

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS CAMPO MOURÃO

VIVIANE DZIUBATE PITTNER

UEPS - UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA
DISSIPAÇÃO DE ENERGIA: EFEITO JOULE, EFEITO Peltier E INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA

CAMPUS CAMPO MOURÃO

2022

VIVIANE DZIUBATE PITTNER

**UEPS - UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA
DISSIPAÇÃO DE ENERGIA: EFEITO JOULE, EFEITO PELTIER E INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA**

**UEPS - Potentially significant teaching unit for energy dissipation: joule effect,
peltier effect and electromagnetic induction**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Polo 32 MNPEF), campus Campo Mourão, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

CAMPO MOURÃO

2022



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
DESCRIÇÃO DA UEPS	7
TEORIAS DE APRENDIZAGEM	10
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	12
AULA 1	14
1ª Etapa da UEPS: PLANEJAMENTO E APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	14
2ª Etapa da UEPS: LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	15
AULAS 2, 3 E 4	16
3ª Etapa da UEPS: PROPOSIÇÃO DE UMA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	16
4ª Etapa da UEPS: APRESENTAÇÃO PROGRESSIVA DOS CONCEITOS.....	17
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
1 CALORIMETRIA.....	21
2 EFEITO JOULE.....	22
2.1 Resistência elétrica e potência elétrica.....	22
3 ELETROMAGNETISMO.....	23
3.1 Campo Eletromagnético.....	23
3.2 Lei da Indução de Faraday	28
3.3 Processos de Aquecimento Indutivo.....	31
3.3.1 Módulo ZVS.....	31
4 EFEITO SEEBECK	32
4.1 Efeito Peltier.....	33
5 BALANÇO ENERGÉTICO.....	35
AULAS 5, 6 E 7	36
5ª Etapa da UEPS: ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	36
ATIVIDADE PRÁTICA 1	37
AULAS 8, 9 E 10	58
6ª Etapa da UEPS: NOVAS SITUAÇÕES-PROBLEMA.....	58
AULAS 11 E 12	65
7ª Etapa da UEPS: AVALIAÇÃO.....	65
8ª Etapa da UEPS: AVALIAÇÃO DA UEPS.....	65
CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE A – Resoluções dos exercícios propostos	74

INTRODUÇÃO

O ensino de Física tem um papel fundamental na vida dos cidadãos, de forma que o objetivo de estudá-la nos bancos escolares precisa ir muito além de obterem-se bons resultados nos exames vestibulares.

Contrapondo tal constatação ao crescente desinteresse dos estudantes por essa área do conhecimento, os professores estão cada vez mais buscando alternativas para não deixar que a educação científica perca seu valor, visto que é sabido da importância da mesma na compreensão dos fenômenos naturais que acontecem à nossa volta.

Pensando em um ensino de Física mais significativo, pautado em algo que esteja presente no cotidiano do aluno, o produto deste estudo constitui-se em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), cuja base foi desenvolvida por Marco Antonio Moreira (2011a, 2012).

Para o aperfeiçoamento dos conteúdos e a aplicação dos mesmos com a 3ª série do Ensino Médio, propomos a aplicação de quatro experimentos. Primeiro, a construção de dois sistemas de aquecimento de água: um que funciona por efeito Joule, verificado por meio de uma resistência, e outro por efeito Peltier, a partir de um sistema que se utiliza de uma célula Peltier para aquecimento. Além dos conteúdos que envolvem o funcionamento dos dois sistemas, nos propusemos a aplicar situações problemas para realizarmos o balanço energético no processo de transformação de energia elétrica em térmica em cada sistema, analisando o tempo de aquecimento inicial e final, buscando também calcular o gasto de energia elétrica nos sistemas. Os terceiro e quarto experimentos contam com a construção de um Eletroímã e a utilização de um módulo ZVS para demonstrar a transformação do Campo Elétrico em Campo Magnético e do Campo Magnético em Campo Elétrico, bem como o processo de aquecimento por Indução Eletromagnética.

Nossa proposta é articular o assunto com enfoque CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), de forma a conscientizar os alunos em relação ao gasto de energia elétrica, a preocupação e os cuidados com o meio ambiente, visto que segundo a

ONU (Organização das Nações Unidas) a escassez de água vem se agravando muito nos últimos anos¹.

Com esta UEPS pretendemos fazer com que os estudantes, a partir da mediação do professor, sejam os protagonistas de seus conhecimentos, entendendo que a Física faz parte de seus mundos e tendo seus interesses despertados por essa ciência.

