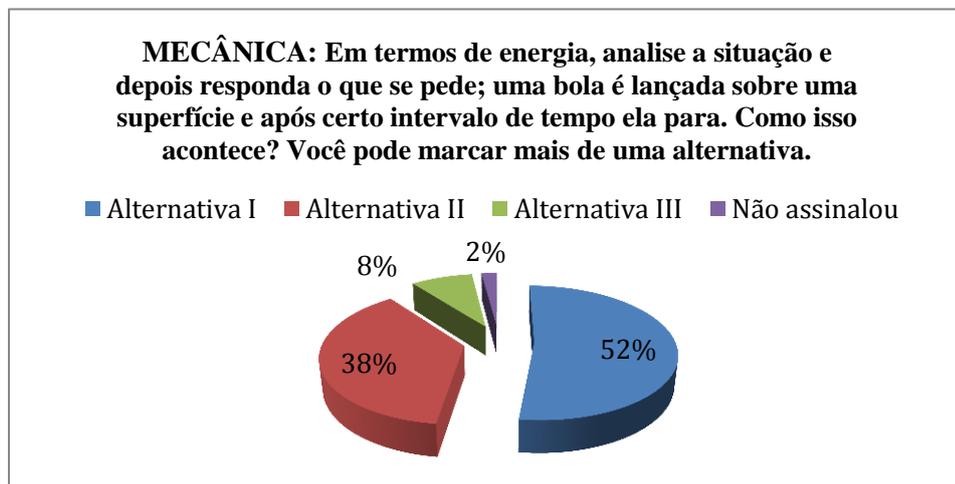
TURMA	Nº DE ALUNOS	ALTERNAT. I	ALTERNAT.II	ALTERNAT.III	NÃO ASSINALOU
Eletromecânica	33	25 alunos	18 alunos	4 alunos	1 aluno
Eletroeletrônica	29	11 alunos	19 alunos	20 aluno	2 alunos
Edificações	38	23 alunos	25 alunos	8 aluno	0 aluno
TOTAL	100	59 alunos	62 alunos	32 alunos	3 alunos

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Desse modo, fica evidente que muitos alunos apresentam dificuldades conceituais e de entendimento prático no que concerne esse estudo. Observamos que, de modo geral, mais da metade dos alunos das turmas pesquisadas (59%) têm dificuldades em diferir força de energia, o que leva o pesquisador a ter que apresentar estratégias, no desenvolvimento da UEPS, que venham dirimir essas dificuldades. Ao mesmo tempo percebemos que a maioria dos alunos (62%) desconfiam, ou mesmo têm certeza, de que houve algum tipo de transformação e que 32% dos alunos optaram pela terceira alternativa, fato que é positivo quando pensamos em relação a formação dos mesmos.

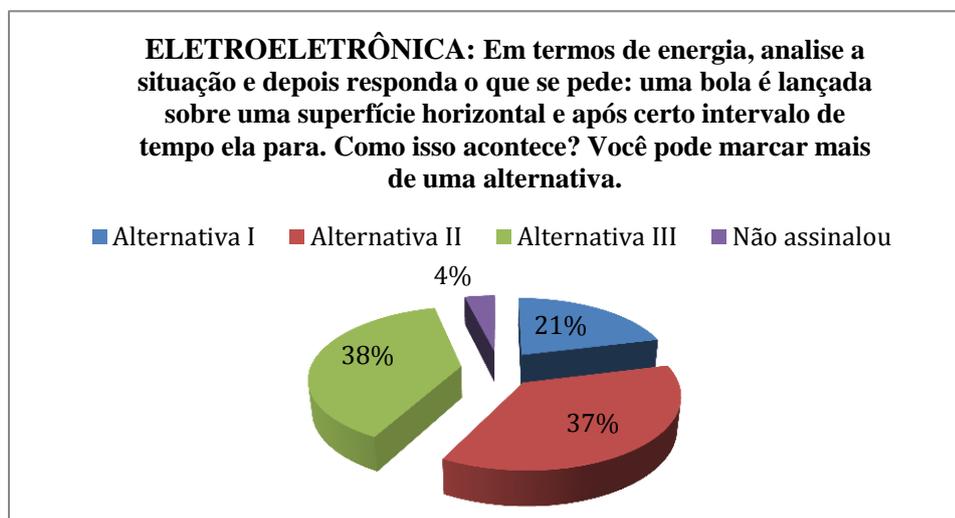
Propondo a construção de gráficos que facilitem a apresentação dos dados acima registrados, encontramos para cada turma:

Figura 24 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 20



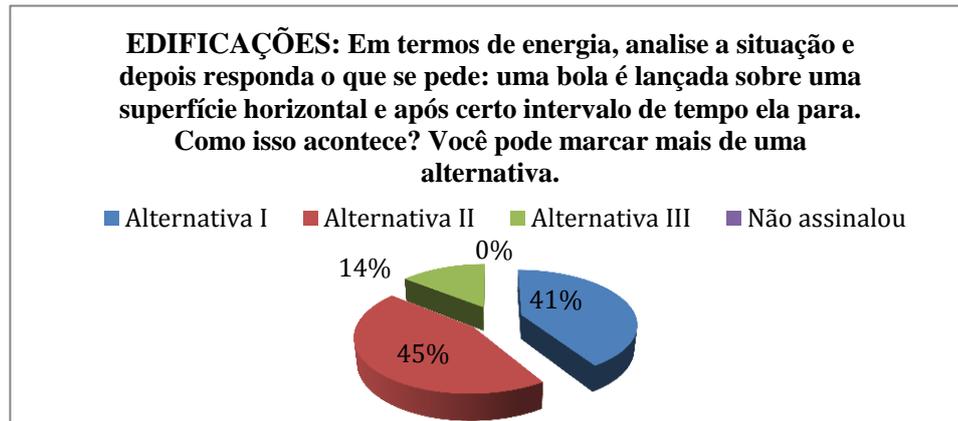
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 25 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 20



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 26 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 20



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Para a questão 21 verificamos os resultados que se seguem, vejamos o seu enunciado: No caso apresentado na questão anterior que transformações de energia pode ter ocorrido, mais precisamente:

- Energia cinética em térmica.
- Energia térmica em sonora.
- Energia cinética em térmica e em sonora.
- Energia cinética em sonora.
- Energia térmica em cinética.

Essa questão solicita uma única resposta, desse modo o pesquisador pretende verificar o nível de entendimento e a manifestação dos alunos quanto aos tipos de energia que eles identificam no fenômeno apresentado, além de verificar sobre como eles percebem as manifestações de energia que podem ocorrer em situações que ocorrem no seu cotidiano. O quadro abaixo mostra, de modo geral, o resultado apresentado pelos pesquisados foram:

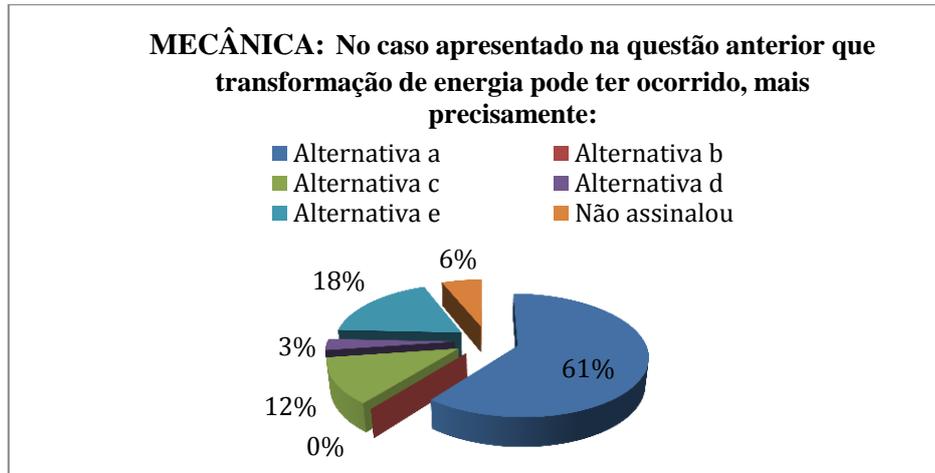
Tabela 4.8 – No caso apresentado na questão anterior que transformações de energia ocorrido, mais precisamente?

TURMA	Nº DE ALUNOS	ALTERN. A	ALTERN. B	ALTERN. C	ALTERN. D	ALTERN. E	NÃO ASSINALOU
Eletromecânica	33	20 alunos	0 aluno	4 alunos	1 aluno	6 alunos	2 alunos
Eletroeletrônica	29	11 alunos	2 alunos	6 alunos	1 aluno	9 alunos	0 alunos
Edificações	38	17 alunos	2 alunos	7 alunos	4 alunos	6 alunos	2 alunos
TOTAL	100	48 alunos	4 alunos	17 alunos	6 alunos	21 alunos	4 alunos

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

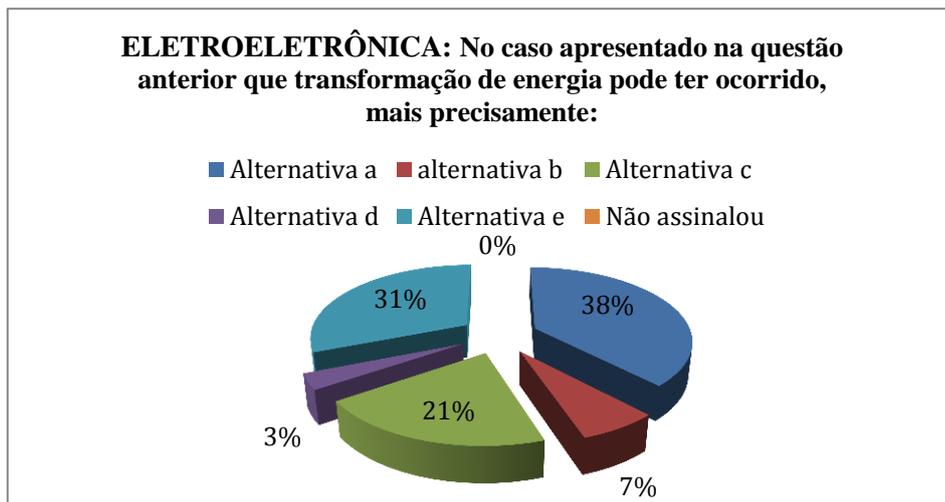
Apresentamos abaixo os gráficos relativos às respostas dos alunos, separados por turma:

Figura 27 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 21



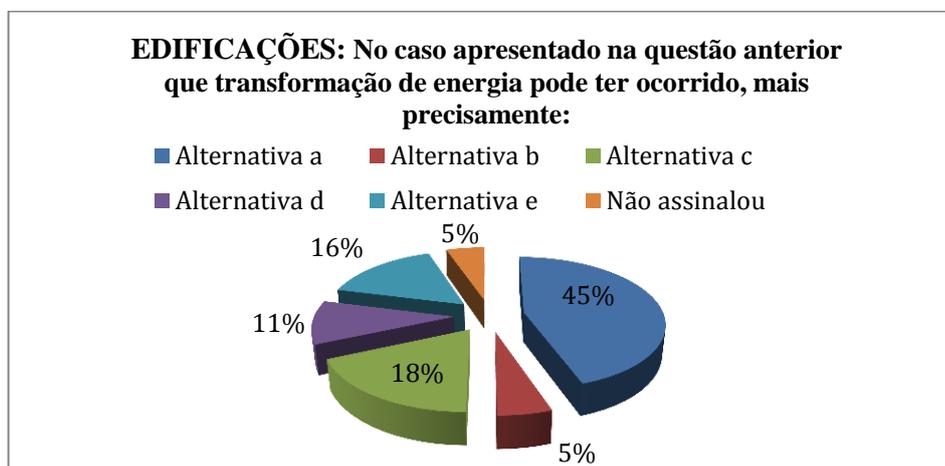
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 28 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 21



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 29 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 21



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Considerando-se que cientificamente a resposta correta é a alternativa c, observamos que a maioria dos alunos não conseguiu chegar a essa conclusão. Vemos também que a alternativa d que seria razoável como resposta, visto que apresenta um resultado parcial condizente com a resposta, foi uma das alternativas que menos foram citadas pelos alunos das três turmas. Parte dos alunos, cerca de 50% do total, considerou que ocorre apenas a transformação de energia cinética em térmica. Com essas observações verificamos que o tema energia não está bem consolidado como conhecimento pelos alunos das turmas investigadas, confirmando o que já se apresentava anteriormente com as outras questões. Do mesmo modo que já citado, esse resultado leva o pesquisador a ter que elaborar uma maior diversidade de estratégias para serem utilizadas durante o desenvolvimento da UEPS, com o intuito de proporcionar uma melhor ênfase nos conceitos que envolvem o calor como manifestação de energia.

Dando sequência às observações das respostas ao questionário, mais precisamente em relação à questão de número 22. Ela dizia: Dois corpos de temperaturas diferentes são postos em contato. Após certo tempo eles passam a ter temperaturas iguais. Sobre essa afirmação, responda com V para verdadeiro e F para falso:

- I.  a temperatura de um corpo passou para o outro e eles ficaram com temperaturas iguais.
- II.  ela é parte da teoria da conservação das massas.
- III.  os átomos do corpo mais quente saltam para o corpo mais frio.

Na apresentação das respostas para essa questão recorreremos a uma tabela, em separado, para o resultado de cada turma. Vejamos o que foi encontrado para a turma de eletromecânica:

Tabela 4.9 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 22 (eletromecânica).

ALTERNATIVA	V	F
I	19	8
II	10	17
III	19	8
TOTAL	48	33

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Verificando essas respostas, observamos que os alunos dessa turma, em sua maioria, para as alternativas I e III, consideraram a sentença como sendo verdadeira e a sentença II só foi considerada falsa por dezessete (17) alunos, um pouco mais da metade da turma. Cabe salientar que um aluno não respondeu à questão e cinco alunos apenas marcaram a mesma.

Para a turma de eletroeletrônica, encontramos o que segue:

Tabela 4.10 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 22 (eletroeletrônica)

ALTERNATIVA	V	F
I	18	8
II	4	22
III	18	7
TOTAL	40	37

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Verificando essas respostas, observamos que os alunos dessa turma consideraram como verdadeiras as alternativas I e III, e a maioria deles têm entendimento de que essa questão não se relaciona com a teoria da conservação das massas, como sugere a alternativa II. Ressalto que um aluno não respondeu à questão e dois alunos apenas marcaram a mesma.

Para a turma de edificações, encontramos os resultados apresentado no quadro abaixo:

Tabela 4.11 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 22 (Edificações)

ALTERNATIVA	V	F
I	26	7
II	12	20
III	15	18
TOTAL	53	45

Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Ao observar esses resultados, verificamos que uma quantidade significativa de alunos considerou que é a temperatura que passa de um corpo para outro para que ocorra o equilíbrio térmico. Vemos também que doze (12) alunos acreditam que a conservação das massas tem caráter decisivo na alternativa II e que uma maioria simples dos alunos considera que não são os átomos do corpo mais quente que saltam para o corpo mais frio. Vale destacar que três (3) alunos apenas marcaram alguma alternativa e um (1) aluno não respondeu a questão.

Para efeito de consistência matemática é necessário salientar que alguns alunos grafaram F ou V, em apenas uma das alternativas, logo não é possível ter um fechamento de 100% nos dados apresentados. Constatamos que, de modo geral, os alunos confundem calor com temperatura e com energia. A primeira alternativa teria que ser considerada falsa, no entanto a maioria dos alunos nas três (3) turmas pesquisadas considerou como sendo verdadeira, logo no decorrer da UEPS devemos encontrar meios que possibilitem uma maior compreensão dos alunos para esses termos citados acima. Destacamos ainda que a alternativa

III teria que ser considerada falsa, no entanto ainda observamos que muitos alunos acreditam que os átomos saltam de um corpo para o outro para que ocorra o equilíbrio térmico, mostrando que eles não têm noção de que a vibração dos átomos é que interfere na vibração do outro átomo, ocorrendo uma transferência de energia de um para o outro.

Prosseguindo com a observação dos resultados, verificados a partir do questionário respondido pelos alunos pesquisados, e na análise dos mesmos vamos para o que foi constatado para a questão de número 23: Você saberia relacionar, ou mesmo explicar, alguma situação que retrate a ideia do princípio da conservação da energia?

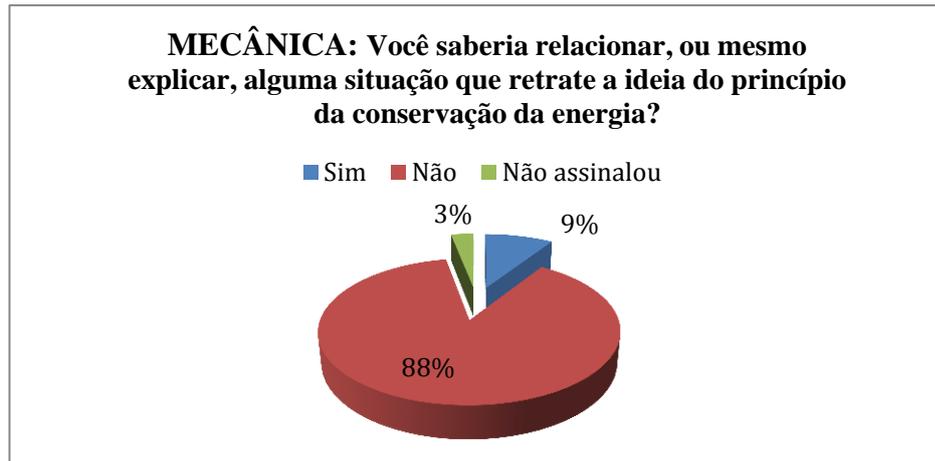
Sim. O que?

Não.

Para a turma de eletromecânica, apenas três alunos (3) marcaram Sim e apresentaram exemplos sem muita convicção e vagos, citaram “a geladeira”, “manter a mesma energia” e “baterias”. Vinte e nove (29) alunos assinalaram o Não e um aluno não respondeu. Dos alunos da eletroeletrônica, seis (6) disseram Sim e apresentaram os exemplos: três (3) afirmaram que corpos de temperaturas diferentes colocados em contato passam a ter a mesma temperatura; um (1) aluno escreveu que “na natureza nada se perde tudo se transforma”; outro relacionou “a mecânica do motor e a cinética” e um (1) aluno disse que “muitas pessoas num lugar frio, depois o lugar fica quente”. Dos que marcaram Não, foram vinte e dois (22) alunos e um (1) aluno não assinalou. Na turma de edificações, dois (2) alunos marcaram Sim e escreveram “amenizando o gasto e transformando para outros fins” e “a água esquenta devido a troca de calor com o ambiente”. O Não foi considerado para trinta e seis (36) alunos.

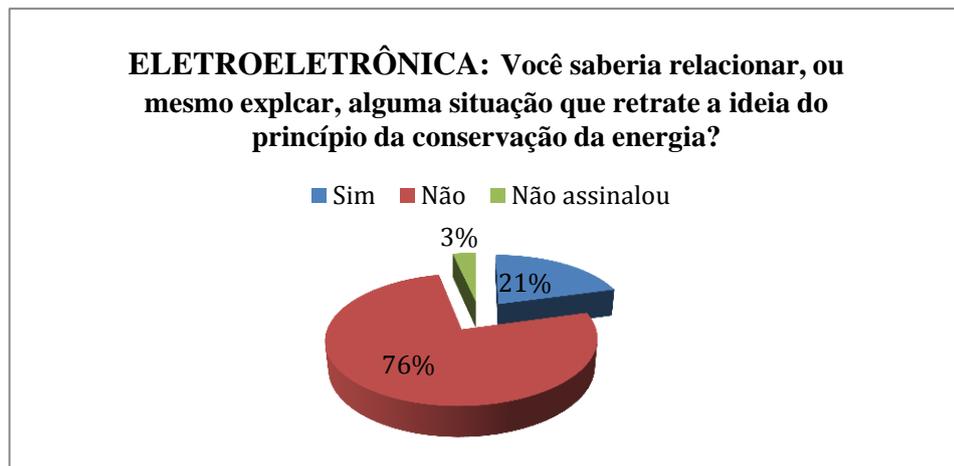
Fica evidente que a partir da consideração daqueles que marcaram a alternativa Sim, poucos souberam apresentar uma situação esclarecedora para o fato, demonstrando insegurança e mesmo falta de conhecimento em relação ao princípio da conservação da energia. Como a maioria dos alunos respondeu Não, podemos considerar que muitos de fato não sabiam dar um exemplo que representasse o princípio ou mesmo avaliar que alguns não quiseram ter trabalho com a justificativa da resposta a ser dada, caso tivessem assinalado o Sim, fato que deve ser considerado nas mais variadas pesquisas que são realizadas. A seguir apresentamos as respostas encontradas através de gráficos:

Figura 30 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 23



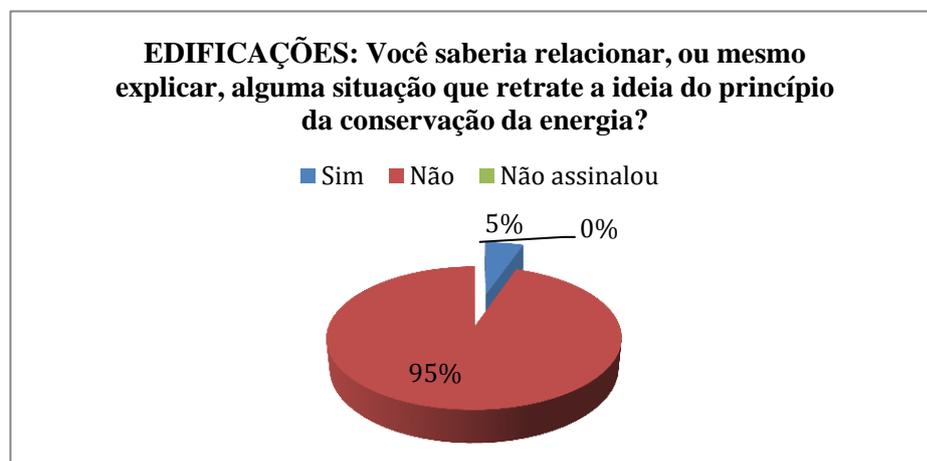
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 31 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 23



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 32 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 23



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Como vemos nas respostas dessa e das outras questões, os pesquisados apresentam uma grande dificuldade em manifestar seus conhecimentos quando tratamos de assuntos tão importantes e que estão presentes no seu cotidiano, como é o caso do conhecimento sobre a energia. Elas confirmam a necessidade de uma intervenção criteriosa na abordagem do tema. Há necessidade do desenvolvimento de estratégias que possam contemplar firmemente a apreensão de competências e habilidades que contribuam para a formação do educando ao longo de sua educação básica e para o ingresso na educação superior, caso seja importante para ele próprio.