Segundo Moreira (2011a), quando o estudante atribui significado a um dado conhecimento, ancorando ao que já ele já conhecia, mas atribuindo conceitos a esse novo conhecimento, esse aprendizado passa a ter sentido para o aluno, de forma que sempre que o estudante necessitar desse conhecimento vai lembrar dele de alguma forma, ao passo que no aprendizado mecânico o mesmo conhecimento seria apenas decorado, logo esquecido e não mais lembrado.

Assumindo essa premissa, este produto é baseado nas teorias da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (1918-2008), Joseph Donald Novak e Marco Antonio Moreira. Para a UEPS seguiremos os 8 passos descritos por Moreira (2011b), sendo eles:

- 1º O planejamento, a definição do conteúdo a ser trabalhado e identificação dos conhecimentos prévios;
- 2º Propor situações que levem o aluno a associar o conhecimento prévio ao conteúdo proposto, na forma de questionários, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, entre outros;
- 3º Propor situações-problema para introduzir o conteúdo levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos. Também é possível atingir tais objetivos por meio da utilização de um organizador prévio, podendo isso ser feito através de um vídeo, simulações computacionais ou problemas do cotidiano;
- 4º Levando em conta a diferenciação progressiva e os conceitos prévios definidos no terceiro passo, trabalhar o conceito de uma forma geral, dando uma visão inicial do todo, por meio de exposição oral e realização de atividades em pequenos ou grandes grupos;
- 5º Nesta etapa deve-se retomar os conceitos ensinados e rerepresentá-los em um nível mais elevado. Devem ser destacadas as semelhanças e diferenças

¹ UNRIC. **Nações Unidas**. Centro Regional de Informações para a Europa Ocidental. Disponível em: <https://unric.org/pt/agua/>>. Acesso em 24 de fev. de 2022.

das situações problema já trabalhadas anteriormente, propondo atividades nas quais o aluno interaja com os colegas para tentar realizá-las. Para esta etapa temos, por exemplo, a proposta de uma atividade experimental na qual o professor acaba atuando como mediador;

- 6º Retomar as características mais relevantes do conteúdo em questão e inserir novos significados. Trabalhar novas situações-problemas em níveis mais altos de complexidade e discuti-las com o grande grupo;
- 7º Avaliação da aprendizagem, a qual deve acontecer ao longo de todo o processo, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativas do conteúdo trabalhado. Concomitante a isso, propõe-se fazer também uma avaliação somativa individual, em forma de questões/situações que demonstrem que o aluno conseguiu atribuir significado ao assunto estudado;
- 8º Avaliação da UEPS: aqui o professor analisa todo trabalho realizado com os estudantes e verifica se há indicativos de uma aprendizagem significativa.

Em consonância com a proposta da BNCC - Base Nacional Comum Curricular para o novo Ensino Médio (BRASIL, 2018), com a execução dessas atividades pretende-se, conforme apresentado no Quadro 1, desenvolver nos estudantes as seguintes competências e habilidades da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

Quadro 1: Competências e Habilidades - BNCC

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS	HABILIDADE
<p>Competência específica 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p>	<p>Habilidade (EM13CNT101): Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p> <p>Habilidade (EM13CNT102): Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.</p> <p>Habilidade (EM13CNT106): Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.</p>

Competência específica 3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidade (EM13CNT301): Confeccionar questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Habilidade (EM13CNT303): Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Fonte: Brasil (2018).

Para atingirmos esses pressupostos, sugerimos que seja demonstrado um sistema de cada vez para a turma, e a partir das observações realizadas pelos estudantes, levando em consideração os conhecimentos que já possuem, apresentem-se novos conceitos físicos, mostrando onde esses efeitos são utilizados no dia a dia, dando assim um significado para cada conteúdo aprendido na disciplina.

DESCRIÇÃO DA UEPS

Seguindo os oito passos propostos por Moreira (2011a), apresentamos no Quadro 2 a organização do nosso produto. Elaboramos ele para, a princípio, ser aplicada em 12 aulas, mas dependendo da realidade de cada turma, o mesmo pode ser adaptado conforme necessário.

Quadro 2: Descrição da UEPS		
ETAPA DA UEPS	NÚMERO DE AULAS	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
1º - PLANEJAMENTO E APRESENTAÇÃO DO TEMA	1 aula	<p>Iniciar a aula com o vídeo sobre uso Eficiente da Energia Elétrica (5 min): “Turminha Eletro em: Uso Eficiente da Energia Elétrica”</p> <p>Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=l-ti8McSNKA. Acesso em: 25 maio 2021.</p> <p>Aproveitar o vídeo e apresentar brevemente o assunto que irá ser trabalhado durante a aplicação desta UEPS.</p>
2º - LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS		<p>Para fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, aplicar o questionário sobre transformação de energia: Atividade 1.</p>
3º - PROPOSIÇÃO DE UMA SITUAÇÃO- PROBLEMA	3 aulas	<p>Retomar as questões e os conhecimentos prévios trabalhados na aula anterior. Passar o vídeo do Instituto Alexa sobre gasto de energia (5min.): “Consumo consciente de energia: A Turma do Instituto Alexa”</p> <p>Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=7hfw4N7-ZVw Acesso em: 26 maio 2021.</p> <p>Fazer uma exposição inicial dos conceitos, com slides e aplicar a atividade 2 – situação problema inicial. Coletivamente abordar as respostas e discutir a solução com o grande grupo.</p>

<p style="text-align: center;">4º - APRESENTAÇÃO PROGRESSIVA DOS CONCEITOS</p>		<p>Resolver situações problemas envolvendo o balanço energético e o gasto de energia nos processos de aquecimento de água (atividade – 3). Fazer a correção dos exercícios coletivamente, apresentando assim um pouco mais os conceitos.</p>
<p style="text-align: center;">5º - ATIVIDADE EXPERIMENTAL</p>	<p style="text-align: center;">3 aulas</p>	<p>Nesta etapa realizar as atividades experimentais. Fazer os aquecimentos da água através do efeito Joule, utilizando resistência e por efeito Peltier através de um sistema desenvolvido com a pastilha Peltier.</p> <p>Os alunos vão analisar os dados coletados com a prática e realizar os cálculos do balanço energético e o gasto de energia de cada um.</p> <p>Construir um eletroímã com cada aluno e com o módulo ZVS, demonstrar o aquecimento de metais por Indução Eletromagnética e a transformação de Campo Elétrico em Campo Magnético e Campo Magnético em Campo Elétrico.</p> <p>Fazer a explanação coletiva dos resultados.</p>
<p style="text-align: center;">6º - NOVAS SITUAÇÕES- PROBLEMAS EM NÍVEIS MAIS COMPLEXOS</p>	<p style="text-align: center;">3 aulas</p>	<p>Comentar brevemente sobre os conceitos tratados na aula anterior e aplicar um novo questionário com situações-problemas de maior complexidade, atividade - 4 e atividade - 5. Fazer a correção das questões coletivamente e passar o vídeo sobre dicas para poupar energia elétrica (7min.): “Dicas para poupar energia elétrica (Eletrosul)”</p> <p>Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=SjyU2CQ29pl Acesso em: 26 maio 2021.</p>
<p style="text-align: center;">7º - AVALIAÇÃO</p>	<p style="text-align: center;">2 aulas</p>	<p>A avaliação ocorrerá ao longo de todo o processo, pela participação nas atividades de forma oral, escrita, por meio dos questionários e na atividade prática.</p> <p>Neste momento é importante uma revisão dos conteúdos estudados. Aplicar a atividade – 6.</p> <p>Apresentar como construir um Mapa Conceitual e solicitar que cada aluno elabore o seu, retratando o que aprenderam.</p>

8º - AVALIAÇÃO DA UEPS	-----	Avaliação da UEPS: aqui o professor analisa todo o trabalho realizado com os estudantes e verifica se houve indicativos de aprendizagem significativa.
-------------------------------	-------	--

Fonte: Autoria própria (2021).

TEORIAS DE APRENDIZAGEM

As teorias de aprendizagem são ferramentas que servem como suporte para atingir os objetivos determinados para as aulas em relação aos conceitos a serem ensinados. Logo, antes de se trabalhar um assunto com os estudantes, deve-se saber qual teoria embasará as aulas.

Esta proposta foi elaborada com base nas Teorias da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, nas teorias de Joseph D. Novak para os mapas conceituais, e para a elaboração e aplicação da UEPS nas teorias de Marco Antonio Moreira.

Segundo Moreira (2011a), a Aprendizagem Significativa é baseada nas teorias de David Ausubel, caracterizando-se pela interação entre os conhecimentos prévios que os alunos já possuem em relação aos conteúdos a serem estudados, e os novos conceitos que serão adquiridos durante as aulas, tornando-os significativos, pois os mesmos passam a ter sentido para os estudantes. As principais condições para que esse aprendizado seja significativo é a necessidade de utilizar um material adequado a tal durante as aulas, bem como que o aprendiz tenha interesse em aprender.

A aprendizagem significativa constitui apenas a primeira fase de um processo de assimilação mais vasto e inclusivo, que também consiste na própria fase sequencial natural e inevitável da retenção e do esquecimento. A Teoria da Assimilação explica a forma como se relacionam de modo seletivo, na fase de aprendizagem, novas ideias potencialmente significativas do material de instrução com ideias relevantes, e, também, mais gerais e inclusivas (bem como mais estáveis), existentes (ancoradas) na estrutura cognitiva. Estas ideias novas interagem com as ideias relevantes ancoradas e o produto principal desta interação torna-se, para o aprendiz, o significado das ideias de instrução acabadas de introduzir. Estes novos significados emergentes são, depois, armazenados (ligados) e organizados no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes (AUSUBEL, 2003, p. 8).