Ao longo das manifestações apresentadas, tanto em sala de aula quanto a partir das investigações realizadas através dos questionários, o pesquisador passou a ter um bom entendimento dos conhecimentos prévios dos alunos podendo, desse modo, de acordo com o que é preconizado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A construção de uma UEPS mais fundamentada, elaborada a partir dos passos sequenciais abordados por Moreira, torna-se possível visto que o professor será capaz de conduzir o processo de forma mais segura, escolhendo estratégias concernentes ao que foi sugerido pelos alunos no questionário aplicado inicialmente e conforme o que foi percebido pelo professor diante das manifestações dos alunos no decorrer das aulas introdutórias referentes ao conhecimento abordado.

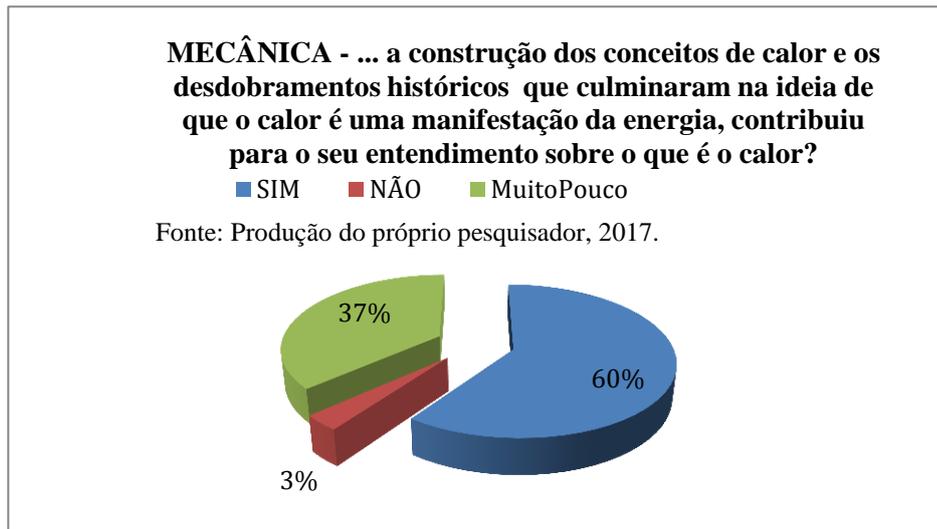
Ainda avaliando as respostas dadas pelos alunos, partimos agora para avaliar àquelas relacionadas com a avaliação da UEPS. Fica claro considerar que os alunos já tiveram as aulas correspondentes que foram planejadas de acordo com os aspectos já citados anteriormente. Devido à época da aplicação da avaliação da UEPS, final de período letivo (no campus Santa Inês, as disciplinas são desenvolvidas por semestre), nem todos os alunos participaram dessa avaliação, fato que não empreendeu prejuízo satisfatório para o trabalho. Para efeito de registro, dos alunos que realizaram a avaliação da UEPS, foram 31 da turma de eletromecânica, 25 alunos da turma de eletroeletrônica e 37 alunos da turma de edificações. Vamos começar considerando a primeira pergunta: A história da ciência vem sendo desenvolvida ao longo dos séculos. Você acredita que ao aplicar essa metodologia de ensino, intitulada UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), o professor ao apresentar o texto “Um breve Histórico sobre o Calor”, abordando a construção do conceito de calor e os desdobramentos históricos que culminaram na ideia de que o calor é uma manifestação da energia, contribuiu para o seu entendimento sobre o que é o calor?

(a) Sim      (b) Não      (c) muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_

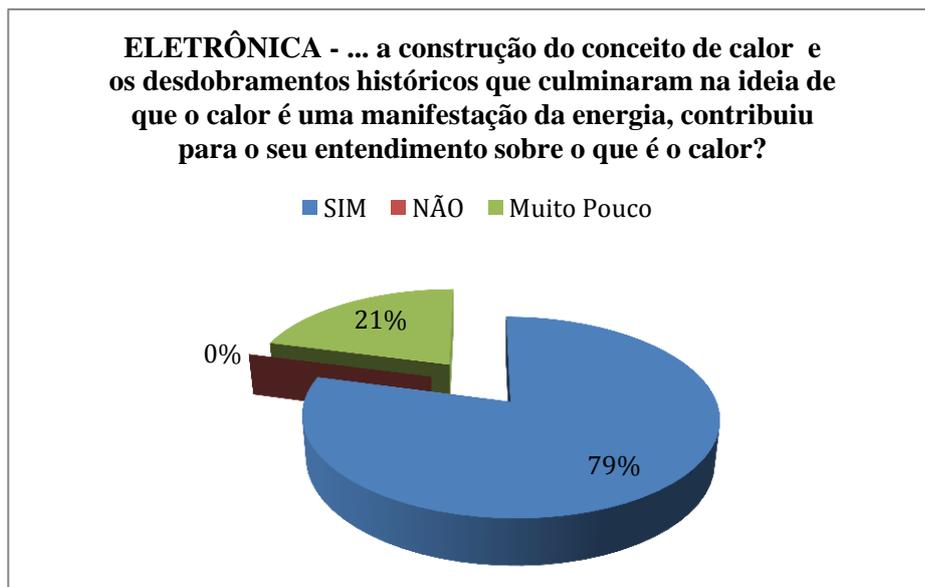
Como vemos a análise dessa questão deve ser realizada de duas maneiras: uma objetivamente (sim ou não) e a outra analisando o que foi explicitado por eles. Nessa segunda análise marcaremos apenas alguns alunos que tenham dado respostas significativas e que possam nos dar uma conclusão quanto às respostas ao que buscamos na pesquisa. Apresentamos a seguir um gráfico elucidativo para cada turma:

Figura 33 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 01 da Avaliação da UEPS.



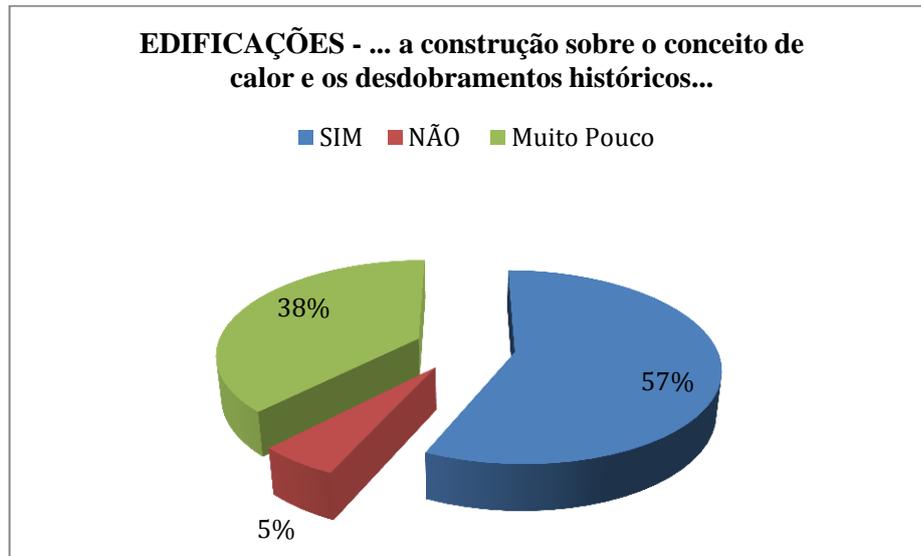
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 34 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 01 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 35 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 01 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Diante das afirmações apresentadas, constatamos que a maioria dos alunos entendeu que o texto facilitou o entendimento sobre o que é o calor, consideraram que os desdobramentos históricos que levaram a relacioná-lo como uma manifestação da energia foram importantes para consolidar os seus conhecimentos.

As explicações apresentadas pelos alunos das três turmas tiveram, de certo modo, algumas coincidências. Alguns alunos consideraram que é importante o uso da história da ciência no desenvolvimento das aulas, que facilita a compreensão mostrando como alguns “erros” colaboraram para a construção das teorias mais atuais. Outros alunos consideraram que a história da ciência é irrelevante e atrasa os conteúdos e que os cálculos ficam diminuídos com essa abordagem, não favorecendo a quem vai prestar exame nacional para o ensino médio (ENEM), por exemplo.

Vamos considerar alguns depoimentos apresentados em cada turma. Em Edificações um aluno disse que: “Apesar do fato de que muitas teorias no passado foram criadas com relação a esse assunto, e essas foram derrubadas mais à frente, esses equívocos nos ajudam a ter uma visão madura sobre o assunto, não permitindo que por algum acaso, cometamos erros em achar que a ciência não se faz também com o erro. Além disso, muitas vezes essas teorias possuíam princípios corretos em um determinado ponto, e foi graças a eles que a ciência pode prosseguir”. Outro aluno da mesma turma considerou que “a história da ciência contribuiu, mas seria melhor não se apegar a ela, pois no ENEM não irão cobrar perguntas sobre o calor e sim para nós resolvermos os cálculos”. Destacamos ainda a afirmação: “sim, inclusive

explicou a diferença entre calor e temperatura, esclarecendo assim minha dúvida”. “Seria melhor não se apegar a folha (texto), mas sim só em resolução de atividade, pois no ENEM não irão perguntar sobre o calor e sim para nós resolvermos o cálculo”.

Na turma de Eletroeletrônica, um aluno disse que sim, que é importante a História da Ciência que “com os fatos históricos apresentados no texto com toda a trajetória e as contribuições dos cientistas através dos experimentos que eles realizaram, foi mais fácil a abordagem do tema em sala de aula”. Já outro aluno da mesma turma disse que é importante esse estudo, pois “o texto era bem explicativo, trazia algumas argumentações que eu que já tinha estudado sobre o calor não sabia”. Outro argumentou que sim “já que dessa forma elimina-se o processo de aprendizado mecanizado, onde aprendia apenas a finalidade sem conhecer o processo”. “Os textos discutidos expandiram nossas áreas de conhecimentos na física e nos apresentaram os ícones que desenvolveram o conceito de calor, já que alguns, até então, eram desconhecidos”.

Em Eletromecânica, um aluno ponderou que a História da Ciência contribuiu sim e que “com as explicações trazidas pelo texto “um breve históricos do calor”, pude assimilar com mais facilidade a lógica do funcionamento de exercícios relacionados ao calorímetro”. Outro aluno afirmou que contribuiu muito pouco, pois “ajudou de certa forma o entendimento do contexto histórico sobre o calor e como foi que chegou ao conceito que temos hoje, mais faltou o entendimento na prática, no caso nas fórmulas e os cálculos”. “Sim, se eu não me engano calor latente é quando a temperatura não muda. Algumas substâncias precisam de mais calor do que outras para chegar a mesma temperatura. Calor é energia segundo Joule”. “Com as explicações trazidas pelo texto Um Breve Histórico sobre o calor”, pude assimilar com mais facilidade a lógica do funcionamento de exercícios relacionados a calorimetria”. “Ajudou de certa forma o entendimento do contexto histórico sobre o calor e como foi que chegou ao conceito que temos hoje, mas faltou o entendimento na prática (no caso, nas fórmulas e tal) teve muitas aulas que ficaram no tema histórico que eu acho que seria mais rápido ir direto ao ponto (principalmente pelo fato da sala não colaborar).

É importante lembrar que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’S) para a Física, preconizam que uma das competências gerais é a que considera a Ciência e Tecnologia na História, com objetivos de compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social. Assim sendo o texto “Um breve histórico sobre o calor” compartilhado na UEPS, intencionou compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físico, no caso inicial do tratamento

do calor como substância e a culminância como uma manifestação da energia, para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem considerar em qualquer momento o conhecimento como algo definitivo (PCN'S, 1998).

Analisando o conteúdo das respostas apresentadas, observamos que houve para muitos dos alunos uma melhora considerável em relação a alguns pontos que tinham sido discutidos anteriormente. Passaram a relacionar o tema, fazer a diferença entre os termos e percebem que a ciência é, de fato, construída ao longo da história e que proposições aceitas podem, com o passar do tempo, ser consideradas insuficientes dando origem a novas proposições. Os pesquisados conseguiram após o desenvolvimento da UEPS citar os nomes de alguns estudiosos que contribuíram com a evolução do conceito de calor, fato que não tinha sido possível de verificar antes da aplicação do trabalho. Logo se faz necessária a discussão dessa evolução dos conceitos e teorias, onde a discussão e a apresentação da história da ciência podem contribuir significativamente. No entanto a estratégia de ensino de usar textos envolvendo a história da ciência ainda pode ser considerada de vanguarda e não mecânica, visto que os alunos não estão acostumados com isso, pois se trata de uma atividade trabalhosa e que requer disponibilidade e envolvimento tanto por parte do professor quanto por parte dos alunos. Nesse contexto, Behrens (2011, p. 63), afirma:

Os professores, de maneira geral, têm provocado nos estudantes somente o uso do cérebro do lado esquerdo. Este lado domina a racionalidade científica e a memorização, que pode incluir novas informações no esquema existente das coisas, mas não instiga novas ideias. No entanto, o cérebro do lado direito, pouco contemplado na prática pedagógica do professor, desenvolve a intuição, a sensibilidade, a criatividade, a estética, o sentimento, e estabelece a conexão, permitindo ver o contexto e avaliar o significado.

Aqui podemos considerar como novas ideias, a abordagem de um tema com a utilização de um texto relacionando aspectos históricos e a própria construção dos conceitos a partir do texto e dos experimentos que foram sendo compartilhados ao longo da discussão do mesmo. Essa prática, por não ser corriqueira, pode ter levado alguns alunos a terem dificuldades em sua assimilação. Daí alguns alunos insistirem em afirmar que a boa aula que não leva a perda de tempo é aquela que vai direto ao ponto, aos cálculos que é o que vem a ser cobrado nos “vestibulares”, no ENEM, não perguntas sobre a história do calor ou mesmo sobre conceitos que envolvem os temas estudados. Eles assim entendem, provavelmente, por estarem acostumados com essa prática: memorização e utilização de fórmulas. Lembramos que essa prática não contribui para uma aprendizagem significativa, como considerado anteriormente, de acordo com Ausubel. Lembramos nesse contexto que torna-se apropriado

considerar uma educação para o futuro, onde o aluno deve ser instigado a relacionar o aprendido com aspectos mais gerais de sua formação, permitindo que o mesmo possa perceber a inadequação dos saberes desunidos, divididos, compartimentalizados e, por outro lado, que possam entender que os problemas estão postos de forma cada vez mais multidisciplinares, transversais, globais e planetários, levando assim a uma nova maneira de aprender (MORIN, 2003).

Para a questão de número 2 da avaliação da UEPS a formulação foi a seguinte: No texto, “um Breve Histórico sobre o Calor”, falou-se sobre muitos acontecimentos e a participação de “cientistas” na construção do conceitos de calor. Que situação mais lhe marcou e qual(is) cientista(s) envolvido(s) nela, contribuiu para a construção do seu conhecimento a respeito do calor?

Vemos que é uma questão aberta que relaciona o envolvimento do aluno com a metodologia e com o próprio texto. Destacamos a seguir algumas das respostas obtidas. Na turma de Eletromecânica foram citados “Helmholtz, Joule, Robert Mayer. O experimento de Joule que estabeleceu calor e energia”. “Lavoisier, com a lei da conservação das massas, e a Teoria do calórico que foram o estopim para o entendimento de energia na forma de calor”. Na turma de Eletroeletrônica um aluno considerou “quando o conde de Runford explicou e derrubou a teoria do calórico ao observar que ela não se aplica ao atrito”. Na mesma turma outro aluno disse que “Black, ao apresentar a ideia de que o que passa de um corpo para o outro não é a temperatura, quebrando assim alguns de meus entendimentos”. Outro aluno, da mesma turma, relatou que “o que mais me chamou atenção foi quando o conde de Runford, Benjamim Thompson, observou que, ao contrário do que se esperava de acordo com a teoria do calórico, a broca que produzia mais estilhaços na verdade não produzia tanto aumento de temperatura com a outra”. “Fourier com a sua ideia do calórico me fez compreender alguns fatores sobre o calor. Nessa turma também foram citados Joule, Stahl e Lavoisier.

Na turma de Edificações um aluno lembrou que “quando Lavoisier passa a considerar que o que propicia o equilíbrio térmico e a passagem de uma substância inerente ao corpo e imponderável, chamada de calórico”. “Joseph Black que ele observou que colocando um líquido com a temperatura elevada em contato com o gelo fundente, o líquido diminuía a temperatura de forma considerável”. “O experimento que mais me marcou foi o que Joseph Priesley usou ratos na sua experiência, onde Lavoisier confirma a teoria do calórico que para haver combustão era necessário a presença de oxigênio”. Outro aluno considerou “a experiência de Joseph Priesley com os ratos, mostrando que havia um ar essencial para a vida dos ratos (oxigênio)”. Houve também, para essa turma, a afirmação de que “a primeira lei da

termodinâmica na medida em que se considera o calor como forma de energia, alarga-se o princípio da conservação da energia da mecânica, incluindo todas as outras formas de manifestação da mesma”.

Em todas as perguntas realizadas pudemos tirar algumas conclusões que, de fato, contribuíram para a investigação na pesquisa. Evidente que devido a diversidade de alunos, encontramos também pouco interesse na interação por parte de alguns deles e respostas sem empenho, sem fazer questão em explicar qualquer fato. Aqui registramos muitas questões sem serem respondidas de forma construtiva, talvez por perceberem que a avaliação da UEPS não seria avaliada no sentido de interferir na sua nota acadêmica, fato que fizemos questão de orientá-los no início da aplicação da atividade.

Pudemos constatar, mais uma vez, que muitos alunos entendem que a história da ciência atrapalha os cálculos que eles tanto acreditam que são mais importantes e que são exigidos nos vestibulares e no ENEM. Mas acreditamos que são processos que devam ser superados desde que eles passem a ter um maior contato com esses aspectos históricos e com aulas que possam instigá-los mais, fazendo-os participar efetivamente. Como afirmado anteriormente, muitos dos alunos conseguiram relacionar os aspectos históricos com a participação dos estudiosos, citando seus nomes e seus feitos e percebendo os temas mais importantes envolvidos no desenvolvimento do trabalho. Outros alunos tiveram alguma dificuldade, e até confundiram alguns fatos, mas que devem ser considerados normais, visto que o conhecimento se constrói com erros e acertos.

As três últimas questões da avaliação da UEPS procuraram verificar junto aos alunos se os recursos pedagógicos e as estratégias utilizadas no desenvolvimento da UEPS foram, de fato, compatíveis com cada momento de sua utilização e facilitadores do processo de ensino aprendizagem. A utilização dos recursos foi sugerida pelos próprios alunos no início do trabalho e procuramos atender aqueles que mais se adequaram às possibilidades apresentadas no decorrer das aulas.

É oportuno confirmar que a UEPS foi pautada de acordo com o texto citado, procuramos apresentar as fundamentações teóricas relativas ao conteúdo à medida que o texto era discutido e apresentado aos alunos. Desse modo, na exibição dos vídeos, dos experimentos e dos demais recursos, sempre precisávamos de um mote encontrado no texto para em seguida reforçar a ideia apresentada com tais recursos.

A questão 3 da avaliação da UEPS verificou junto aos pesquisados: Na sua opinião, na aplicação da UEPS, a exibição de vídeos apresentada pelo professor favoreceu o seu

entendimento sobre o assunto e essa exibição foi compatível com o momento do texto que foi trabalhado em sala de aula, ou seja, o texto “Um breve histórico sobre o calor”?

( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_

Para essa indagação, encontramos as mais diversas respostas. Apresentaremos, a seguir, o levantamento percentual das respostas apresentadas. Na turma de eletromecânica obtivemos que 60% dos alunos consideraram que “sim”, a exibição de vídeos favoreceu o entendimento do conteúdo, no entanto 17% consideraram que “não” favoreceu; 20% consideraram que favoreceu “muito pouco” e 3% não opinaram. Na turma de eletroeletrônica, 79,2% dos alunos responderam “sim”, 20,8% dos alunos disseram que favoreceu “muito pouco” e nenhum aluno considerou que a exibição de vídeo “não” favorecia o entendimento. Para 56,8% dos alunos da turma de edificações a exibição de filmes é “sim” favorável ao entendimento dos conteúdos, 37,8% que é “muito pouco” e 2,7% que “não” é favorável. Muitos dos alunos que responderam à questão, não explicaram sua resposta. Como já foi discorrido nesse trabalho, podemos considerar que é um ato compatível com aqueles que não querem se demorar nas respostas ou mesmo que não têm segurança nas mesmas. Avaliamos como satisfatório o percentual de alunos que admitiram que os vídeos ajudaram no aprendizado e que foi um momento importante da UEPS.

Daqueles que responderam sim, pudemos registrar que muitos afirmaram que aliar o vídeo com o texto e as explicações sobre o tema trás uma melhor compreensão do conteúdo. Um aluno da turma de eletromecânica escreveu: “os vídeos são chamativos e envolventes, pois as imagens chamam a atenção do aluno, e também trazem o que já foi visto no quadro e no texto”. Outro aluno afirmou: “sem o vídeo não seria possível entender como a experiência de Joule funcionava”. “O vídeo foi um complemento para o texto, os dois serviram para a fixação do conteúdo”. Na turma de eletroeletrônica, um aluno registrou: “pois trouxe algumas referências sobre o calórico e o flogístico”. Outro afirmou: “com o vídeo nós tivemos uma noção do que era o assunto e logo após com o texto fixou ainda mais o conteúdo apresentado”. Na turma de edificações, um aluno registrou: “sim o vídeo estava coerente com o conteúdo e eu gostei do vídeo que falava sobre o Lavoisier e os experimentos”. Para outro aluno: “a exibição dos vídeos foi uma ideia ótima, uma vez que os mesmos podem ser encontrados na internet para futura revisão”.

Em relação aos alunos que disseram não, na turma de mecânica um aluno disse: “porque o vídeo não era nem um pouco interessante”. Outro afirmou: “nem um pouco, pois eu não lembro do filme”. Na turma de edificações um aluno assinalou: “na verdade eu não prestei muito a atenção”. Outro afirmou: “não entendi sobre o assunto do vídeo, e nem a relação dele com o texto”.

Quanto aos alunos que consideraram “muito pouco” como resposta, observamos que na turma de eletromecânica, um afirmou: “o vídeo não ajudou muito pois não prendeu minha atenção o que foi excelente foi o texto trabalhado. Mas pelo o que me recordo do vídeo eu não achei que ele explorou muito o mesmo assunto do texto”. Outro ponderou: “os vídeos ajudaram na visualização do experimento de Joule, entendimento do seu funcionamento, entretanto, nada além disso”. Na de eletroeletrônica um aluno considerou que: “até que foi conivente com o apresentado no texto, porém os vídeos eram cansativos e um pouco chatos”. Quanto à turma de edificações, um aluno considerou: “um pouco mais eu preferiria que esses vídeos passassem algo relacionado ao que é calor de fato e não sobre teorias que não são usadas atualmente”. Outro aluno registrou: “não que os vídeos fossem ruins mas em sua grande parte eram muito antigos. Somavam? Somavam. Mas era monótono, sem muita dinâmica”. Outro aluno afirmou: “em mundo de History e NationalGeographic telecurso é obsoleto!”.

Como considerado anteriormente, entendemos como satisfatória a quantidade de alunos que responderam “sim” para a pergunta realizada. Vemos que conseguir relacionar o vídeo ao texto e somar o seu conteúdo com o tema abordado sugere que foi significativo a exibição do vídeo e que também o momento de sua exibição foi oportuno no decorrer da aula.

Quanto aos alunos que preferiram não responder, consideramos que, de modo geral, existem nas mais variadas salas de aula, alunos que não se preocupam com sua aprendizagem e não fazem qualquer esforço para isso. Aos que disseram “não” ter havido utilidade ou significação a exibição do vídeo, lembramos que no decorrer da UEPS foram exibidos 3 vídeos, de curta duração, todos didáticos e relacionados ao texto, para que o aluno não consiga ver nenhuma utilidade dos mesmos e nem lembre de qualquer um deles é uma constatação da falta de envolvimento desses alunos, fato que considero normal em sala de aula, mas que deve ser modificado com ações conjuntas na instituição. Fizemos uma introdução da UEPS exibindo um vídeo sobre Lavoisier e George Sthal que apresentavam o calor como substância, relacionando o calórico e o flogisto. Esse vídeo, de fato, não era uma gravação recente, no entanto apresentou entrevistas, animação e história, tudo apresentado de

forma simples, com linguagem acessível e de fácil assimilação, desse modo entendemos que não comprometeu a metodologia utilizada e nem o aprendizado dos alunos.

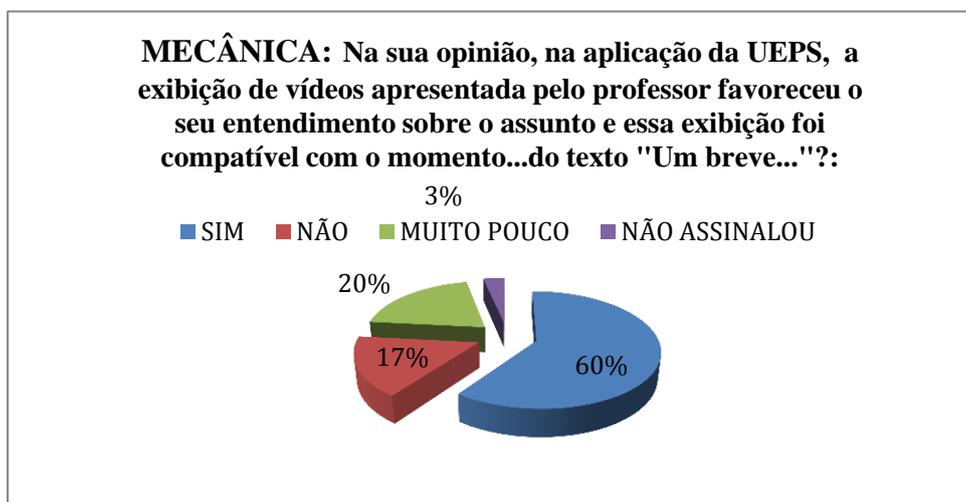
O segundo vídeo exibido foi sobre o experimento de Joule que era uma animação e que foi repetido algumas vezes, com o pesquisador explicando o passo a passo do experimento e fazendo uma reapresentação (conteúdo do 1º ano) das modalidades de energia mecânica e sobre a conservação da mesma, fato que culminou na afirmação sobre o equivalente mecânico para o calor ( $1 \text{ cal} \approx 4,18 \text{ J}$ ). O terceiro vídeo foi uma apresentação de um modelo de máquina a vapor onde, de forma artesanal, os alunos puderam perceber o seu funcionamento para o caso de uma serra, logo uma aplicação caseira para tal máquina.

Dos alunos que responderam “muito pouco” para essa questão, percebemos que muitos acharam que os vídeos eram antigos e que existem coisas mais atuais para serem apresentadas. De fato, deve haver vídeos mais recentes, no entanto a leitura que o pesquisador faz em relação aos vídeos exibidos é que eles atenderam aos objetivos da UEPS, no sentido de serem de pouca duração e que por isso não seriam enfadonhos para os alunos. Vemos que é um ponto a ser melhorado para o desenvolvimento de outra UEPS.

Diante das respostas assinaladas, observamos que os alunos gostariam que mais vídeos fossem exibidos ou que pelo menos fossem mais diretos e um pouco mais extensos, apresentados na forma de documentários, visto que um aluno citou vídeos exibidos em canais de TV que têm esse enfoque, principalmente, e que os apresentados em sala de aula foram de duração de, no máximo, 10 minutos.

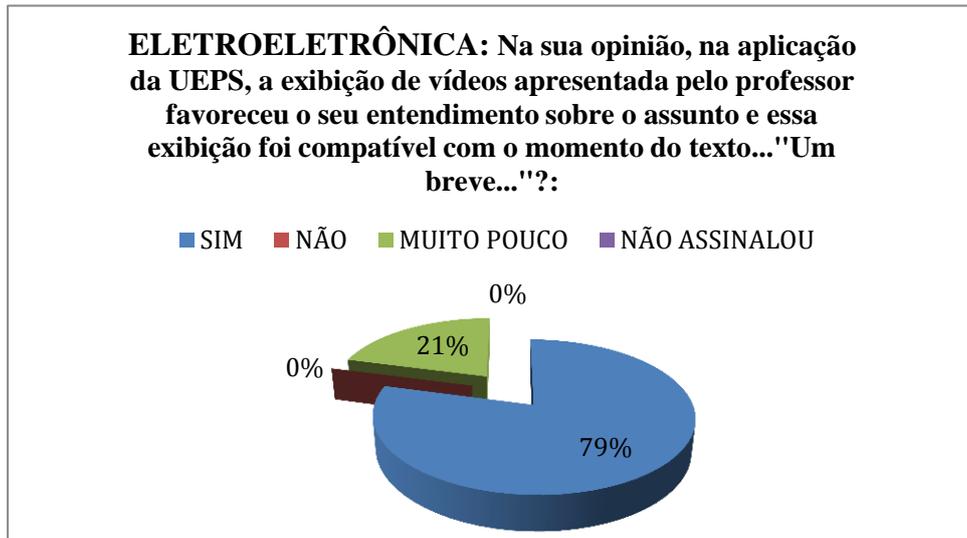
A seguir apresentamos, para que se torne mais claro o entendimento, os gráficos relativos às respostas dos alunos para a terceira questão da UEPS:

Figura 36 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 02 da Avaliação da UEPS.



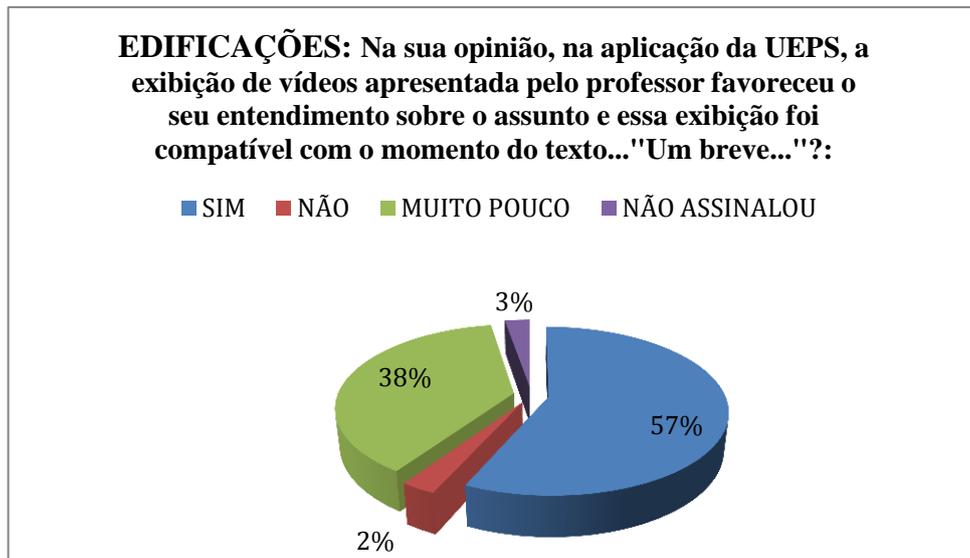
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 37 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 02 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 38 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 02 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Finalizando a fase de análise às respostas apresentadas pelos pesquisados, vamos avaliar as respostas às duas últimas questões da UEPS. A quarta questão perguntava: Na aplicação da UEPS foram utilizadas algumas ferramentas metodológicas, como por exemplo, a apresentação de experimentos. Você acredita que essa ferramenta possibilitou uma melhor adequação entre o conhecimento referente ao calor, abordado no texto (“Um breve histórico sobre o calor”) e sua aprendizagem sobre o tema? ( ) sim ( ) não ( ) muito pouco.

Na turma de eletromecânica, de um total de 30 (trinta) alunos, 22 (vinte e dois) consideraram que os experimentos possibilitaram uma melhor adequação ao texto, 3 (três) consideraram que não, 4 (quatro) que possibilitaram muito pouco e 1 (um) não respondeu. Um aluno apresentou o seguinte depoimento: “quando o professor trouxe o calorímetro, ele confirmou na prática o que eu li no texto que a água em ebulição não muda a sua temperatura”. Outro registrou: “aprender e ver na prática é mais interessante do que pincel e quadro”. “Que diferentes substâncias tem seu dito coeficiente e chegam a temperaturas diferentes em determinado tempo”. Um aluno que registrou não, afirmou: “experimento não ajuda na aprendizagem, somente serve para deixar a aula menos chata”.

Dos 24 alunos da turma de eletroeletrônica, 21 (vinte) disseram sim na resposta. Para o não, foi 1 (um) aluno e 2 (dois) alunos assinalaram muito pouco para essa questão. Um aluno que respondeu sim, afirmou: “tivemos um noção na prática sobre a propagação do calor, além de outros experimentos envolvendo a termodinâmica”. “Gostei do experimento da condução do calor com os pingos de vela e da convecção com a hélice girando”. Também houve o registro, de outro aluno: “isso possibilitou um melhor conhecimento, pois a maioria das aulas que nós temos, são aulas teóricas e chatas, com a implementação do experimento, isso deu mais flexibilidade à aula e ajudou mais na disseminação do nosso conhecimento”. Um aluno que respondeu “muito pouco”, afirmou: “por que às vezes eu não entendia os experimentos”.

Para os 37 alunos da turma de edificações, apuramos o seguinte: 24 (vinte e quatro) deles assinalaram sim para essa questão, 2 (dois) que não e 11 (onze) que muito pouco. Destacamos os depoimentos: “o experimento da máquina a vapor aplicado em sala de aula, contribuiu muito pouco para o aprendizado, sendo também relativamente complicado para ser feito só pelos alunos, diferente do experimento com os calorímetros que me ajudou a entender sobre as propriedades do calor sensível e latente”. Outra afirmação: “não dava de ter uma boa visualização dos experimentos para todos”. Um aluno anotou: “os experimentos na minha opinião foi a ferramenta que mais possibilitou aprendizado, pois o mesmo mostra uma aplicação com a qual lidamos diariamente”. “Sim. Pois fixou a teoria. Gostei da experiência mostrando os tipos de propagação do calor”. Um dos alunos, externou: “experimentos até que de vez em quando são legais mas a verdade é que eu nem ligo para o que foi falado, a maioria não leva esses ensinamentos para casa porque não é muito proveitoso quando se tem poucos horários”.

Considerando as respostas e a análise do discurso apresentado pelos alunos, avaliamos a metodologia dos experimentos realizados como satisfatória, os próprios números revelam

essa avaliação, apesar de muitos dos pesquisados não terem se aprofundado nas declarações apresentadas acerca dos procedimentos desenvolvidos durante as aulas.

Vale ressaltar que todos os experimentos realizados foram semelhantes ao modo como é caracterizado o laboratório de demonstrações, ou seja, aquele em que o professor exerce um papel ativo e o aluno é um espectador. O professor ilustra tópicos abordados em sala de aula, até mesmo complementando-os, com o intuito de facilitar a aprendizagem do aluno e tornar mais agradável a relação professor aluno e mesmo o conteúdo trabalhado em sala de aula. O pesquisado passa a desenvolver o seu senso de observação e de reflexão (PINHO ALVES, 2000). Para um melhor aproveitamento na utilização do laboratório de demonstração, procuramos levar em consideração, de acordo com Oliveira (2010):

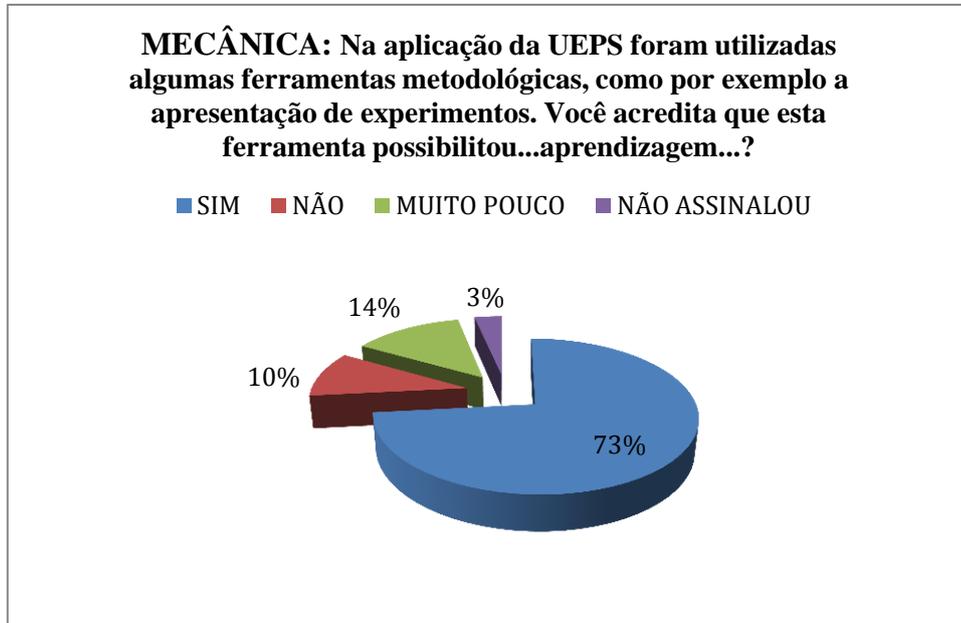
- antes da realização da demonstração, explicar o que se pretende fazer na aula.
- durante a realização do experimento, solicitar que os alunos observem cuidadosamente todas as etapas e destaquem o que lhes chamou a atenção.
- ao final da demonstração, questionar novamente os alunos sobre as explicações para o experimento apresentado.
- revisar o modelo utilizado no fenômeno observado, comparando com as ideias prévias dos alunos.

Devemos destacar que algumas considerações foram plausíveis com o modo como os experimentos foram apresentados, ou seja, alunos sem ter o devido entendimento do próprio experimento, outros considerando que a atividade não era interessante, pois consideravam que não seria cobrada no ENEM. Outros alunos disseram que não conseguiram ver a realização do experimento e aqueles que consideraram que eram poucos horários. De fato, uma das funções do laboratório demonstrativo é o de trabalhar os conteúdos concomitantes aos experimentos, devido à falta de tempo para a realização mais demorada das atividades. Quanto a não conseguir ver a atividade, acredito que possa ter ocorrido um pouco de desinteresse, visto que o professor teve o cuidado de chamar os alunos, que os mesmos se organizassem e dessem a oportunidade para que todos pudessem participar da visualização.

Ressalta-se que o pesquisador interagiu com os alunos no sentido de provocá-los para os fenômenos que estavam por ser verificados, perguntando-os sobre o que poderia acontecer e sobre os porquês de ter acontecido daquela maneira, após a realização do experimento, como preconizado por Oliveira, conforme destacado acima. Outra consideração pertinente é que no questionário aplicada no início da UEPS, eles foram solicitados a apresentar os tipos de metodologias que gostavam que fossem utilizadas em suas aulas, a maioria dos alunos citou que os experimentos eram as que eles mais gostavam que fossem utilizados.

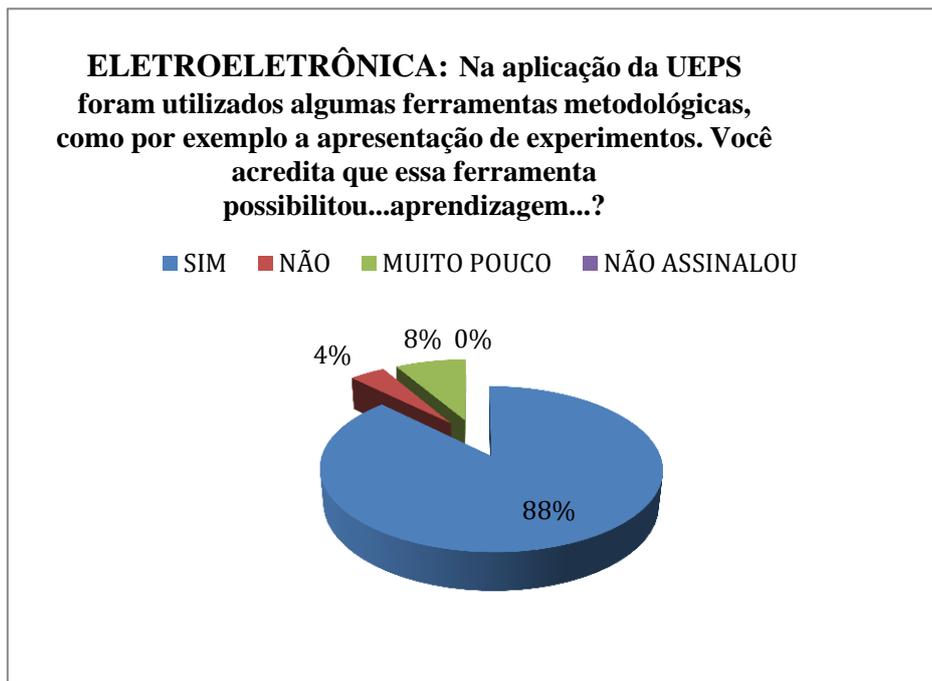
Verifiquemos agora os gráficos que apresentam as respostas dos pesquisados para essa questão da avaliação da UEPS:

Figura 39 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 04 da Avaliação da UEPS.



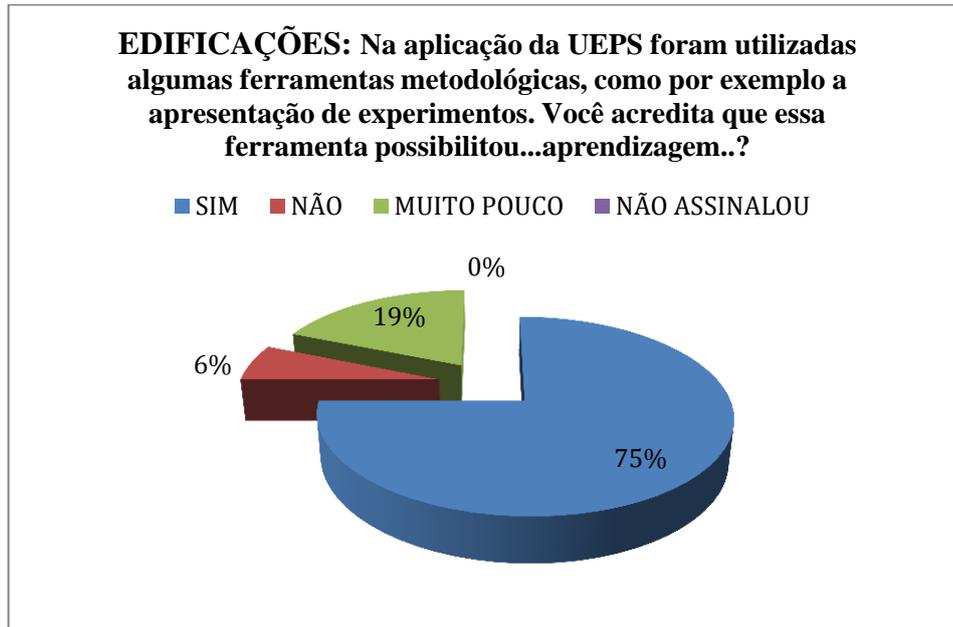
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 40 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 04 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 41 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 04 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

A questão de número 5 da avaliação da UEPS indagava: No desenvolvimento da metodologia apresentada (UEPS) alguns procedimentos foram utilizados, como por exemplo, o quadro branco e slides, em vários momentos da aula, além de atividades para casa, através de emails (atividade que foi intitulada sala de aula invertida), a fim de facilitar o processo ensino aprendizagem. Você acha que esses procedimentos foram adequados e surtiram efeito positivo para o aumento do seu conhecimento? ( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

Dos trinta (30) alunos da turma de eletromecânica, dezesseis (16) afirmaram que sim os procedimentos foram adequados e surtiram efeito, oito (8) afirmaram que não, cinco (5) disseram que muito pouco e um (1) não respondeu. Observando o relato dos alunos quanto a suas convicções sobre a resposta à pergunta, verificamos que daqueles que disseram sim concordaram com as atividades, mesmo sabendo da dificuldade de que muitos não têm acesso a internet em casa e na escola não era possível muitas das vezes, visto que os poucos computadores estavam sempre ocupados. Um dos alunos escreveu: “As atividades para casa são fundamentais para que o aluno consiga fixar o assunto na mente. Não achei os e-mails eficientes porque muitos dos alunos não tem computador ou celular para poder visualizar e muitas vezes outros colegas não avisavam que tinha atividade. Portanto continuo acreditando que os trabalhos e atividades devem ser passados em sala de aula”. “Só assim pude por em prática o que vinha sendo estudado em sala, pratiquei as fórmulas apresentadas, calor latente, calor específico e o fluxo de calor”. Outro aluno, esse respondendo não, assinalou: “os e-mails

só me fizeram perder pontos em atividades, provas e trabalhos, porque nem todo mundo tem acesso a internet, esses computadores dessa escola toda vez em que eu vou lá tem pessoas mexendo”.

Na turma de eletroeletrônica (24 alunos fizeram a avaliação), vinte (20) afirmaram que as atividades foram adequadas e surtiram efeito positivo para o aumento do conhecimento, um (1) disse que não, dois (2) afirmaram que muito pouco e 1 não respondeu. Um dos alunos que respondeu sim, registrou: “além de aprendermos com a aula propriamente dita, as atividades serviam de testes. Os slides contribuíram de forma visual”. Outro registrou: “confesso que até me interessei mais por física com essa metodologia, facilitou muito meu entendimento e não se tornou monótono”. Os alunos que assinalaram outras alternativas não se manifestaram através de palavras.

Os trinta e sete alunos (37) da turma de edificações assinalaram assim: dez (10) afirmaram sim, doze (12) que não, treze (13) que muito pouco e dois (2) não assinalaram. Daqueles que disseram sim, destacamos: “sim, mas só aprendi a teoria, faltou os cálculos que vimos por alto”. Outro: “sim, pois os mesmos nos fazem ir em busca de novos conhecimentos sobre o assunto”. Assinalaram o não, e afirmaram: “sinceramente os slides ajudaram um pouco, porém os emails me estressam muito, visto que já havia milhões de coisas para estudar de outras matérias e levando em consideração que já passamos nossa maior parte do tempo na escola. Os emails não foram eficazes. Fora que poucas questões foram resolvidas no quadro. Fora ainda que muitos não tem acesso a internet”. Um aluno que assinalou muito pouco afirmou: “passar atividade por email não foi algo eficiente, slides e as informações no quadro ajudam muito. Mas é importante melhorar o método de ensino e cobrar o conhecimento”.

Destacamos que na aplicação da atividade de verificação de sugestões de estratégias metodológicas, algumas respostas realizadas pelos alunos foram levadas em consideração para que pudéssemos realizar as atividades que foram desenvolvidas em sala de aula durante a UEPS. Considerando todas as três (3) turmas, cem (100) alunos, como relatado anteriormente, 82% afirmaram que tinham aparelho celular com acesso à internet, logo quando eles apresentam em suas explicações para as respostas realizadas que o envio de atividades por email não ter sido uma boa estratégia por não terem como realizar tais atividades, entendemos como contraditório, visto que mesmo com a internet não sendo de boa qualidade no campus ainda assim seria possível fazer algumas das atividades solicitadas via email. Vemos, também, que a falta de prática na realização de pesquisas não está condizente com o que eles consideraram para outra pergunta realizada nesse questionário: Você é solicitado pelo professor de Física a fazer pesquisas sobre os temas abordados em sala de aula? ( ) sim ( )

não. Observamos que 77% dos alunos afirmaram que sim, logo percebemos uma inconsistência nas respostas realizadas, visto que os alunos já deveriam estar acostumados com essa atividade.

Outra resposta explicativa dos alunos que cabe um comentário é que eles, de modo geral, têm resistência às estratégias de ensino que primem pela construção do conhecimento. Na análise de seus textos observamos que eles gostariam que as aulas fossem mais diretas e com o desenvolvimento de cálculos, fato que fica claro em algumas afirmações destacadas acima e que denotam um costume que os alunos têm com o “treinamento” nas aulas que eles assistem com frequência. De acordo com Moreira (2016, p. 139), normalmente na escola, e essa prática nos leva a lembrar do termo treinamento citado acima:

Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo após. Esta é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno.

Considerando que a formação dos alunos pode ser permeada de situações como as descritas acima, temos que ter a sensatez e acreditar que a tarefa de educar não é das mais fáceis, não culpando o aluno por ter sentimentos mecanicistas, voltados pra o treinamento, quanto à forma como a educação é realizada. Mesmo sendo uma instituição de formação técnica, muitos dos alunos que lá se encontram têm o sonho da formação superior e, desse modo, no decorrer de suas formações foram levados a acreditar que a melhor maneira de chegar a esse objetivo é o de memorizar fórmulas e de serem formados sem levar muito em conta a construção de seu senso crítico e contestador.

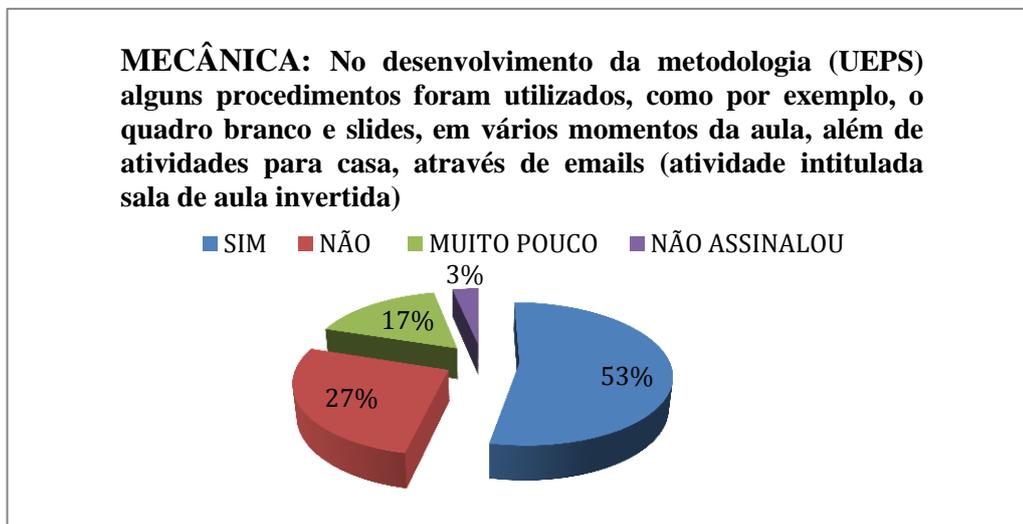
No envio de atividades através do email da turma, tivemos a intenção de ganhar tempo quanto ao período de realização da UEPS. Foram atividades que envolveram leitura do texto, do próprio livro texto, a exibição de vídeos e a realização de experimentos, dentre outras. Intencionamos, para esse fim, utilizar a metodologia intitulada Sala de Aula Invertida.

A sala de aula invertida, também conhecida como Flipped Classroom, vem sendo utilizada em diversas áreas do conhecimento, principalmente na Física, ela propõe uma solução para os problemas decorrentes da crescente utilização dos computadores e tablets pelos alunos que buscam respostas rápidas para suas inquietações. Esses alunos consideram as aulas expositivas e de pouca interatividade com o professor e demais colegas de classe, como sendo desmotivadoras. Decorre desse perfil a dificuldade que o professor tem em conseguir atingir uma aprendizagem significativa para os mesmos. Essa metodologia consiste em promover o contato com os tópicos a serem discutidos em sala de aula, após uma intervenção

prévia desses conteúdos. O professor pode solicitar para a realização em casa (fora de sala de aula) que o aluno faça leituras complementares, resolução de exercícios, dentre outras atividades. Os alunos são levados, de forma colaborativa, a participar na construção da aula, ou seja, centrar o ensino em suas manifestações, ressignificando o papel do professor para além da transmissão de informações. Com isso ganha-se tempo para discussões mais pormenorizadas voltadas para os conceitos, experimentos e histórias da física, por exemplo. (Física na Escola, v. 14, n. 2, 2016).

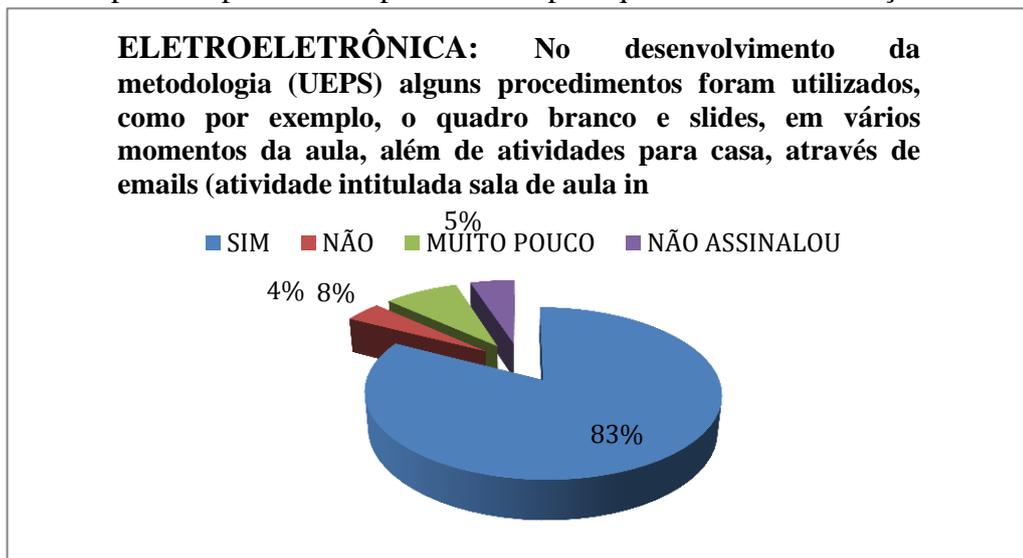
A seguir apresentamos os gráficos relacionados à questão 5 da avaliação da UEPS.

Figura 42 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 05 da Avaliação da UEPS.



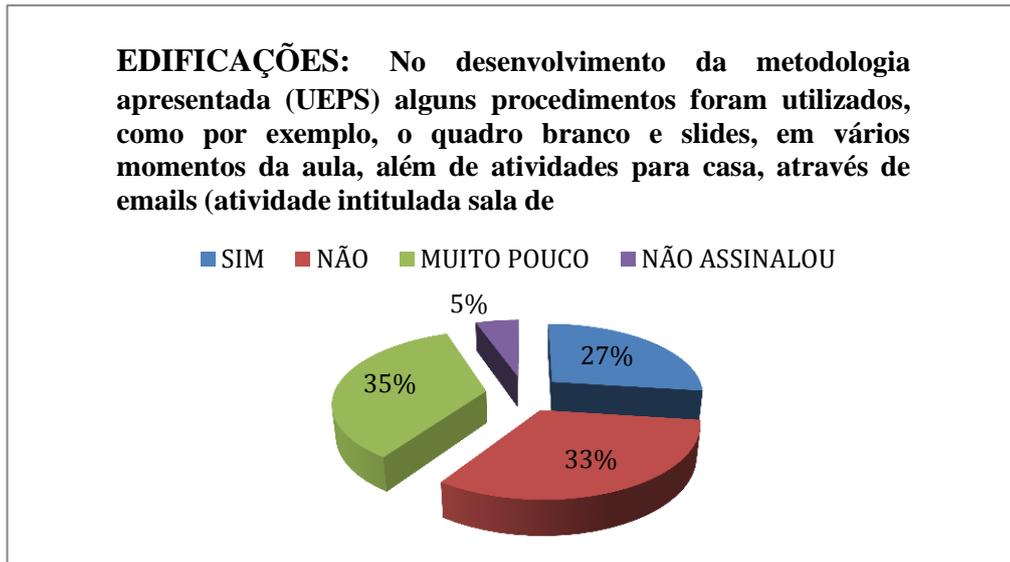
Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 43 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 05 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 44 - Respostas apresentadas pelos alunos para questão 05 da Avaliação da UEPS.



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Sabemos que historicamente as notas dos alunos na disciplina Física não são elevadas, devido as dificuldades apresentadas no entendimento dos fenômenos e do próprio conhecimento matemático ser deficitário, comprometendo consideravelmente o aprendizado. Ao se utilizar uma metodologia de ensino, desenvolver estratégias que possam melhorar o desempenho do aluno, o professor avalia se o trabalho foi satisfatório. Ele procura analisar qualitativa e quantitativamente o desempenho do aluno. Vale destacar que avaliar é realmente um ato complexo e que muitas variáveis devem ser levadas em consideração. De acordo com Oliveira (2017, p.151):... a avaliação não deve ser concebida e muito menos realizada como um ato isolado, pois ela implica em totalidade, influenciando, de uma forma ou de outra, na prática docente.

Com o intuito de investigar a possibilidade dos alunos terem obtido, ou não, uma aprendizagem significativa com a metodologia desenvolvida, resolvemos comparar suas médias escolares do primeiro com as do segundo bimestre, no qual foi desenvolvido a UEPS), verificando a possível evolução de suas notas no decorrer do processo. Sabemos que ao avaliar não podemos considerar apenas questões quantitativas, visto que alguns aspectos qualitativos podem ser observados e que traduzem uma evolução no aprendizado do aluno, podemos citar como exemplo: a mudança na linguagem, o reconhecimento teórico do tema que está sendo trabalhado, a relação do mesmo conteúdo com outros aspectos da vida cotidiana do aluno, etc. Zabala (1998, p. 197), relata sobre esse fato:

Quando a formação integral é a finalidade principal do ensino...os conteúdos de aprendizagem a serem avaliados não serão unicamente conteúdos associados às

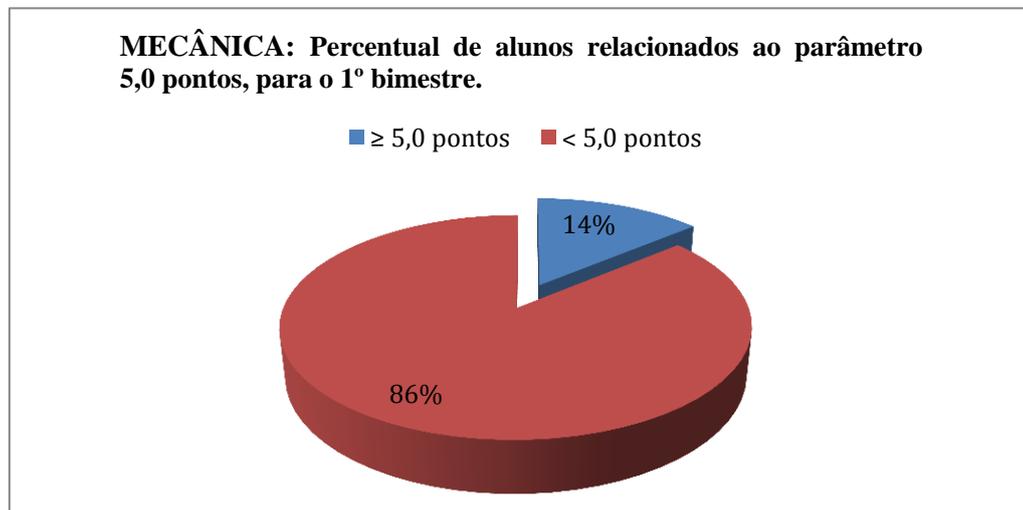
necessidades do caminho para a universidade. Será necessário, também, levar em consideração os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que promovam as capacidades motoras, de equilíbrio e de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social.

Feitas essas considerações, reiteramos que esse comparativo se restringe a uma tentativa de apresentar, para efeito de parâmetro, se em termos de média houve evolução cognitiva em relação ao bimestre anterior e avaliar se a metodologia surtiu efeito no processo.

As médias consideradas serão retiradas do site de inserção de notas, o Q – Acadêmico Web, utilizado pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão (IFMA), campus Santa Inês, logo são dados reais que correspondem à realidade da instituição e de cada aluno. Outro fato relevante nessa análise é que consideraremos como significativas as notas a partir de 5,0 pontos, portanto 50% dos pontos trabalhados, desse modo faremos uma comparação de acordo com esse parâmetro para os dois bimestres de 2017.1. Para o primeiro bimestre, consideramos as notas das atividades sem a recuperação. Destacamos ainda que os critérios avaliativos nos dois bimestres foram praticamente os mesmos, observamos os acertos decorrentes das provas aplicadas e do qualitativo dos alunos (participação, frequência, colaboração, etc.).

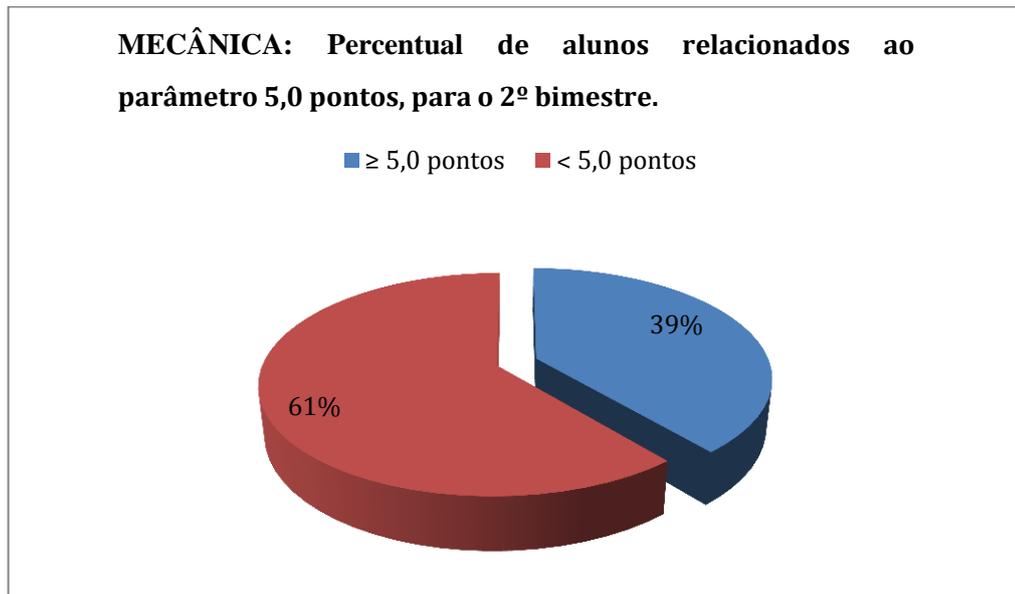
Considerando a turma de eletromecânica, 36 alunos frequentes, pudemos observar que enquanto que no 1º bimestre do ano de 2017.1 apenas 5 alunos obtiveram nota a partir de 5,0 pontos, no 2º bimestre observamos que esse número subiu para 14 alunos. Podemos observar que mesmo estando em um patamar inferior à metade dos alunos, houve uma melhora das médias com o desenvolvimento da UEPS. Gráficamente iremos comparar para cada bimestre, separadamente, a quantidade de alunos que obtiveram notas a partir de 5,0 pontos com aqueles alunos que ficaram com notas abaixo de 5,0 pontos.

Figura 45 - Percentual de alunos relacionados ao parâmetro utilizado



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

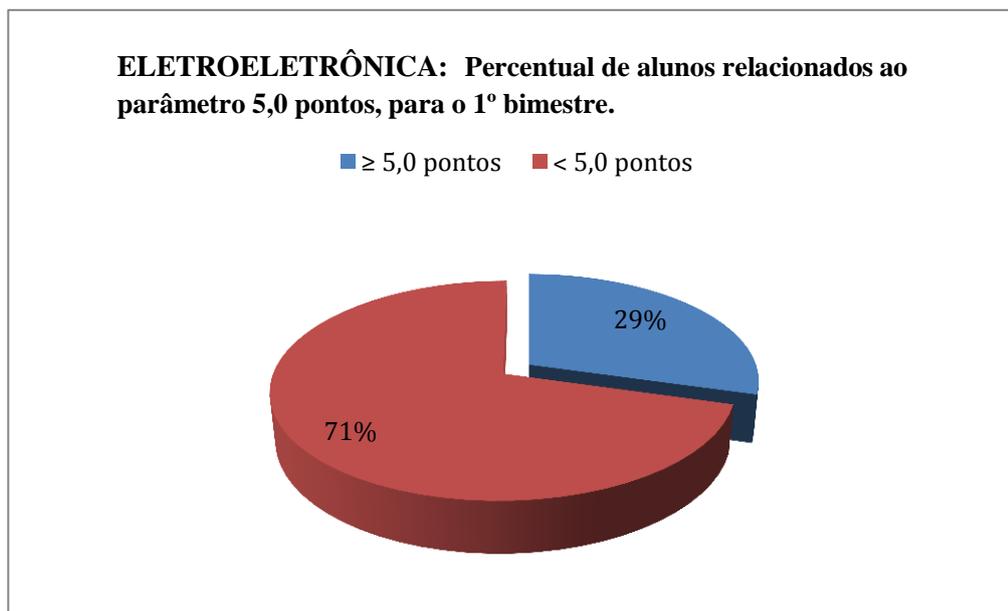
Figura 46 - Percentual de alunos relacionados ao parâmetro utilizado



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

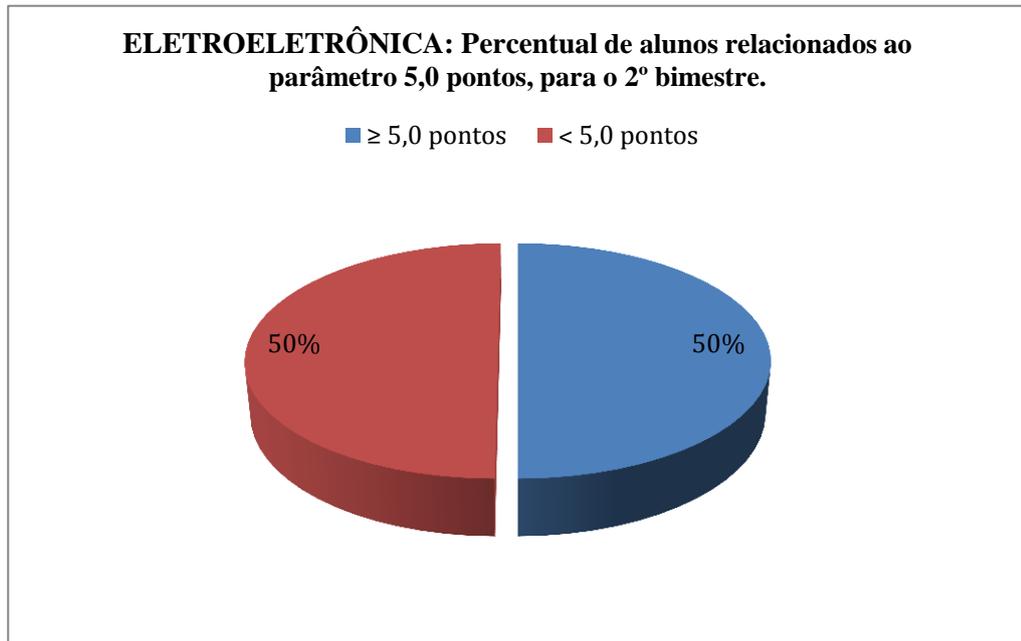
Na turma de eletroeletrônica, 34 alunos frequentes, observamos que 10 alunos obtiveram notas a partir de 5,0 pontos no 1º bimestre, enquanto que no 2º bimestre esse número subiu para 17 alunos. Verificamos, portanto, que também houve um aumento do número de alunos nessa faixa considerada para efeito de comparação. De modo idêntico ao que foi apresentado para a turma anterior, observamos os gráficos:

Figura 47 - Percentual de alunos relacionados ao parâmetro utilizado



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

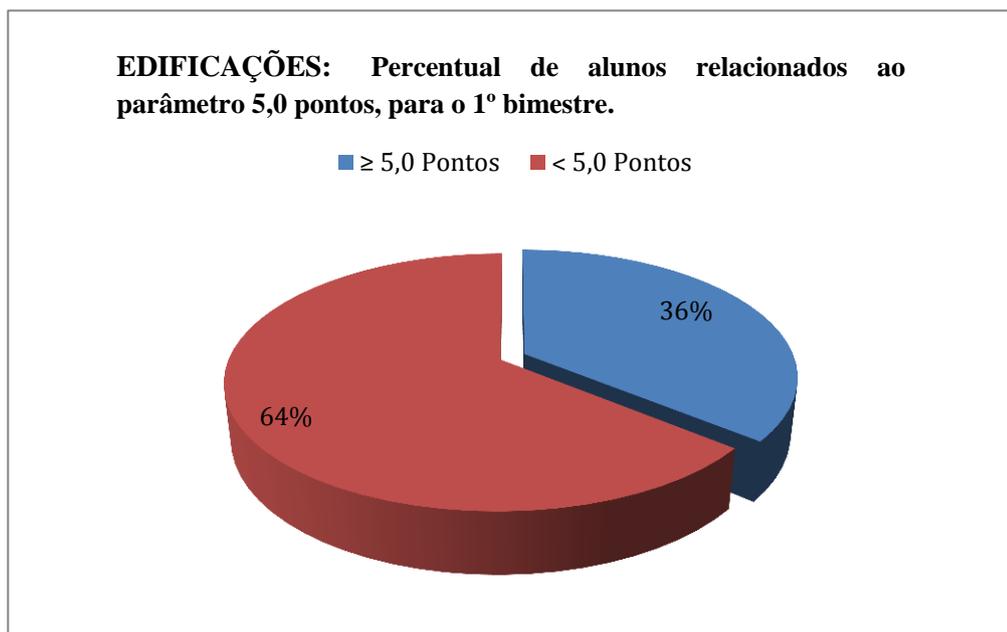
Figura 48 - Percentual de alunos relacionados ao parâmetro utilizado



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

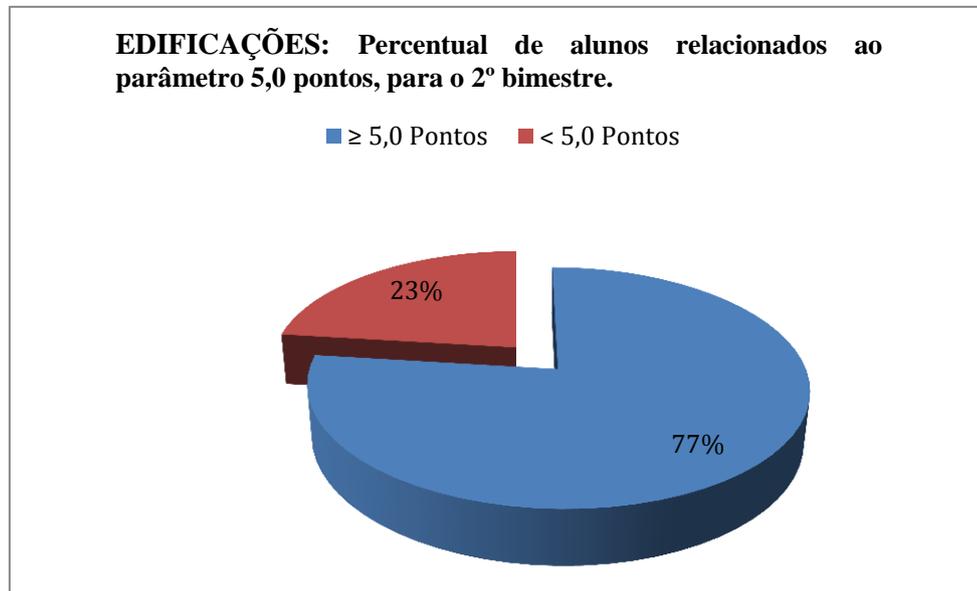
Dos 39 alunos da turma de edificações, 14 tiveram notas dentro do parâmetro considerado no 1º bimestre, ou seja, a partir de 5,0 pontos. Já no 2º bimestre, 30 alunos tiveram notas a partir de 5,0 pontos. Mais uma vez percebemos um aumento considerável na quantidade de alunos nesse comparativo. Vejamos os gráficos:

Figura 49 - Percentual de alunos relacionados ao parâmetro utilizado



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Figura 50 - Percentual de alunos relacionados ao parâmetro utilizado



Fonte: Produção do próprio pesquisador, 2017.

Consideramos como satisfatória a apresentação dos resultados da pesquisa e as concomitantes discussões provocadas por eles. Acreditamos que fomos isentos no momento de criticar e no momento de acatar as sugestões decorrentes das reflexões provocadas ao longo do trabalho. Perspectivamos que ao lerem essa dissertação, outros pesquisadores possam compreender a disposição dos dados e a dinâmica da implantação da UEPS, desde o momento em que verificamos como se encontravam os alunos até a culminância da aplicação das avaliações do trabalho desenvolvido. A seguir as considerações finais da pesquisa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação, originada de uma pesquisa realizada junto às turmas do Ensino Médio integrado ao técnico do IFMA – Campus Santa Inês, no primeiro semestre do ano de 2017, teve como objetivo geral compreender o calor como manifestação de energia, envolvendo alguns aspectos históricos qualitativos e quantitativos.

Nesse sentido desenvolvemos uma sequência didática, mais precisamente uma UEPS, procurando dar sustentação a esse objetivo, propiciando aos alunos uma interação no processo de ensino aprendizagem, onde o mesmo era sempre instigado a participar e a questionar o conhecimento compartilhado, dando a eles uma possibilidade de construir um conhecimento mais duradouro que pudesse ser, de fato, considerado como uma aprendizagem significativa.

Quanto aos objetivos específicos da pesquisa, também procuramos levar em consideração e fazer intervenções no sentido de propiciar aos pesquisados um trabalho bem elaborado e estruturado a fim de atingi-los, citemos:

- Refletir acerca de como se constitui o conhecimento científico ao longo da história, confrontando interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum.
- Possibilitar a compreensão sobre as teorias do flogisto e do calórico, acompanhando seus desdobramentos históricos com a consequente interpretação da teoria mecânica do calor.
- Analisar os tipos de propagação do calor e suas aplicações no dia a dia.
- Acompanhar a proposta de determinação do calor específico e do entendimento do que é o calor latente de uma substância e entender sobre a necessidade de suas utilizações.
- Identificar algumas transformações de energia e o princípio da conservação que dá sentido a essas transformações.

Para atingir esse objetivo e obter respostas sobre o desenvolvimento cognitivo dos pesquisados, seguimos os fundamentos da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, os seus formalismos e propostas de intervenção para tal fim. Foi aplicado um questionário inicial relacionado aos conhecimentos prévios dos alunos e que foram levados em consideração para a elaboração da UEPS e para servir como parâmetro de observação, ou seja, se os mesmos se modificaram em relação ao modo de perceber os fenômenos ou mesmo se foram melhorados atingindo um nível de compreensão mais aprimorado. No decorrer do

desenvolvimento da UEPS procuramos participar ativamente da construção das aulas, acompanhando os alunos e observando suas indagações mais de perto.

No confronto das respostas apresentadas no questionário de investigação dos conhecimentos prévios, observamos que os alunos inicialmente não tinham qualquer conhecimento sobre como aconteceu a evolução dos conceitos sobre o calor, desconhecendo sobre a teoria do flogisto e do calórico, no entanto a maioria já desconfiava que o conhecimento era construído através dos tempos e através de confrontos de ideias. Com a UEPS eles puderam fazer um comparativo entre as ideias de Stahl e de Lavoisier, fato que ajudou a maioria no entendimento da evolução dos conceitos.

Com os experimentos eles puderam verificar *in loco* como o tipo de substância interfere nas trocas de calor e que, de acordo com o material, umas podem ter um aquecimento maior que outras. As substâncias se aquecem ou se resfriam e, também, sofrem mudanças de fase de acordo com sua constituição, bem como passaram a ter o entendimento de que a pressão é fator importante na verificação dos valores encontrados para essas temperaturas. Desse modo puderam perceber que o calor específico da substância, seja ele sensível ou latente, sempre deve ser considerado nos relatos e observações de fenômenos encontrados no cotidiano. Verificaram também, a partir dos experimentos desenvolvidos, que a temperatura da substância tem uma tendência a se manter constante no decorrer da mudança de fase.

Com o desenvolvimento da UEPS foi possível entender o calor como energia e propiciar ao aluno o entendimento da importância do princípio da conservação da energia, a partir da experiência de Joule. Outro fator interessante no decorrer da UEPS foi a visualização de situações práticas da propagação do calor e a posterior aplicação dessas formas de propagação em fenômenos como as brisas terrestres e marítimas, além do funcionamento da garrafa térmica.

Com a análise e as considerações realizadas observamos que muitos alunos têm resistência às metodologias que envolvem a construção do conhecimento, visto que acham que as mesmas se demoram, não vão direto ao conteúdo e acabam por prejudicar o aprofundamento dos conteúdos a serem abordados. Consideram que os cálculos são mais importantes do que o entendimento de teorias que dão sustentação para a descoberta de outras teorias.

Acreditam que o que não é mais válido como teoria não deve mais ser considerado no desenvolvimento das aulas. Esse sentimento pode ser relacionado com a forma como a Física vem sendo apresentada aos alunos ao longo dos anos e também remonta das épocas de que os

vestibulares levavam em consideração a aplicação de questões mais tradicionais, diretas, sem interdisciplinaridade e que davam mais ênfase aos cálculos. Claro que hoje os cálculos também são importantes, no entanto já se observa em vários concursos o envolvimento de questões que primam pela análise e a reflexão de fenômenos, além de sua aplicabilidade. Outro entendimento que devemos ter e propiciar aos nossos alunos é que o conhecimento se torna duradouro a partir das discussões e das reflexões dos fenômenos que estão ao nosso redor.

Desse modo podemos considerar, para efeito de finalização da pesquisa, como foi apresentado nas discussões dos resultados, que a maioria dos alunos passaram a ter uma maior segurança no tema desenvolvido e outros não tiveram uma mudança cognitiva acentuada, visto que no confronto com as avaliações da UEPS e da própria avaliação bimestral, além do comparativo das notas do antes e depois do desenvolvimento da UEPS, eles não conseguiram aparente desempenho quantitativo satisfatório.

Na análise dos dados obtidos fizemos a utilização do parâmetro de 5,0 pontos, a critério do pesquisador, para mensurar uma pretensa aprendizagem, correspondendo aos 50% da pontuação máxima possível para cada aluno. Esse critério se deve ao fato de considerarmos que avaliar é um processo difícil e que pode incorrer em subjetividades, logo acreditamos que a nota 5,0 (cinco) corresponde a uma pontuação em que fica mais fácil a própria recuperação dos conteúdos e conseqüentemente da média 7,0 pontos, para aqueles que ficaram abaixo dela, e para os que ficam acima da média o objetivo sempre será melhorar o quantitativo, embora a aquisição dos conhecimentos seja sempre o mais importante.

Utilizando-se desse critério, observamos que na turma de eletromecânica quase que triplicou a quantidade de alunos que melhoraram suas notas e conseguiram ficar com uma média superior a cinco (5,0) pontos; nas turmas de eletroeletrônica e de edificações percebemos que essa quantidade mais do que dobrou. De forma mais direta, e considerando as três turmas, num cômputo geral de 109 alunos, aqueles que ficaram com notas maiores ou iguais a 5,0 pontos perfizeram 27% do total, antes da aplicação da UEPS, e 56% do total depois de sua aplicação, mais do que dobrando a quantidade de alunos.

Com esses dados podemos afirmar que a UEPS pode ser considerada exitosa, visto que proporcionou uma melhoria significativa nas notas e, mais do que isso, conseguiu dar mais qualidade de compreensão cognitiva aos alunos que participaram da mesma, fato observado na análise de seus discursos e respostas apresentadas, além de podermos considerar que houve uma aprendizagem potencialmente significativa nessa unidade sobre o estudo do Calor.

Entendemos que esta dissertação possa servir de parâmetro para o desenvolvimento de outras metodologias que venham a contribuir com a aprendizagem significativa de nossos alunos. Com seu produto educacional, pretendemos nortear o trabalho de outros professores incentivando-os a serem facilitadores do aprendizado de seus alunos.

Precisamos entender que ensinar é tarefa complexa e que para que ela seja plena, com mais significado, tem que propiciar ao aluno uma transformação no modo de ver o mundo, fazendo que ele perceba que precisamos nos tornar solidários ao outro e que essa preocupação seja o mote para uma vida mais cidadã, de respeito ao próximo e ao próprio planeta. Essa deve ser a educação para o futuro e que deve ser consolidada em nosso presente.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurenci. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Petrópolis, RJ: 5 ed. Vozes, 2011.

BÔAS, Newton Villa. Doca, Ricardo Helou. GUALTER, José Biscuola. **Física. Termologia, Óptica, Ondulatória**. 2º ano. 3. Ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BONJORNO, José Roberto. Bonjorno, Regina de Fátima Souza. Bonjorno, Valter. Ramos, Clinton Marcico. Prado, Eduardo de Pinho. Casemiro, Renato. **Física: termologia, óptica, ondulatória**. 2ºano. 2 ed. São Paulo: FTD, 2013.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra. 1996 – Coleção Leitura.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, José Leandro de Albuquerque Macedo Costa. **Conceito de Calor: contexto histórico e proposta para sala de aula**. 2013. 134f. Dissertação – Mestrado em ensino de ciências e matemática, modalidade ensino de física com ênfase em história e filosofia da ciência, Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

**Globo Ciência: A energia que transforma e move o mundo: Lavoisier e Faraday Parte I**  
<http://redeglobo.globo.com/globocidadania/videos/v/a-energia-que-transforma-e-move-o-mundo-lavoisier-e-faraday-parte-1/1747158/>

GUIMARÃES, Osvaldo. Piqueira, José Roberto. Carron, Wilson. **Física**. Vol.2. 1 ed. São Paulo: Ática, 2014.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., **Física**. v. 2. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC Ltda, 2012.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S., **Física**. v. 2. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC Ltda, 1992.

LIBARDI, Diego Motta. **A utilização de um material instrucional potencialmente significativo para o ensino do conceito de temperatura: um estudo com alunos do ensino médio**. Dissertação – Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

LUZ, Antônio Máximo da. Álvares, Beatriz Alvarenga. **Física contexto e aplicações**. 1.ed. São Paulo: Scipione, 2013.

MÁXIMO PEREIRA, Marta. “Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40°C” – **Uma proposta para o ensino dos conceitos de calor e temperatura no Ensino Médio**. 2010. 146f. Programa de pós graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

MICHELANA, Juliana Boeira. **Física Térmica: Uma abordagem histórica e experimental**. Dissertação – Mestrado Profissional em Ensino da Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologia da pesquisa de ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. MASSONI, Neusa T. **Noções básicas de epistemologia e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequências de ensino-aprendizagem em Ciências/Física**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora e Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. Editora EPU. São Paulo, 1999.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 8.ed. São Paulo: Cortez. 2003.

PRADELLA, Marcos. **Estudo de Conceitos da Termodinâmica no Ensino Médio por meio de UEPS**. Mestrado Profissional em Ensino da Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano. FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale. 2013.

Protótipo de uma máquina a vapor elaborado pelo José Ribeiro <https://www.youtube.com/watch?v=rp4Uzfl8nqA>

**Revista Ensino Inovativo**, edição especial, n.1, vol. 1, novembro de 2015.FGV/EAESP e FGV/Direito SP.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. Acta Scientiae, v.12, n.1, jan./jun. 2010

OLIVEIRA, Josiane Sousa Costa de. **Travessia colaborativa: os significados e sentidos de docência e sua relação com as necessidades formativas dos professores do IFMA – Campus Caxias**. Teresina: EDUFPI, 2017.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. Catalão: UFG, 2011.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de...et al. **Física em Contexto: pessoal, social e histórico**. Vol. 2. 1ed. São Paulo: FTD. 2011.

PINHO ALVES, José de. **Regras da transposição didática aplicada ao laboratório didático**. Caderno Catarinense de ensino de física. V 17, nº2. Pag174, ago.2000.

TAVARES, Luis Alberto. **James Watt: a trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências**. Dissertação – Mestrado em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2008.

VENTURINE, Cleidson. **A primeira revolução industrial e o desenvolvimento da termodinâmica: a história da ciência como ferramenta de apoio ao ensino de física**. 2014. 127f. Dissertação – Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

Vídeo ([www.youtube.com/watch?v=6rKxwuDFe88](http://www.youtube.com/watch?v=6rKxwuDFe88)) **com o experimento de Joule**.

YAMAMOTO, Kazuhito. Fuke, Luiz Felipe. **Física**. Vol.2. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., **FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA**, 14a ed. São Paulo: Pearson Educacion do Brasil, 2016;

OLIVEIRA, T.E.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E.A. **Física na Escola**. Instituto de Física. Porto Alegre (RS), n.2, v.14, 2016.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A**  
**AVALIAÇÃO BIMESTRAL**

DISCIPLINA: FÍSICA 3

ALUNO(A) \_\_\_\_\_

CURSO \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2016

PROFESSOR: ROBERT CALAND

**ATIVIDADE AVALIATIVA**

1. O que representa o calor específico sensível de uma substância?
2. (UniFEI – SP) Um sistema isolado termicamente do meio é formado por três corpos, um de ferro, um de alumínio e outro de cobre. Após certo tempo verifica-se que as temperaturas do ferro e do alumínio aumentaram, mas nenhum dos três corpos sofreu mudança de estado. Podemos concluir que:
  - a) O corpo de cobre também aumentou a sua temperatura.
  - b) O corpo de cobre ganhou calor do corpo de alumínio e cedeu calor para o corpo de ferro.
  - c) O corpo de cobre cedeu calor para o corpo de alumínio e recebeu calor do corpo de ferro.
  - d) O corpo de cobre permanece com a mesma temperatura.
  - e) O corpo de cobre diminuiu a sua temperatura.
3. Como ocorrem as brisas marítimas e as brisas terrestres? Explique de acordo com o que foi comentado em sala de aula.
4. Uma massa de água de 400 g, no estado líquido, encontra-se com temperatura de 50°C. Qual quantidade de calor ela deve absorver para atingir a temperatura de 100°C, no estado gasoso? Dado: calor específico da água no estado líquido igual a 1,0 cal/g.°C; calor latente de vaporização igual a 540 cal/g. °C.
5. Em um experimento, verifica-se que é necessário fornecer 6450 cal a uma massa de 300 g de determinado material para que sua temperatura varie de 20°C para 70°C. Qual é o valor do calor específico do material?
6. (Torres, 2010) Um homem trajando um macacão de lã, de espessura 5,0 mm e área 2,0 m<sup>2</sup>, encontra-se num local em que a temperatura ambiente vale – 4,0 °C. Sabendo-se que o coeficiente de condutibilidade térmica da lã é 1,0 x 10<sup>-4</sup> cal/ s. cm. °C e que a temperatura corporal do homem é de 36°C, calcule: (1 m<sup>2</sup> corresponde a 10000 cm<sup>2</sup>)
  - a) O fluxo de calor, em cal/s, que se estabelece através do macacão.
  - b) Calcule a quantidade de calor que o homem perde em meia hora.





 <b>CAMPUS SANTA INÊS</b> <b>PRÓ-REITORIA DE ENSINO</b>		Diário: 189872      Comp. Curricular: DDE.68 - Física III		Per. Letivo: 2017/1									
Professor: Robert Charles Moreira Caland (1921426)(Coelho Neto)		Turma: TEDI.3M											
Matrícula	Nome	Situação	N.Final	1B		NR	MN	2B		MP	PF		MF
				N	F			N	F		N	F	
20161TEDI0160		Reprovado	5,5	3	0	1	3	6	2	4,5	6,5		5,5
20161TEDI0020		Aprovado	6	3	0	4,5	4,5	5	0	4,8	7,2		6
20161TEDI0151		Aprovado	6,3	2	4	1,5	2	8	2	5	7,5		6,3
20161TEDI0402		Aprovado	6	5,5	2	3,5	5,5	6	0	5,8	6,2		6
20161TEDI0054		Aprovado	7,4	5,5	0	4,5	5,5	6	2	5,8	9		7,4
20161TEDI0410		Reprovado	2	2	2	0,5	2	3	0	2,5	1,5		2
20161TEDI0399		Aprovado	7	4,5	0	4	4,5	9,5	0	7			7
20161TEDI0232		Aprovado	6,5	4	0	3,5	4	7	2	5,5	7,5		6,5
20161TEDI0178		Aprovado	7	6	0	3,5	6	8	0	7			7
20161TEDI0194		Aprovado	9	4	0	9	9	9	0	9			9
20171TEDI0419		Aprovado	6,5	5	0	4,5	5	7	2	6	7		6,5
20161TEDI0372		Reprovado	4,7	4	0	6	6	4,5	0	5,3	4		4,7
20161TEDI0287		Aprovado	7,5	3	0	8	8	7	2	7,5			7,5
20161TEDI0208		Reprovado	4	3,5	4	7	7	5	2	6	2		4
20161TEDI0291		Aprovado	7,5	8	2		8	7	0	7,5			7,5
20161TEDI0186		Reprovado	4,9	2,5	2	0,5	2,5	3	0	2,8	7		4,9
20131TEMSI0116		Reprovado	0	0	0	0	0	0	0	20	0		0
20161TEDI0348		Reprovado	4,3	0,5	4	2	2	5	0	3,5	5		4,3
20161TEDI0089		Aprovado	7	8	0		8	6	0	7			7
20161TEDI0062		Aprovado	6,5	3,5	2	5,5	5,5	7,5	0	6,5	6,5		6,5
20161TEDI0283		Aprovado	8	10	0		10	6	0	8			8
20161TEDI0127		Reprovado	2	3	2	1	3	3	0	3	1		2
20161TEDI0143		Aprovado	8,3	6,5	2	8	8	8,5	2	8,3			8,3
20161TEDI0330		Aprovado	7	6	0	7,5	7,5	6,5	0	7			7
20161TEDI0097		Reprovado	4,3	3	0	2,5	3	3	0	3	5,5		4,3
20161TEDI0275		Aprovado	7,5	2	4	5	5	7	0	6	9		7,5
20161TEDI0313		Aprovado	6	3,5	0	3	3,5	6	0	4,8	7,2		6
20161TEDI0135		Reprovado	2	2	4	0,5	2	2	2	2	2		2
20161TEDI0119		Aprovado	7	6	0	8	8	6	2	7			7
20161TEDI0224		Aprovado	8,8	8,5	0		8,5	9	0	8,8			8,8
20161TEDI0321		Reprovado	5,5	0	4	0,5	0,5	6,5	0	3,5	7,5		5,5
20161TEDI0356		Reprovado	5	2,5	2	5	5	7	0	6	4		5
20161TEDI0240		Reprovado	5,4	2,5	0	5	5,5	2	5,3	5,5			5,4
20161TEDI0380		Aprovado	9,5	10	0		10	9	0	9,5			9,5
20161TEDI0364		Reprovado	3,2	1,5	4	3,5	3,5	4	0	3,8	2,5		3,2
20161TEDI0011		Reprovado	5,5	1,5	2	6	6	3	0	4,5	6,5		5,5
20161TEDI0100		Aprovado	6,5	0	4	7	7	4	0	5,5	7,5		6,5
20161TEDI0070		Aprovado	9,5	10	0		10	9	0	9,5			9,5
20161TEDI0038		Aprovado	6,8	4	0	7	7	5	0	6	7,5		6,8
20161TEDI0305		Aprovado	10	10	0		10	10	0	10			10

Legenda das etapas:  
 ATIVO - Oficial Sem Técnico e Médio Notas/mod. 2012-ifma

Legenda das etapas:  
 1B - Primeiro Bimestre      NR - Nota Recuperação  
 2B - Segundo Bimestre      MP - Média Parcial  
 MF - Média Final

Santa Inês, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do Professor: \_\_\_\_\_



## APÊNDICE C

### PRODUTO EDUCACIONAL

#### INTRODUÇÃO

Apresentamos a seguir uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), metodologia de ensino proposta por Moreira (2016) que trata de uma sequência fundamentada teoricamente e voltada para a aprendizagem significativa, principalmente, visto que leva em consideração uma aprendizagem que o aluno possa considerar como possível de utilizar no seu dia a dia, contrapondo-se à memorização, ou seja, uma aprendizagem mecânica que, na maioria das vezes, ele não consegue ver sentido e aplicabilidade, tão pouco criar situações concretas pertinentes à realidade.

A UEPS pode envolver uma série de teorias da aprendizagem, a critério de quem a constrói. No entanto, a compatibilidade deve ser relacionada com aquelas aprendizagens cognitivas que levam em consideração uma aprendizagem mais duradoura e sirva de parâmetro para novas aprendizagens.

O objetivo da referida UEPS é o de refletir sobre a produção do conhecimento acerca do conceito de calor mediante a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel.

Vale ressaltar que a Sequência de Ensino aqui apresentada foi desenvolvida no primeiro semestre do ano de 2017, em turmas do segundo ano do ensino médio técnico do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão (IFMA), campus Santa Inês, município do referido estado. As turmas eram de Eletroeletrônica (28 alunos), Eletromecânica (39 alunos) e de Edificações (39 alunos).

O campus apresentava salas de aula amplas e contava com laboratórios, no entanto todas as atividades compartilhadas com os alunos, inclusive àquelas envolvendo experimentos foram desenvolvidas na própria sala de aula. Os materiais necessários para os experimentos eram levados para as referidas salas de aula, com o apoio dos próprios alunos, fato que já aguçava um sentido de participação e envolvimento dos mesmos na construção do conhecimento.

#### 1. METODOLOGIA:

O desenvolvimento da UEPS contou com a projeção de vídeos, realização de experimentos e a utilização do quadro branco, procedimentos compartilhados sempre com a preocupação de mostrar o conteúdo abordado relacionado com aspectos do cotidiano do aluno.

Outro procedimento utilizado e que norteou todo o trabalho, foi a discussão de um texto intitulado “Breve Histórico sobre o Calor” (em anexo), construído pelo próprio autor da UEPS. O autor teve a preocupação de desenvolver juntamente com os alunos o conceito de calor, para isso utilizou o texto procurando analisar os aspectos mais relevantes ao longo dos

tempos, de acordo com sua própria impressão, principalmente a partir do século XVII com George Stahl, passando por Lavoisier e culminando com Helmholtz, no século XIX.

O texto foi utilizado, como já comentado, com o intuito de construir o conceito de Calor. Partindo da concepção de calor como substância até chegar a sua concepção como energia, como uma manifestação da energia. Em cada momento da leitura/discussão, fomos pontuando os aspectos mais relevantes e, na medida do possível, realizávamos experimentos que apresentavam as afirmações proferidas pelos cientistas no decorrer do texto, a fim de comprová-las ou não.

O objetivo do experimento era o de promover uma discussão sobre o tema e uma maior compreensão do texto, e não o da realização dos mesmos pelos alunos. Foram experimentos dos mais variados, desde àqueles relacionados com as mudanças de temperatura até àqueles relacionados com a propagação do calor, mas um experimento de cada, desenvolvido em sala de aula e com os alunos sendo chamados a ficar os mais próximos possíveis das atividades realizadas.

A UEPS aqui apresentada utiliza como parâmetro a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel e segue toda sequência de construção proposta por Moreira (2016), ou seja, seus objetivos, filosofia, princípios e passos sequenciais. Esperamos que seja um trabalho de referência e que possa auxiliar àqueles que tramitam no ato de ensinar com responsabilidade e preocupados com os resultados desse ensino.

A seguir apresentamos um quadro descritivo das atividades realizadas na UEPS, aula por aula, mostrando o assunto abordado em cada momento, os recursos e estratégias utilizados e o tipo de avaliação parcial realizada, conforme o transcorrer dos trabalhos.

#### QUADRO DESCRITIVO DAS ATIVIDADES DA UEPS:

NÚMERO DE AULAS	ASSUNTO ABORDADO E DESCRIÇÃO	RECURSOS E ESTRATÉGIAS	AValiação
Aula 01	Apresentação da UEPS e abordagens sobre os paradigmas que envolveram o princípio da inércia e dos sistemas planetários.	Quadro branco e vídeo. Aplicação de questionário. Aplicação de atividade para casa(sala de aula invertida).	Aplicação de questionário visando Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos.
Aula 02 e aula 03	Sobre o flogisto e o calórico. Calor sensível e calor latente. Mudança de estado físico.	Situação Problema: ao atingir o ponto de ebulição, a temperatura da substância sofre alteração? Leitura do texto, realizada pelo	Vistos nos cadernos, observando quem fez as atividades. Participação em aula, contribuição dos

	Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados.	professor e pelos alunos. Discussão do texto. Realização de experimentos. Aplicação de atividade para casa.	alunos, etc.
Aula 04 e aula 05	Calor específico sensível e calor específico latente. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados. Reconciliação integradora.	Situação Problema: ao receber a mesma quantidade de calor, substâncias diferentes em mesmas quantidades, apresentam a mesma variação de temperatura? Leitura do texto. Utilização de quadro branco para apresentar os cálculos realizados. Realização de experimentos e determinação do calor específico do óleo de soja. Aplicação de atividades para casa.	Vistos nos cadernos. Participação dos alunos. Perguntas realizadas.
Aula 06 e aula 07	Propagação do calor. Lei de Fourier. A máquina a vapor. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados. Reconciliação integradora.	Situação Problema: materiais diferentes, em iguais quantidades, quando submetidos a uma chama, aquecem de forma igual? E: existem três modos de propagação do calor. Como identificar cada um deles em situações que ocorrem no nosso dia a dia? Leitura do texto. Utilização do texto para explicação da lei de Fourier. Exibição de vídeo sobre a serra a vapor. Apresentação de experimentos. Aplicação de atividades para casa.	Vistos nos cadernos. Verificação da participação dos alunos
Aula 08 e aula 09	Conservação da energia. Energia cinética e potencial. Calor como manifestação de energia. Diferenciação progressiva dos	Apresentação em grupo das máquinas a vapor construídas pelos alunos. Leitura do texto. Vídeo com o experimento de Joule. Resolução de exercícios envolvendo a lei de Fourier e lei fundamental da calorimetria.	Vistos no caderno. Verificação da manifestação dos alunos quanto ao entendimento das exposições.

	conteúdos abordados. Reconciliação integradora.		
Aula 09 e aula 10	Conservação da energia. Diferenciação progressiva dos conteúdos abordados. Reconciliação integradora.	Quadro branco. Slides.	Verificação do nível de aprendizagem dos alunos através de algumas perguntas relativas ao conhecimento compartilhado
Aula 11 e aula 12	Aplicação de atividade avaliativa da ueps	Atividade escrita	Acompanhamento da resolução das questões propostas.
Aula 13 e 14	Atividade avaliativa	Atividade escrita aplicada no contra turno dos alunos.	Acompanhamento da resolução das questões propostas

Fonte: Produção do próprio pesquisador.

Pra elucidar o modo como cada momento da UEPS foi desenvolvido, discorreremos abaixo sobre cada etapa do desenvolvimento da UEPS, aula a aula, a fim de facilitar o entendimento da mesma e de sua execução ou de uma aplicação de atividade semelhante, visto que existe uma possibilidade de adaptação para sua realização, dependente do professor e das condições encontradas em cada escola.

#### MOMENTO 01: Aula 01

- O que é UEPS? O objetivo da explanação está relacionado com o compartilhamento com os alunos sobre a etapa do trabalho em que estávamos vivenciando, visto que é necessário o engajamento de todos os envolvidos no desenvolvimento da atividade. Assim torna-se necessário o entendimento do que vem a ser essa metodologia.
- Aplicação de **questionário** envolvendo uma consulta sobre as metodologias com as quais os alunos têm mais afinidade, além de questões voltadas para as concepções/**conhecimentos prévios** dos mesmos relacionadas à unidade de ensino a ser trabalhada. A etapa voltada para os conhecimentos prévios está preconizada nas sequências de desenvolvimento da UEPS.
- Verbalização sobre algumas quebras de paradigmas ocorridos ao longo da história da ciência como, por exemplo, o relacionado aos sistemas planetários propostos ao longo da história (geocêntrico e heliocêntrico) e sobre o princípio da Inércia, comparando as propostas de Aristóteles e Galileu e a culminância na 1ª lei de Newton. Esse momento corrobora com o entendimento de que Ciência se constrói ao longo da história e que a mesma não é fruto de descobertas mirabolantes, como muitas das vezes deixam transparecer alguns textos didáticos encontrados no meio acadêmico. Logo foi um

momento que consideramos como oportuno para apresentar essa construção do conhecimento no decorrer da história.

- Exibição de **vídeo** sobre Lavoisier e George Stahl, envolvendo uma premissa sobre o flogisto e o calórico, ou seja, considerando o calor como uma substância e concomitante intervenção junto aos alunos, com o intuito de **alinhar** os conhecimentos prévios/**organizadores prévios** e consequente construção científica do conhecimento com o desenvolvimento da UEPS.
- Com o intuito de envolver e aprofundar a pesquisa em curso, propusemos para casa:
  - escrever um texto sobre a Teoria do Calórico e do Flogisto, considerando as principais diferenças entre as duas propostas.
  - apresentas os tipos de propagação do calor e suas aplicações no cotidiano.

A finalidade da pesquisa foi o de manter o aluno atento e envolvido com o conhecimento compartilhado em sala de aula. A estratégia utilizada foi a da sala de aula invertida, permitindo que o aluno trouxesse para o próximo encontro dúvidas e até mesmo esclarecimentos quanto ao estudo que estava sendo realizado. Na escolha dessa estratégia também consideramos a necessidade de se ganhar tempo no desenvolvimento dos conteúdos a serem abordados, visto que o aluno reserva um tempo para estudar antes da próxima aula, facilitando o seu desenvolvimento e permitindo que a mesma flua com melhor aproveitamento.

#### MOMENTO 02: Aulas 02 e 03

- Visto nos cadernos, etapa considerada como processo avaliativo qualitativo, ação que pode ser considerada como metodologia tradicional, mas que solicita ao aluno seu envolvimento no processo, fazendo que o mesmo se sinta como participante da realização dapesquisa, fato que está em consonância com as teorias cognitivas que buscam promover uma aprendizagem significativa.
- Ainda como processo avaliativo, realizamos uma discussão em sala de aula sobre os resultados da pesquisa sobre Flogisto e Calórico, contrapondo aspectos levados em consideração no vídeo exibido na aula anterior e observando os posicionamentos apresentados pelos alunos de acordo com o pesquisado. Nessa etapa, observamos a linguagem utilizada pelos alunos a fim de perceber a evolução qualitativa de suas manifestações.

Para delineamento do processo investigativo, foram realizadas perguntas: (organizadores prévios), tais como:

- como ocorre o aquecimento de um corpo?
- como se dá o aquecimento de uma barra de ferro, por exemplo, quando sua extremidade está próxima de uma chama? E como acontece o aquecimento de nosso corpo, quando passamos próximo de uma fogueira?
- o que é o flogisto?
- o que é o calórico?
- qual a diferença entre flogisto e calórico, de acordo com a leitura que você fez?

- Procedeu-se com a leitura do **texto**: Um breve histórico sobre o calor. Texto do próprio autor, escrito a partir de uma pesquisa bibliográfica.

A leitura foi realizada pelo professor e pelos alunos, de forma crítica, permitindo intervenção do aluno e comentários a respeito do mesmo. A leitura foi realizada até a página 03, quando houve uma pausa para a realização de um experimento com o calorímetro. O experimento teve quatro etapas (em todo o processo o professor evitou usar o termo energia e as suas transformações, fato condizente com a própria construção do que era o Calor). O objetivo dos experimentos era constatar, ou negar, o que os cientistas citados no texto consideravam sobre o tema.

Esperávamos com o experimento que os alunos percebessem que a exposição a uma fonte de “calor” podia levar a percepções variadas, desde o aquecimento até a mudança de estado físico. Para isso:

- I. Explicamos o que era um calorímetro e os demais materiais utilizados na experimentação.
- II. Relacionamos, conforme o texto, o que representava o calor latente e o calor sensível.
- III. Colocamos em dois calorímetros duas quantidades diferentes de água. Verificamos a temperatura inicial de cada amostra. Levamos ao aquecedor e verificamos que aquele que tinha menos água, aquecia mais rapidamente, mostrando que a quantidade de água interfere no processo. A quantidade de água relacionou-se a sua massa (não tivemos a preocupação de considerar se a água era ou não pura, ou mesmo considerar sobre o conceito de densidade). Num calorímetro coloquei 300 mL e no outro 600 mL de água, aquele com menos água obteve o dobro da variação de temperatura. Tudo constatado através do termômetro utilizado no experimento.
- IV. Observamos o que ocorria com a temperatura da água a partir do momento que ela atingia a ebulição.
- V. Verificamos que o vapor voltou ao estado líquido ao sair da mangueira existente no calorímetro.

Em todo o processo procedemos no sentido de promover a **diferenciação progressiva** dos conteúdos, procurando despertar com as observações dos vários fenômenos envolvidos no processo.

Ao término desse momento, no intuito de promover a continuação da pesquisa e da construção do conhecimento, propusemos a seguinte atividade, do livro texto dos próprios alunos: Física Contexto & Aplicações, de Máximo e Alvarenga de 2014.

#### ATIVIDADE:

Ler o apêndice D1 - Transferência de calor - estudo quantitativo, página 106, 107 e 108 e fazer as questões 4 e 5.

Ler as páginas 124 a 129 e resolver as questões da página 127.

Foi lembrado de que essas atividades devem ficar no caderno, pois darei um visto em cada uma. Desenvolvam as questões, não copiem uns dos outros, somente a resposta não soma para a construção do conhecimento.

### MOMENTO03: Aulas 04 e 05

- Assim como preconizado nas UEPS, foram retomadas as ideias apresentadas e observadas nos experimentos e no texto, fazendo uma **reconciliação integradora** dos conteúdos já discutidos. Desse modo foram realizadas perguntas aos alunos:
  - o que é calorímetro?
  - quantidades diferentes de um mesmo material, aquecem de forma igual ao receber o mesmo aquecimento?
  - duas substâncias iguais, uma sendo apresentando o dobro da massa da outra, são aquecidas. O que acontece com a variação da temperatura sofrida por elas?
  - o calor pode ser classificado em quais tipos? O que representa cada um deles?
  - o que acontece com o vapor ao sair do calorímetro? Como esse fato se explica? Como podemos relacionar esse fenômeno com situações do nosso cotidiano?
  - ao chegar à temperatura de fervura, o que acontece com a leitura do termômetro à medida que o tempo passa?

Essas perguntas e conseqüentemente o conteúdo de suas respostas e análises, foram consideradas no processo avaliativo da UEPS.

- Procedemos com a continuação da leitura do texto, apresentando a teoria do calórico.
- Continuamos com os experimentos, agora com dois calorímetros e o envolvimento de substâncias diferentes, água e óleo de soja. O experimento foi realizado em duas etapas:
  - aquecemos quantidades iguais de água e de óleo de soja, separadamente, verificando que aquecem de forma diferente. Culminamos com a definição de calor específico.
  - determinamos o calor específico do óleo de soja. No experimento consideramos que a quantidade de “calor” transmitida pela chama era a mesma, tanto para a água quanto para o óleo, considerando o tempo igual de aquecimento. Observamos a variação de temperatura do mesmo e conseqüente determinação do calor específico através da proposição de Gadolin (1784):  $c = Q/m \cdot \Delta T$ ; onde  $c$  é o calor específico,  $Q$  a quantidade de calor,  $m$  a massa e  $\Delta T$  é a variação da temperatura.
- Continuamos com a leitura do texto e quando se falou sobre Fourier, mostrou-se a lei de Fourier para a propagação do calor por condução ( $Q/\Delta t = k.A.\Delta T/e$ ), especificando cada termo da equação e relacionando-se com situações do dia a dia do aluno (fluxo de calor de fora pra dentro da sala de aula, por exemplo). Esse momento foi no quadro branco.
- Falamos sobre Sadi Carnot, relacionando-se o rendimento da máquina térmica. Nesse momento, falamos de James Watt e a máquina a vapor. Desenhei no quadro uma ideia de máquina a vapor para elucidar o seu funcionamento (desenhei uma latinha com água, sendo aquecida e o vapor saindo pela da lata por um orifício, simulando que o conjunto estaria em cima de uma plataforma com rodinhas, propiciando o movimento desse conjunto).

Na finalização desse encontro, continuamos incentivando a pesquisa, propusemos aos alunos, em sala de aula, que tivessem participação ativa na realização dos exercícios propostos, o mesmo acontecendo através de e-mail enviado para os mesmos:

1. Peça que façam uma leitura sobre o que foi trabalhado em sala de aula, nestas duas últimas semanas. Façam um resumo do que você ler. Para que você tenha uma melhor orientação na realização da atividade, apresento a seguir alguns temas que podem nortear a pesquisa:

- o que caracteriza os tipos de calor: calor sensível e calor latente.
- calor específico sensível (c) e calor específico latente (L): procure interpretar seus significados e observar os valores para algumas substâncias.
- brisa terrestre e brisa marítima: como acontecem?

2. Leiam o texto: Um breve histórico sobre o calor.

Seguem, também, 3 questões em anexo.

Resolvam as questões abaixo, relativas ao estudo do calor:

Santa Inês,

23/05/2017.

1. A respeito de mudança de estado físico, indique a alternativa incorreta e justifique sua resposta:
  - a) Se um corpo sólido absorve calor e sua temperatura não varia, isso significa que ele está sofrendo mudança de estado físico.
  - b) Durante uma fusão, sob pressão constante, todo calor absorvido é utilizado para alterar o arranjo molecular da substância.
  - c) Quando um sólido recebe calor, seu estado de agitação de suas partículas aumenta ou ocorre uma reestruturação em seu arranjo molecular; os fatores que determinam o que acontece são: a temperatura do sólido e a pressão a que ele está sujeito.
  - d) A temperatura em que ocorre determinada fusão depende da substância e da pressão a que o corpo está sujeito.
  - e) Um bloco de gelo nunca pode sofrer fusão a uma temperatura diferente de 0°C.
2. Um bloco de gelo com 200 g de massa, a 0°C, precisa receber uma quantidade de calor  $Q_1$  para sofrer fusão total e receber uma quantidade de calor  $Q_2$  para, em seguida, atingir 50°C. Determine a quantidade total de calor que deve ser fornecida nesse processo.

Dados: calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g

Calor específico da água no estado líquido = 1,0 cal/g.°C.

3. No estado líquido, 400 g de água (calor específico = 1,0 cal/g.°C), a uma temperatura de 60°C, precisa receber uma quantidade de calor para atingir 100°C, já no estado gasoso. Determine a quantidade de calor que deve ser repassada para a água para que aconteça esse fenômeno.

MOMENTO 04: Aulas 06 e 07

A aula teve início com uma reconciliação integrativa (verbalmente e com a utilização do **quadro**), lembrou-se do Calórico e das invertidas que deram certo em relação a essa teoria. Falamos de Carnot e Fourier. Quanto a Fourier, resolvemos uma questão de cálculo de variação de temperatura utilizando a lei. No ensejo, fiz a diferenciação entre os tipos de propagação realizando três **experimentos**:

01. Com uma vara de metal com pingos de cera distribuídos, fizemos o aquecimento da mesma por uma das extremidades e observamos o que acontecia. Realizamos indagações sobre o fenômeno. Em seguida ponderamos que se a vara fosse de material diferente o

fenômeno ocorreria em tempos diferentes, porém que ficava claro que a propagação do calor se dá de molécula a molécula, visto que o pingo de cera mais perto da fonte derrete primeiro

02. Aquecimento da água contida em um becker com papezinhos dentro, ocorrendo as correntes de convecção e

03. Com o aquecimento sendo realizado por um isqueiro, fizemos girar uma hélice leve, mostrando as correntes de convecção. Mostrei que se colocasse a chama do isqueiro na lateral da hélice a mesma não se movimentaria, pois se cessava a corrente em direção a hélice.

04. Ao aquecer um depósito de água, aproximamos a mão lateralmente do depósito. Sentimos o aquecimento da mão, no entanto isso ocorre não por correntes de convecção. É a propagação por irradiação.

Seguimos com a leitura do texto, destacando a observação do conde de Runford quando fabricava canhões e que derrubou a teoria do calórico. Continuamos com o texto abordando sobre o experimento de Joule que apresentava a ideia do equivalente mecânico do calor. Fizemos um esboço no quadro sobre o experimento, anotações relativas a energia potencial (gravitacional e elástica, exemplificando e simulando com o apagador em queda e com a ideia do estilingue-baladeira) e energia cinética. Falamos que as duas compunham a energia mecânica dos corpos. Mostramos um vídeo ([www.youtube.com/watch?v=6rKxwuDFe88](http://www.youtube.com/watch?v=6rKxwuDFe88)) com o experimento de Joule, indicando as transformações de energia potencial, em cinética e em calor, abordando sobre o Princípio da Conservação da Energia.

Finalizei o texto, reforçando que calor não é um tipo de energia e sim uma manifestação da energia térmica em movimento. Passo final da aula foi mostrar um vídeo de um protótipo de máquina a vapor (serra a vapor) e falar sobre James Watt e Newcomen.

Como atividade para ser apresentada no encontro seguinte, solicitamos aos alunos que formassem grupos e que pesquisassem sobre como construir uma máquina a vapor. A mesma deveria ser apresentada para toda a turma, com a explanação da fundamentação teórica de acordo com o que vínhamos trabalhando em sala de aula.

#### MOMENTO 05: Aulas 08 e 09

Foi realizada uma reconciliação integrativa, abordando sobre o calórico e sua derrubada e sobre a teoria mecânica do calor. Em seguida os alunos apresentaram, em seus grupos, os seus experimentos de máquinas a vapor. Durante as apresentações solicitamos atenção e envolvimento por parte de todos, buscando uma troca de conhecimentos e de experiências na própria construção da máquina e realizamos algumas perguntas pertinentes. Ao término das apresentações fizemos algumas considerações a respeito dos experimentos e da máquina a vapor. Respondemos, também, às questões sobre calor sensível e calor latente, bem como sobre propagação de calor por condução, utilizando a lei de Fourier e retomamos a abordagem sobre a conservação da energia. Nesse momento discutimos sobre outros tipos de energia e mais situações envolvendo a conservação da energia.

Solicitamos aos alunos que refizessem as questões já trabalhadas em sala de aula e as demais questões do próprio livro texto que não tinham sido resolvidas, bem como que pesquisassem em outras fontes de estudo, buscando resolver e interpretar situações problema que se apresentassem.

**MOMENTO 06: Aulas 10 e 11**

Foi realizada uma reconciliação integradora com a apresentação de 3 (três) grupos de slides que discorriam sobre os principais tópicos abordados no decorrer do desenvolvimento da UEPS. O primeiro grupo de slides fazia uma releitura do texto, o segundo grupo mostrava os experimentos de determinação do calor específico e de mudança de estado físico, o terceiro tratava sobre os tipos de propagação do calor e o quarto grupo de slides relembra a máquina a vapor. Realizamos a aplicação da avaliação da UEPS (ver anexo).

**MOMENTO 07: Aulas 12 e 13**

Fizemos uma reconciliação integradora dos conteúdos e procedemos com a resolução de uma série de questões, tirando dúvidas dos alunos e incentivando uma interação dos mesmos com os temas trabalhados.

Comunicamos a todos que teríamos nossa avaliação curricular no próximo encontro.

**MOMENTO 08: Aulas 14 e 15.**

Aplicação de atividade avaliativa bimestral (ver anexo), componente do processo avaliativo normal da instituição.

### APÊNDICE D: Questionário aplicado aos alunos.

*O questionário a seguir faz parte de um projeto de pesquisa que está sendo desenvolvido pelo mestrando Robert Caland, no MNPEF, e visa coletar dados que serão utilizados no desenvolvimento de uma UEPS a ser aplicada com os alunos do 2º ano do curso técnico integrado do IFMA, campus Santa Inês. Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2017*

#### **Questionamento para tomada de estratégias metodológicas:**

1. O que você acha do uso em sala de aula de textos envolvendo a história da Física?
    - ( ) importante
    - ( ) sem importância
    - ( ) não tenho conhecimento da sua utilização
  2. Em suas aulas de Física você:
    - ( ) participa da construção da aula, dando opinião, pois é incentivado para isto.
    - ( ) não tem interesse em participar, pois não se sente motivado para isto.
    - ( ) é incentivado a participar, mas não tem interesse.
  3. Você acha que suas aulas de Física: (você pode marcar até duas alternativas)
    - ( ) são interessantes, pois são envolvidos temas sobre a história da ciência.
    - ( ) são interessantes, pois são envolvidos experimentos através de aplicativos simulações em computadores, por exemplo, ou mesmo desenvolvidas experiências em sala de aula ou no laboratório.
    - ( ) são interessantes, mas não foram envolvidos nem temas sobre a história da ciência e nem experimento de qualquer natureza.
    - ( ) não são interessantes. Por que?
- 
4. Você é solicitado pelo professor de Física a fazer pesquisas sobre os temas abordados em sala de aula? ( ) sim ( ) não
  5. Os temas trabalhados na disciplina Física são claros para você, a ponto de lhe possibilitar a aplicabilidade em situações do seu dia a dia?
    - ( ) sim ( ) não ( ) às vezes
  6. Você costuma ler os textos complementares que geralmente acompanham os capítulos dos livros texto de Física? ( ) sim ( ) não
  7. Você tem aparelho celular com acesso à Internet? ( ) sim ( ) não
  8. Quanto à Física, você considera que é uma ciência:
    - ( ) importante, pois nos explica fenômenos que acontecem no dia a dia.
    - ( ) importante, mas não consigo relacioná-la ao meu dia a dia.
    - ( ) sem importância, pois não consigo relacioná-la ao meu dia a dia.
  9. Ainda em relação à da Física, você considera que é uma ciência que o conhecimento trabalhado em determinada área:
    - ( ) foi desenvolvido sem correlação aos acontecimentos historicamente construídos.
    - ( ) foi construído com ideias originadas através da inspiração de um gênio.
    - ( ) foi desenvolvido através de conhecimentos historicamente construídos.
  10. Quanto ao ensino da Física, declaro que esta é uma ciência:
    - ( ) que tenho dificuldades, pois não sei bem de matemática.
    - ( ) que tenho dificuldades, pois também tenho dificuldades em leitura.
    - ( ) que tenho dificuldades, pois a metodologia utilizada pelo professor não é atrativa.

não tenho dificuldades.

11. Dentre as metodologias sugeridas a seguir, escolha 4 que você considera como positivas para o seu aprendizado, quando utilizadas pelo professor:

diálogo entre professores e alunos sobre o que vai ser estudado.

quadro branco e pincel  aplicação de exercícios  vídeos e filmes

experimentos  aplicativos para computadores e celulares

utilização de slides  realizações de pesquisas envolvendo o conteúdo a ser estudado.

**Questionamentos específicos sobre a atividade a ser desenvolvida:**

12. Você já se deparou com a palavra calórico em algum momento? A que se referia?

13. Você já ouviu falar em flogístico?

sim, flogístico está relacionado a \_\_\_\_\_

não

14. Quanto ao **calor**, você acha que é algo que pode estar presente dentro de um corpo?

sim  não

15. São modalidades de energia:

mecânica  centrípeta  eólica  força  solar  velocidade  térmica

aceleração  impulso

16. Além dos tipos de energia que você indicou na questão anterior, você saberia citar outro(s)?

sim

Qual(is): \_\_\_\_\_

não

17. Toda a energia recebida por uma máquina seria utilizada exatamente para a realização da atividade pretendida?  sim  não

18. Podemos afirmar que a energia que faz funcionar uma lâmpada, por exemplo, é perdida após o funcionamento da mesma?  sim  não

19. Você acredita que a energia pode sofrer algum tipo de transformação?

sim, por exemplo \_\_\_\_\_

sim

não

20. Em termos de energia, analise a situação e depois responda o que se pede: uma bola é lançada sobre uma superfície horizontal e após certo intervalo de tempo ela para. Como isso acontece? Você pode marcar mais de uma alternativa.

a força aplicada à bola acabou.

a energia de movimento da bola foi transformada em algum outro tipo de energia.

a bola acumulou a energia e parou.

21. No caso apresentado na questão anterior que transformação de energia pode ter ocorrido, mais precisamente:

energia cinética em térmica.  energia cinética em sonora.

energia térmica em sonora.  energia térmica em cinética.

energia cinética em térmica e em sonora.

22. Dois corpos de temperaturas diferentes são postos em contato. Após certo tempo eles passam a ter temperaturas iguais. Sobre essa afirmação, responda com V para verdadeiro e F para falso:

a temperatura de um corpo passou para o outro e eles ficaram com temperaturas iguais.

ela é parte da teoria da conservação das massas.

os átomos do corpo mais quente saltam para o corpo mais frio.

23. Você saberia relacionar, ou mesmo explicar, alguma situação que retrate a ideia do princípio da conservação da energia?

Sim. O que? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Não.

APÊNDICE E: O texto – Breve Histórico sobre o Calor  
**UM BREVE HISTÓRICO SOBRE O CALOR**  
 Por Robert Caland

O desenvolvimento de teorias que explicassem o funcionamento da natureza, ou mesmo que possibilitassem entender alguns fenômenos que ocorriam, ao longo da história da humanidade sempre foi um processo controverso, no sentido de que muitos embates ocorreram, teorias foram suplantadas e novas teorias apareceram. Passando pelos atomistas, representados por Demócrito (em torno de 460 a.c.) e mesmo por aqueles que defendiam que as coisas da natureza eram constituídas por quatro elementos (água, terra, fogo e ar), pelas visões de universo relacionadas ao energetismo e ao mecanicismo, a física relativística e a física quântica, muito mudou e muito ainda pode sofrer mudanças. No entanto temos que estar cientes que todas as contribuições devem ser consideradas necessárias para esse processo de formação histórica do conhecimento científico, mesmo aquelas que hoje possamos tomar como muito simples ou mesmo absurdas. Os fatos se desenrolam de acordo com o pensamento e as convicções de uma época.



Uma das marcantes controvérsias ocorridas na história da ciência foi aquela que permeou a construção do sentido físico do que é o calor. A seguir apresentamos duas teorias sobre esse fato e algumas outras ideias que tiveram lado a lado com essas teorias e foram concebidas ao longo do tempo.

**O FLOGÍSTICO:**

Com a revolução científica ocorrida entre os séculos XVI e XVIII, passou-se a se estabelecer critérios mais específicos, experimentais e utilização de métodos para se explicar os fenômenos ocorridos na natureza, deixando-se de lado as concepções voltadas para a crença. A revolução industrial no século XVIII e as mudanças sociais e no modo de produção, com a utilização da máquina a vapor, levaram a sociedade a uma produção científica mais intensa. Começou-se a questionar o modo de pensar e agir que ocorriam até então. Métodos passaram a ser utilizados. Teorias foram testadas e outras tentavam se sobrepor a essas teorias e àquelas já existentes.



Figura 2 George Stahl

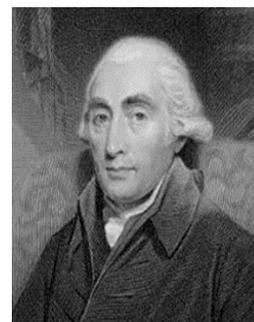


Figura 1 Joseph Black

Desde sempre o homem tentou entender e dominar o fogo para tê-lo como seu aliado diante das atividades do dia a dia. A sensação do quente e do frio, por exemplo, originadas das sensações tácteis sempre o acompanharam, levando-o a ter ideia do que seria a temperatura. Através de experiências do cotidiano ele sabia que dois corpos de temperaturas diferentes colocados em contato, passariam a ter temperaturas iguais, o que consistiria o princípio do **equilíbrio térmico**.

No século XIX, com método, além de observações, James Clark Maxwell (1831 – 1879) considerou que se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo, eles estarão em equilíbrio térmico entre si. Hoje essa proposição é conhecida como **lei zero da termodinâmica**. No entanto o questionamento quanto a essa

constatação já era considerado: o que acontecia para que esse equilíbrio térmico se instalasse? Havia dúvidas de quem passava de um corpo para outro: se era a temperatura ou se era o “calor” (termo não considerado, inicialmente nessas discussões).(ROCHA, 2002)

Antes de Maxwell, no século XVIII, em 1770 Joseph Black (1728 – 1799) observou que colocando um líquido com a temperatura elevada em contato com o gelo fundente, o líquido diminuía a temperatura de forma considerável, enquanto que a água não sofria mudança de temperatura, desse modo ficava constatado que não era a temperatura que fluía de um corpo para outro quando ocorria o equilíbrio térmico, logo continuou-se a buscar outras explicações para tal fenômeno, fato que já vinha ocorrendo há muito tempo (ROCHA, P. 118).

No século XVII, George Ernst Stahl (1669 – 1734), ainda sob influência da teoria dos quatro elementos, considerou que, ao estudar os fenômenos de combustão e de calcinação, para que houvesse a queima e, portanto, envolvimento de mudanças de temperatura, uma substância inerente ao corpo teria que se associar a ele para que essa queima fosse possível. A essa substância ele deu o nome de flogístico. Quanto mais flogístico o corpo possuir, mais inflamável ele será. Stahl respondia ao questionamento sobre o equilíbrio térmico, considerando que flogístico saiu do corpo mais quente para o corpo mais frio (FIGUEIRAS,1995)

Abaixo apresentamos dois exemplos, um de calcinação de um metal e o outro da combustão do hidrogênio, que envolvem o flogístico, bem como a reação similar correspondente aos dias de hoje (FIGUEIRAS,1995):

I. Calcinação:

Metal → cal + flogístico (metal é um composto)

Metal + O<sub>2</sub> → cal (hoje, metal é um elemento)

II. Combustão:

Ar inflamável → água + flogístico (ar inflamável é um composto)

Hidrogênio + oxigênio → água (hidrogênio é um elemento)



Figura 3 Lavoisier

Stahl também considerava que o flogístico era o criador do fogo, e como este é elemento da natureza, **o flogístico não pode ser criado nem destruído**. A teoria do flogístico apresentava avaliações de aspectos qualitativos, em detrimento do quantitativo. Nesse sentido, foi Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794) que, fazendo medições e verificações com a utilização de balanças, percebeu que as massas envolvidas nas observações de Stahl não refletiam a proposta da própria teoria do flogístico. Como o flogístico era uma substância, ela ao se combinar com um metal ou ser liberada por ele, teria que modificar a sua massa. O que Lavoisier constatou era que em alguns processos quando se esperava o aumento da massa (combustão), ela diminuía e em outros (calcinação), ela aumentava. O aumento ou a diminuição do peso do metal correspondia a quantidade de ar que se somava ou era liberado na reação (ROBERT’S, 1993). Lavoisier negou a teoria do flogístico e ainda confirmou de modo muito claro, no seu livro *Traité Élémentaire de Chimie* 1789, o que muitos estudiosos já faziam referência, e que viria a ser chamada de **lei da conservação das massas** (FILGUEIRAS, 1995).

## O CALÓRICO

A partir dos experimentos iniciais de Joseph Priesley (1733 – 1804), um adepto da teoria do flogístico, que chamava de novo ar algo que prolongava a vida de ratos em suas observações e que mantinha acesa a chama de velas, Lavoisier confirmou, em 1778, que era necessário esse novo ar para que houvesse queima e logo ele o chamou de Oxigênio (ROBERT'S, 1993).

Esse momento era de grande efervescência científica e muitas contribuições a esse estudo vinham acontecendo, concomitantemente a essas discussões quanto aos fenômenos relacionados ao aquecimento. Rocha (2002, p.119) explicita esse momento, apresentando alguns fatos:

Em 1754, Jean-André Deluc (1727 - 1817) descobre que **a temperatura do gelo durante a fusão não muda**. Com base nisso, em 1761, J. Black estabelece o conceito de **calor latente de fusão**, como o calor necessário a um corpo para provocar a fusão, medindo-o pela primeira vez com bastante precisão. Em 1765, Black determina também experimentalmente o **calor latente de vaporização** da água. Já havia sido observado por George Wilhelm Richmann (1711 – 1753), em 1747, que quantidades distintas de uma mesma substância, num mesmo estado de agregação, necessitam de quantidades de calor diferentes para uma mesma elevação de temperatura. Em 1772, o físico alemão Johann Carl Wilcke (1732 – 1796) observa que quantidades iguais de substâncias distintas necessitam quantidades de calor diferentes para a mesma elevação de temperatura, levando assim ao conceito que o químico sueco Johan Gadolin (1760 - 1852), em 1784, denomina de **calor específico**:

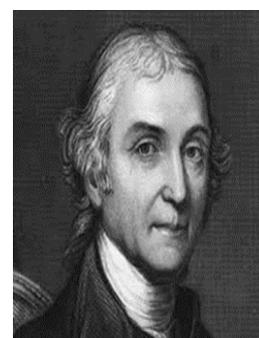


Figura 4 Priesley

$$C = Q / m \cdot \Delta T ,$$

onde: Q é a quantidade de calor trocada  
m e a massa da substância  
 $\Delta T$  é a variação de temperatura

Ainda no século XVIII Lavoisier, além de outros estudiosos da época, em substituição a teoria do flogístico, passa a considerar que o que propicia o equilíbrio térmico é a passagem de uma substância, inerente ao corpo e imponderável, chamada de calórico. **O calórico se conservava em um processo físico**, era sensível às diferenças de temperatura e escoava do corpo mais quente para o mais frio (ROCHA, 2002).

A teoria do calórico teve grande aceitação na comunidade científica e conseguia explicar várias fenômenos naquela época, apesar de já estar em curso e ser considerada por outros cientistas a **teoria mecânica do calor que considerava que o calor era decorrente da transferência da vibração dos átomos** (retomando a teoria atomista) que compõem a matéria. A teoria do calórico considerava, por exemplo, que a transformação de bloco de gelo em água era uma reação química entre o gelo e o calórico que se combinavam para produzir água. Com base nessa teoria, Jean-Baptiste Fourier (1768 – 1830), em 1822, formulou **equações que descrevem o fluxo de calor** através de várias substâncias (**válidas até hoje**) e

Sadi Carnot (1796 – 1832) determinou um limite de **rendimento** de máquinas como a de vapor, que produzem trabalho mecânico a partir do calor e considerava que havia uma transferência de calor da fonte quente para a fonte fria, considerando aqui o calor como uma substância, como calórico (BEN – DOV, 1996). A analogia de Carnot para tal proposição era de que o fluxo de calor através de um motor era como uma queda d'água, conforme Ben – Dov (1996, p. 52):

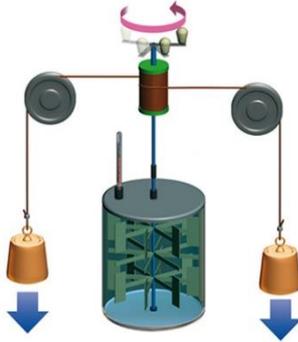


Figura 5 Experimento de Joule

o calórico “cai” da fonte quente para a fonte fria, e essa queda é utilizada para fazer um motor funcionar... a quantidade de calor extraída da fonte quente é igual àquela transmitida para a fonte fria – assim como a quantidade de água que cai sobre a roda de pás é igual à que escoar jusante. Em outras palavras, o calórico se conserva durante esse processo.

Para Carnot a máquina a vapor funciona devido ao fluxo de calor, ou seja de calórico, que move essa máquina. Quanto mais trabalho ela realiza, maior o fluxo e maior a temperatura da fonte quente. Essa proposição realizada por Carnot deixa claro que existe uma relação entre temperatura e trabalho realizado pela máquina (TORÍBIO, 2012).

Apesar do sucesso devido as inúmeras explicações de fenômenos naturais, a teoria do calórico não conseguia explicar outros fenômenos. Se o calórico fluía de um corpo mais quente para um corpo mais frio, como acontecia o aquecimento a partir do atrito? Os seguidores desta teoria afirmavam que, nesse caso, o atrito formava pequenos estilhaços de matéria e expulsava o calórico presente no corpo, provocando o aumento de temperatura. Quanto mais estilhaços fossem provocados, maior seria a temperatura do corpo, pois maior seria o calórico liberado (BEM – DOV, 1996).

Benjamin Thompson (1753 – 1814), o conde de Rumford, ao observar um fenômeno (1798), enquanto fabricava canhões na Baviera, contestou a afirmação acima, rejeitando a teoria do calórico. De acordo com Bem – Dov (1996, p.55):

O conde de Rumford observou o fenômeno inverso. Constatou que, quando se perfura aço com uma broca estreita, produzindo muitos estilhaços, a elevação de temperatura é menor do que quando se utiliza uma broca grossa, produzindo menos estilhaços.

Como já havia a discussão da teoria mecânica do calor e ainda com essa afirmação de conde Rumford, a teoria do calórico foi perdendo consistência, até que em meados do século XIX ela foi abandonada, após o surgimento do termo energia, originalmente citado pelo inventor e físico Hermann von Helmholtz (1821 – 1894) (BEM – DOV, 1996).

O calor deveria ser uma manifestação de energia, desse modo alguns experimentos foram sendo idealizados e desenvolvidos para se ter certeza quanto a essa desconfiança. James Prescott Joule (1818 – 1889) e Julius Robert Mayer (1814 – 1878) deram grandes contribuições nesse sentido que segundo Rocha (2002, p.120):

Para comprovar isto, torna-se necessário evidenciar tal conclusão conforme sugestão do médico alemão Mayer, em 1842, e a confirmação experimental do cientista inglês Joule, na sua larga pesquisa a partir de 1843, que estabelece a equivalência entre calor e energia. Mayer é motivado pela observação, numa viagem feita aos trópicos, de que o sangue venoso tem uma maior taxa de oxigenação (coloração mais avermelhada) do que nos climas frios; com isso Mayer conjectura que o calor humano produzido pelo metabolismo dos alimentos seja

balanceado por uma combinação de dois fatores opostos: o calor perdido pelo corpo para o ambiente e o trabalho realizado pelo mesmo. Com esta análise, ele conclui que **calor e trabalho são ambos manifestações da energia, que podem se transformar uma na outra, mas não se perder.**

O experimento de Joule que estabeleceu a equivalência entre calor e energia, como citado acima, consistiu em uma relação entre as modalidades de energia, potencial e cinética, atribuídas em um sistema físico como o descrito a seguir, de acordo com Rocha (2002, p. 122):

Num calorímetro com uma massa  $M$  de água, é inserido um conjunto de paletas acopladas num eixo. Este eixo gira quando os corpos de massa  $m$  caem de uma altura  $h$ . Após certo número de vezes que os corpos caem, é medida (com o uso de um termômetro) a variação de temperatura  $\Delta T$  da água no calorímetro. Deste modo, a energia potencial do sistema se transforma em energia cinética que vai, aos poucos, se transformando em calor devido ao atrito, causando assim um aumento perceptível de temperatura. Medidas as massas dos corpos ( $m$ ), a altura atingida por eles ( $h$ ), a variação de temperatura ( $\Delta T$ ) e a massa da água ( $M$ ), Joule obtém experimentalmente o valor do equivalente mecânico do calor, após anos de trabalho com o fim de tornar o resultado mais preciso, ele conclui que 1 caloria equivale a 4,18 J.

A partir desse momento o que, em várias oportunidades, tinha sido sugerido como conservação, do flogístico e do calórico, foi proposto por Helmholtz como sendo relacionado a energia. Conforme Rocha (2002, p. 122):

Em 1847, o físico e fisiologista alemão Helmholtz formaliza definitivamente esta ideia sob a forma de Princípio da Conservação da Energia, chamada atualmente Primeira Lei da Termodinâmica. Esta lei se aplica, não só aos fenômenos físicos, como também aos químicos e biológicos; na medida em que se considera o calor como forma de energia, alarga-se o princípio da conservação de energia da Mecânica, incluindo todas as outras formas de manifestações da mesma.



Figura 6Helmholtz

Sabemos hoje que existem várias manifestações da energia de acordo com o tipo de fenômeno físico trabalhado, como por exemplo: térmica, cinética, potencial, nuclear, química, eólica, solar, etc. A energia, seja qual for a modalidade, se conserva no sentido de podermos considerar sempre sistemas fechados, mesmo com a presença de forças dissipativas.

## REFERÊNCIAS

- BEM – DOV, Yoav. **Convite à física**. Rio de Janeiro: Jorge ZaharEd., 1996.  
 ROBERTS, Royston M. **Descobertas acidentais em ciências**. Campinas, SP: Papirus, 1993.  
 ROCHA, JFM., org. **Origens e evolução das idéias da física** [online]. Salvador: EDUFBA, 2002. ISBN 978-85-232-0878-3. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

- SILVA, Ana Paula Bispo; FORATO, Thaís Cyrino de Mello; GOMES, José Leandro de A. M. Costa. **Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 3, p. 492-537, dez, 2013.
- TORÍBIO, Alan Miguel Velásquez. **História da Física.** Vitória: UFES, 2012.
- FIGUEIRAS, Carlos. **A Revolução Química de Lavoisier: Uma verdadeira revolução.** Química Nova, v. 18, n.2, p. 219-224. 1995.

## APÊNDICE F: Atividades experimentais

### ATIVIDADE 1: Verificando o aquecimento de duas porções de água:

#### 1. Porções de volumes iguais.

Objetivos:

- verificar o comportamento de uma substância em iguais quantidades sofrer aquecimento.
- constatar o que ocorre com a temperatura quando a substância atinge o ponto de ebulição.
- Verificar o que acontece com o vapor de água ao sair do calorímetro.

Problema: substâncias iguais em quantidades iguais aquecem também de forma igual? Ao atingir a temperatura de ebulição, o que ocorre com a temperatura da substância? Em que consiste o vapor e porque ele volta para o estado líquido ao sair do calorímetro?

Material Utilizado:

- i. 2 Calorímetros com mangueiras acopladas;
- ii. Termômetro;
- iii. Fogareiro elétrico;
- iv. Água;
- v. Depósito graduado;
- vi. Cronômetro;

Procedimentos: realiza-se a montagem do fogareiro, tomam-se quantidades iguais de água e colocam-se nos calorímetros, determinando-se com o auxílio do termômetro, a temperatura de cada porção. Realiza-se o aquecimento. Verifica-se o que ocorre com a variação da temperatura de cada calorímetro. Observa-se o que ocorre com a temperatura quando a água atinge a ebulição. Observa-se o vapor saindo pela mangueira e o que ocorre com ele após entrar em contato com a sala de aula.

Discussão dos fenômenos observados: Com a mediação e orientação do professor, os alunos se manifestam propondo explicações para os fenômenos que vão sendo observados. A atividade é finalizada com a intervenção do professor, considerando o que foi relatado pelos alunos e consequente apresentação das soluções para o problema.

#### 2. Porções de volumes diferentes.

Objetivos:

- Verificar o comportamento de uma substância em quantidades diferentes ao sofrerem aquecimento.
- Constatar o que ocorre com a temperatura quando a substância atinge o ponto de ebulição.
- Verificar o que acontece com o vapor de água ao sair do calorímetro.

Problema: substâncias iguais em quantidades diferentes aquecem também de forma igual? Ao atingir a temperatura de ebulição, o que ocorre com a temperatura de cada

substância? Em que consiste o vapor e porque ele volta para o estado líquido ao sair do calorímetro?

Material Utilizado:

- i. Calorímetro;
- ii. Termômetro;
- iii. Fogareiro elétrico;
- iv. Água;
- v. Depósito graduado;
- vi. Cronômetro;

Procedimentos: realiza-se a montagem do fogareiro, tomam-se quantidades iguais de água e colocam-se nos calorímetros, determinando-se com o auxílio do termômetro, a temperatura de cada porção. Realiza-se o aquecimento. Verifica-se o que ocorre com a variação da temperatura de cada calorímetro. Observa-se o que ocorre com a temperatura quando a água atinge a ebulição. Observa-se o vapor saindo pela mangueira e o que ocorre com ele após entrar em contato com a sala de aula.

Discussão dos fenômenos observados: Com a mediação e orientação do professor, os alunos se manifestam propondo explicações para os fenômenos que vão sendo observados. A atividade é finalizada com a intervenção do professor, considerando o que foi relatado pelos alunos e consequente apresentação das soluções para o problema.

## **ATIVIDADE 2: Aquecimento de duas porções de volumes iguais de água e óleo de soja.**

### 1. Determinação do calor específico do óleo de soja.

Objetivos: determinar o calor específico do óleo de soja.

Problema: por que água e óleo em iguais quantidades, no mesmo intervalo de tempo, aquecem de forma diferente?

Material Utilizado:

- i. Calorímetro;
- ii. Termômetro;
- iii. Fogareiro elétrico;
- iv. Água;
- v. Óleo de soja;
- vi. 2 depósitos graduados;
- vii. Cronômetro;

Procedimentos: determinamos a temperatura de duas quantidades iguais de água e óleo de soja, colocados dentro de um calorímetro. Procedemos com o aquecimento dos calorímetros, após um mesmo intervalo de tempo verificamos a temperatura novamente de cada substância. Como o tempo de exposição à fonte de calor (fogareiro elétrico) é o mesmo, podemos considerar que a quantidade de calor fornecida para ambos os conjuntos deve ser a mesma. Sendo as quantidades de água e óleo iguais e considerando o calor específico da água ( $1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ), avaliamos o calor específico do óleo.

Discussão dos fenômenos observados: Com a mediação e orientação do professor, os alunos se manifestam propondo explicações para os fenômenos que vão sendo observados. A atividade é finalizada com a intervenção do professor, considerando o que foi relatado pelos alunos e consequente apresentação das soluções para o problema.

### **ATIVIDADE 3: Verificando os tipos de propagação do calor.**

#### 1. Condução

Objetivos: verificar o processo de propagação do calor por condução.

Problema: como ocorre a propagação do calor ao longo da haste metálica?

Material Utilizado:

- i. haste metálica;
- ii. vela;
- iii. isqueiro/fósforo;
- iv. suporte de sustentação.

Procedimentos:

Prende-se a haste ao suporte. Acende-se a vela e pinga-se a cera na haste, espaçadamente. Observa-se o efeito.

Discussão dos fenômenos observados: por que a cera vai derretendo sequenciadamente, da mais próxima da chama para a mais afastada?

Com a mediação e orientação do professor, os alunos se manifestam propondo explicações para os fenômenos que vão sendo observados. A atividade é finalizada com a intervenção do professor, considerando o que foi relatado pelos alunos e consequente apresentação das soluções para o problema.

#### 2. Convecção

Objetivos: verificar o processo de propagação do calor por convecção.

Problema: por que a hélice gira quando colocamos a fonte de calor em baixo dela?

Material Utilizado:

- i. hélice metálica leve (ou um catavento de papel);
- ii. isqueiro ou fósforo;
- iii. suporte para a hélice.

Procedimentos: estando a hélice suspensa a uma determinada altura, acende-se o isqueiro abaixo dela, sem tocá-la, e espera-se um pouco para o aquecimento. Observa-se o efeito.

Discussão dos fenômenos observados: por que a hélice começa a girar?

Com a mediação e orientação do professor, os alunos se manifestam propondo explicações para os fenômenos que vão sendo observados. A atividade é finalizada com a intervenção do professor, considerando o que foi relatado pelos alunos e consequente apresentação das soluções para o problema.

#### 3. Irradiação

Objetivos: verificar o processo de propagação do calor por irradiação.

Problema: nas correntes de convecção, o ar (fluido) quente sobe o frio desce; como acontece o aquecimento de nossa mão quando a colocamos abaixo de uma lâmpada ou mesmo do lado de um fonte de calor?

Material Utilizado:

- i. Fogareiro elétrico (ou lâmpada incandescente);
- ii. Depósito com água;

Procedimentos: aquecemos o depósito com água e, cuidadosamente, aproximamos a mão, lateralmente, do depósito.

Discussão dos fenômenos observados: por que sentimos nossa mão aquecer?

Com a mediação e orientação do professor, os alunos se manifestam propondo explicações para os fenômenos que vão sendo observados. A atividade é finalizada com a intervenção do professor, considerando o que foi relatado pelos alunos e conseqüente apresentação das soluções para o problema.



3. Na sua opinião, na aplicação da UEPS, a exibição de vídeos apresentada pelo professor favoreceu o seu entendimento sobre o assunto e essa exibição foi compatível com o momento do texto que foi trabalhado em sala de aula, ou seja, o texto “Um breve histórico sobre o calor”?

( ) sim    ( ) não    ( ) muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Na aplicação da UEPS foram utilizados algumas ferramentas metodológicas, como por exemplo a apresentação de experimentos. Você acredita que essa ferramenta possibilitou uma melhor adequação entre o conhecimento referente ao calor, abordado no texto (“Um breve histórico sobre o calor”) e sua aprendizagem sobre o tema?

( ) sim    ( ) não    ( ) muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. No desenvolvimento da metodologia apresentada (UEPS) alguns procedimentos foram utilizados, como por exemplo, o quadro branco e slides, em vários momentos da aula, além de atividades para casa, através de emails (atividade que foi intitulada sala de aula invertida), a fim de facilitar o processo ensino aprendizagem. Você acha que esses procedimentos foram adequados e surtiram efeito positivo para o aumento do seu conhecimento?

( ) sim    ( ) não    ( ) muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# **ANEXOS**

## ANEXO A

**Digitalização dos trechos utilizados na discussão, envolvendo o depoimento dos alunos**  
**Avaliação da UEPS. Turma: Eletromecânica**

1. A história da ciência vem sendo desenvolvida ao longo dos séculos. Você acredita que ao aplicar essa metodologia de ensino, intitulada UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), o professor ao apresentar o texto "Um Breve Histórico sobre o Calor", abordando a construção do conceito de calor e os desdobramentos históricos que culminaram na ideia de que o calor é uma manifestação da energia, contribuiu para o seu entendimento sobre o que é o calor?

( ) sim      ( ) não      ( ) muito pouco

1ª resposta:

( ) sim      ( ) não      (X) muito pouco  
 Explique: *Eu não sei entender um pouco, mas como surgiu o conceito de calor, mas a verdade é que não me importa nem um pouco com a história, que deu origem a isso. Quero pra fazer uma forma muito mais resumida dessa história, economizando histórias com termos absolutos.*

2ª resposta:

( ) sim      ( ) não      (X) muito pouco  
 Explique: *Ajudar de certa forma o entendimento da contextual histórica sobre o calor e como foi que chegou ao conceito que temos hoje, mas falhou o entendimento na prática na casa nas fórmulas e tal, tem muitas coisas que ficaram na parte histórica que eu queria que seria mais rápida se diria ao ponto (principalmente pela falta de saber mais detalhes).*

3ª resposta:

(X) sim      ( ) não      ( ) muito pouco  
 Explique: *Com as explicações trazidas pelo texto "Um Breve Histórico sobre o Calor" pude assimilar com mais facilidade a lógica do funcionamento de exercícios relacionados ao calorimetria.*

4ª resposta:

sim     não     muito pouco

Explique: Sim, se se não me um-  
ganha calor latente e quando  
la temperatura não muda.

Algumas substâncias precisam  
de mais calor que de que se até  
para chegar a mesma tem-  
peratura.

- Calor é energia segundo Joule.

1. No texto, "Um Breve Histórico sobre o Calor", falou-se sobre muitos acontecimentos e a participação de "cientistas" na construção do conceito de Calor. Que situação mais lhe marcou e qual(is) cientista(s) envolvido(s) nela, contribuiu para a construção do seu conhecimento a respeito do Calor.

1ª resposta:

Johann Joseph Berzelius, Joule, Robert  
Mayer. O experimento de Joule que estabeleceu  
calor é energia.

2ª resposta:

Lavoisier, com o lei de conservação das massas,  
e a Teoria do calorico, que foram os catalisadores para  
o entendimento de "energia" no formato de calor.

2. Na sua opinião, na aplicação da UEPS, a exibição de vídeos apresentada pelo professor favoreceu o seu entendimento sobre o assunto e essa exibição foi compatível com o momento do texto que foi trabalhado em sala de aula, ou seja, o texto "Um breve histórico sobre o calor"?

sim     não     muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_

1ª resposta:

sim     não     muito pouco

Explique: porque o vídeo não era nenhum  
poço interessante.

2ª resposta:

sim  não  muito pouco

Explique: O vídeo não ajudou muito pois não prendeu minha atenção o que foi eficiente foi o texto trabalhado. Mas pelo o que me recordo do vídeo eu não achei que ele explorou muito o mesmo assunto do texto.

3ª resposta:

sim  não  muito pouco

Explique: Sim o vídeo de não tinha um valor como a apresentação de Jean Piaget e a ciência.

4ª resposta:

sim  não  muito pouco

Explique: Nem um pouco, pois eu não lembro do filme.

5ª resposta:

sim  não  muito pouco

Explique: Os vídeos ajudaram na visualização do experimento de Joule, entendendo melhor seu funcionamento, entretanto, nada além disso!

6ª resposta:

sim  não  muito pouco

Explique: Os vídeos são chamativos e envolventes, pois as imagens chamam a atenção do aluno, e também traz em imagens o que já foi visto no quadro e no texto.

3. Na aplicação da UEPS foram utilizados algumas ferramentas metodológicas, como por exemplo a apresentação de experimentos. Você acredita que essa ferramenta possibilitou uma melhor adequação entre o conhecimento referente ao calor, abordado no texto ("Um breve histórico sobre o calor") e sua aprendizagem sobre o tema?

sim  não  muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_

1ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: Que diferentes substâncias  
tem um duto suficiente e  
chegam a temperaturas diferentes  
em determinadas tempo

2ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: Para aprender e ser na prática é mais  
interessante do que ver no quadro

3ª resposta:

( ) sim  não ( ) muito pouco

Explique: Repetitivo não ajuda na aprendi-  
zagem, somente serve para deixar a  
aula mais chata

4ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: Quando a professor trouxe o  
calorímetro, ele demonstrou uma prá-  
tica e que eu vi uma coisa que  
a água em uma tubulação não mudava  
na temperatura

4. No desenvolvimento da metodologia apresentada (UEPS) alguns dos procedimentos foram utilizados, como por exemplo, o quadro branco e slides, em vários momentos da aula, além de atividades para casa, através de email (atividade que foi intitulada sala de aula invertida), a fim de facilitar o processo ensino aprendizagem. Você acha que esses procedimentos foram adequados e surtiram efeito positivo para o aumento do seu conhecimento?

( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

1ª resposta:

( ) sim (X) não ( ) muito pouco

Explique:

Os emails só me parecem perder tempo em atividades, jogos e trabalhos, porque nem todo mundo tem acesso a internet, e ser computadores dessa escola, todos dizem que eu vou lá tem poucas máquinas.

2ª resposta:

(X) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique:

As atividades para casa não fundamentais para que o aluno consigo "fixar" o assunto na mente.

Não achei os emails eficientes porque muitos dos alunos não tem computadores e celular para poder visualizar e muitas vezes os outros colegas não acreditam que tinha atividade. Portanto, continuo acreditando que os trabalhos e atividades devem ser passadas em sala de aula.

3ª resposta:

(X) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique:

Se assim pode ser um problema o que tinha sendo utilizado com bola, praticar as fórmulas e exercícios, e a calor latente, calor específico e a de fusão de calor.

Avaliação da UEPS. Turma: Eletroeletrônica

1. A história da ciência vem sendo desenvolvida ao longo dos séculos. Você acredita que ao aplicar essa metodologia de ensino, intitulada UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), o professor ao apresentar o texto "Um Breve Histórico sobre o Calor", abordando a construção do conceito de calor e os desdobramentos históricos que culminaram na ideia de que o calor é uma manifestação da energia, contribuiu para o seu entendimento sobre o que é o calor?

( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

1ª resposta:

sim      ( ) não      ( ) muito pouco

Explique: O texto era bem explicativo, trouxe algumas argumentações que eu que já tinha estudado sobre o calor não sabia.

2ª resposta:

sim      ( ) não      ( ) muito pouco

Explique: Os textos discutidos expandiram nossas áreas de conhecimentos na física e nos apresentaram as ideias que desmembraram o conceito do calor, já que alguns, até então, eram desconhecidos.

3ª resposta:

sim      ( ) não      ( ) muito pouco

Explique: Já que dessa forma eliminou-se o processo de aprendizado mecanizado, onde aprendia apenas a finalidade sem conhecer o processo.

4ª resposta:

sim      ( ) não      ( ) muito pouco

Explique: Com os fatos históricos apresentados nos textos com toda a trajetória e as contribuições dos cientistas através dos experimentos que eles realizaram, foi mais fácil a abordagem do tema em sala de aula.

2. No texto, “Um Breve Histórico sobre o Calor”, falou-se sobre muitos acontecimentos e a participação de “cientistas” na construção do conceito de Calor. Que situação mais lhe marcou e qual(is) cientista(s) envolvido(s) nela, contribuiu para a construção do seu conhecimento a respeito do Calor.

1ª resposta:

Quando o Conde de Rumford explicou e demonstrou a Teoria do calor os descobriu que ela não se aplica caso ao ar.

2ª resposta:

O que mais me chamou atenção foi quando o Conde de Rumford, Benjamin Thompson observou que ao contrário do que se esperava de acordo com a Teoria do calor, a braca que produzia mais estímulos na verdade não produzia tanto aumento de temperatura como a outra.

1. Na sua opinião, na aplicação da UEPS, a exibição de vídeos apresentada pelo professor favoreceu o seu entendimento sobre o assunto e essa exibição foi compatível com o momento do texto que foi trabalhado em sala de aula, ou seja, o texto "Um breve histórico sobre o calor"?

( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_

1ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: Com o vídeo podemos ter nos tivemos uma noção de que era o assunto e logo após com o texto ficou mais da mais e conteúdo apresentado.

2ª resposta:

( ) sim ( ) não  muito pouco

Explique: Até ~~hoje~~ foi conveniente com o apresentado no texto, porém os vídeos eram curtinhos e um pouco chatos.

3ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: Pois trouxe algumas experiências sobre o calor e o trabalho.

2. Na aplicação da UEPS foram utilizadas algumas ferramentas metodológicas, como por exemplo a apresentação de experimentos. Você acredita que essa ferramenta possibilitou uma melhor adequação entre o conhecimento referente ao calor, abordado no texto ("Um breve histórico sobre o calor") e sua aprendizagem sobre o tema?

( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique:

1ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: Isso possibilitou um melhor conhecimento, pois a maioria das aulas que nós temos, são aulas teóricas e chatas, com a implementação do experimento, isso deu mais flexibilidade a aula e ajudou mais na disseminação do nosso conhecimento.

2ª resposta:

( ) sim ( ) não  muito pouco

Explique:

Porque as vezes não entendia os experimentos.

3ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: Fazemos uma conexão na prática sobre a propagação do calor, além de outros experimentos envolvendo a termodinâmica.

4ª resposta:

sim     não     muito pouco

Explique: Gostei do experimento da condução de calor com os pingos de vela e da conexão com a hélice girando.

5. No desenvolvimento da metodologia apresentada (UEPS) alguns dos procedimentos foram utilizados, como por exemplo, o quadro branco e slides, em vários momentos da aula, além de atividades para casa, através de email (atividade que foi intitulada sala de aula invertida), a fim de facilitar o processo ensino aprendizagem. Você acha que esses procedimentos foram adequados e surtiram efeito positivo para o aumento do seu conhecimento?

sim     não     muito pouco

1ª resposta:

sim     não     muito pouco

Explique: Contei que até me interessei mais por física com essa metodologia, facilitou muito meu entendimento e não se tornou monótono.

2ª resposta:

sim     não     muito pouco

Explique: Além de aprender com a aula propriamente dita, as atividades seriam dos testes. Os slides contribuíram de forma visual.

Avaliação da UEPS. Turma: Edificações

1. A história da ciência vem sendo desenvolvida ao longo dos séculos. Você acredita que ao aplicar essa metodologia de ensino, intitulada UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), o professor ao apresentar o texto “Um Breve Histórico sobre o Calor”, abordando a construção do conceito de calor e os desdobramentos históricos que culminaram na ideia de que o calor é uma manifestação da energia, contribuiu para o seu entendimento sobre o que é o calor?

sim     não     muito pouco



marcou e qual(is) cientista(s) envolvido(s) nela, contribuiu para a construção do seu conhecimento a respeito do Calor.

1ª resposta:

Joseph Black que ele observou que resfriando um líquido com a temperatura elevada em certos pontos, o líquido demora a resfriar e a temperatura diminui consideravelmente.

2ª resposta:

O experimento que mais me marcou foi o que Joseph Priestley, que ele usou ratos na sua experiência, onde Lavoisier confirmou a teoria do calórico que não há combustão sem oxigênio e produção de Oxigênio.

3ª resposta:

A experiência com os ratos, mostrando que havia um ar essencial para a vida dos ratos. (Oxigênio).  
cientista: Joseph Priestley

4ª resposta:

Quando Lavoisier passa a considerar que o que propicia o equilíbrio térmico é a presença de uma substância inerte ao corpo e imponderável, chamada de calórico.

5ª resposta:

A primeira lei da termodinâmica.  
 Na medida em que se considera o  
 calor como forma de energia, alargando  
 o princípio da conservação da  
 energia da mecânica, incluindo todas  
 as outras formas de manifestação  
 da matéria.

3. Na sua opinião, na aplicação da UEPS, a exibição de vídeos apresentada pelo professor favoreceu o seu entendimento sobre o assunto e essa exibição foi compatível com o momento do texto que foi trabalhado em sala de aula, ou seja, o texto "Um breve histórico sobre o calor"?

( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique:

1ª resposta:

( ) sim ( ) não (X) muito pouco

Explique: Não que os vídeos fossem ruins mas, em sua grande parte eram muito antigos. Seriam? Seriam. Mas era monótono, sem muita dinâmica.

2ª resposta:

(X) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: O exibição dos vídeos foi + uma ideia ótima, uma vez que os mesmos podem ser encontrados na internet para futura referência.

3ª resposta:

Em mundo de History e National Geographic Telecurso é o bicho!

4ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco  
 Explique: Sim, o vídeo estava excelente  
com o conteúdo e que ajudou  
aqueles que tinham dúvidas  
quanto a os experimentos

5ª resposta:

( ) sim  não ( ) muito pouco  
 Explique: Não entendi sobre o assunto  
do vídeo, e nem a relação  
dele com o texto.

4. Na aplicação da UEPS foram utilizadas algumas ferramentas metodológicas, como por exemplo a apresentação de experimentos. Você acredita que essa ferramenta possibilitou uma melhor adequação entre o conhecimento referente ao calor, abordado no texto (“Um breve histórico sobre o calor”) e sua aprendizagem sobre o tema?

( ) sim ( ) não ( ) muito pouco

Explique: \_\_\_\_\_

1ª resposta:

( ) sim ( ) não  muito pouco  
 Explique: não dava de ter uma boa visualização  
dos experimentos para todos.

2ª resposta:

sim ( ) não ( ) muito pouco  
 Explique: Os experimentos na minha opinião  
foi a ferramenta que mais possibilitou  
aprendizado, pois o mesmo mostra  
uma aplicação com a qual lidamos  
diariamente.

3ª resposta:

sim    ( ) não    ( ) muito pouco

Explique:

Sim. Pois fixei a teoria. Gostei da experiência mostrando os tipos de propagação da luz.

4ª resposta:

( ) sim    ( ) não     muito pouco

Explique:

O experimento da máquina a vapor, aplicado em sala de aula, contribuiu muito pouco para a aprendizagem, sendo bastante complicado para ser feito só pelos alunos. Durante o experimento com os colorímetros, que me ajudou a entender as propriedades da luz visível.

5. No desenvolvimento da metodologia apresentada (UEPS) alguns procedimentos foram utilizados, como por exemplo, o quadro branco e slides, em vários momentos da aula, além de atividades para casa, através de emails (atividade que foi intitulada sala de aula invertida), a fim de facilitar o processo ensino aprendizagem. Você acha que esses procedimentos foram adequados e surtiram efeito positivo para o aumento do seu conhecimento?

( ) sim    ( ) não    ( ) muito pouco

Explique:

1ª resposta:

( ) sim    ( ) não     muito pouco

Explique:

para atividade pelo e-mail não foi algo eficiente, slide e as informações no quadro ajudam muito, mas é importante melhorar o método de ensino, e cobrar o conhecimento.

2ª resposta:

sim     não     muito pouco

Explique:

Sim mas não ajudou a  
 resolver as questões por falta de  
 tempo por isso

3ª resposta:

sim     não     muito pouco

Explique:

SINCERAMENTE OS SLIDE ~~ME~~ AJUDOU <sup>UM</sup> POUCO,  
 PORÉM OS EMAILS ME ESTRESSAM MUITO, VISTO  
 QUE JÁ HAVIA MILHÕES DE COISAS PARA ESTUDAR DE  
 OUTRAS MATERIAS ELEVANDO EM CONSIDERAÇÃO  
 QUE EU POSSUO UM MUITO pouco de tempo nei  
 nesse. OS EMAILS NÃO FORAM EFICAZES FORA  
 QUE ~~POUCAS~~ POUCAS QUESTÕES FORAM RESOLVIDAS  
 NO QUADRO. FORA AINDA QUE MUITOS NÃO TÊM  
 ACESSO A INTERNET.