O aluno é o protagonista em busca das respostas para suas perguntas, ao passo que professor é o mediador desse conhecimento, o orientador, aquele que irá apresentar novos conceitos a partir dos conceitos elencados pelos alunos. Nesse processo, caso necessário, o professor deve usar organizadores prévios, tais como

um filme, uma pergunta ou até mesmo uma aula expositiva para direcionar o conhecimento prévio que o aluno já possui sobre o conteúdo, conhecimento esse que ainda não está contextualizado.

Para Moreira (2011b, p.2) as UEPES: “São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”.

Segundo Ausubel, Novak & Hanesian, (1980), um fator fundamental para que ocorra uma aprendizagem significativa é que ela seja ancorada aos conhecimentos prévios que os estudantes já possuem sobre o assunto a ser trabalhado na aula. Ou seja, é preciso que os discentes consigam relacionar o conteúdo com algo que eles já conheçam, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição.

Moreira (2011a), um dos grandes defensores da aprendizagem significativa, cita esse conhecimento prévio como um subsunçor, o qual permite dar significado a novos conhecimentos. Nossa estrutura cognitiva contém um conjunto desses subsunçores, sendo que a diferenciação progressiva é quando se atribui um novo significado a um determinado subsunçor, e quando se consegue perceber diferenças entre os conhecimentos existentes e os novos adquiridos, resolver inconsistências, integrar significados, ocorreu a reconciliação integradora.

Segundo Moreira (2012) os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumentos de avaliação, sendo considerados estratégias potencialmente facilitadoras de uma aprendizagem significativa. Joseph Novak, na década de setenta, desenvolveu essa técnica baseando-se na Teoria Cognitiva de Aprendizagem, de Ausubel.

Para Gomes, Batista e Fusinato (2019), os mapas conceituais ajudam a manter o aprendizado por um período mais longo, aumentam a capacidade de resolver problemas com múltiplas possibilidades, caracterizando-se então como uma ferramenta significativa para que ocorra a aprendizagem no ensino de Física.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

O ser humano busca diversas formas de explicar os fatos e fenômenos que ocorrem à sua volta e, dessa forma, entender a realidade que o cerca. Os conteúdos que permeiam a humanidade podem variar de acordo com os contextos, sejam eles históricos, geográficos, culturais, artísticos, religiosos ou científicos. De acordo com Bourdieu (1983), a premissa de que a ciência é neutra nem sempre é verdadeira. No entanto, ela é o campo de estudo que busca aproximar-se ao máximo daquilo que é real, preconizando as diversas formas de entender a realidade.

Nesse sentido, ciência, tecnologia e sociedade devem correlacionar-se. A teoria dos campos de Bourdieu (1983), versa acerca do campo científico, caracterizando-o como “[...] um espaço estruturado no qual ocorrem as disputas pela autoridade científica e pela competência científica” (CAMPOS, 2010, p. 17). As duas autoridades convertem-se no capital científico, que visa a assegurar o poder sobre a estrutura dos campos científicos, e os que detêm o capital científico são os mesmos que detêm o poder.

Sendo assim, existe a necessidade de os educandos compreenderem a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade. No contexto educacional, os primeiros a compreender essa necessidade de inserir o CTS no contexto escolar foram Jim Gallagher e Paul Hard. Gallagher e Hard entendiam que para que os processos científicos fossem compreendidos pelos educandos, era necessário que os mesmos entendessem a relação que a ciência e a tecnologia possuem, e qual a sua interferência na sociedade (FUSINATO, 2018).

A relação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) foi incorporada nos currículos brasileiros no fim dos anos 80, quando o ensino das Ciências passou a entender que deveria contribuir para que os alunos compreendessem a tecnologia e seu uso como exercício de democracia (FUSINATO, 2018).

Nessa época, as discussões sobre o contexto político-econômico mundial, questionavam a hegemonia norte-americana e a revolução tecnológica, passando a repensar o papel que a ciência e a tecnologia exerciam para a manutenção do modelo de desenvolvimento dependente (FUSINATO, 2018, p. 27).

O contexto histórico da época foi marcado por crise econômica, industrialização, informatização e desenvolvimento, bem como um período de transição política, e todos esses fatos contribuíram para que fossem discutidas as melhores maneiras de introduzir as CTS como componente dos currículos do ensino de Ciências e demais áreas, como a Física no Brasil. Porém, foi na década de 90 que surgiram as primeiras pesquisas com foco em CTS voltado para o ensino de Ciências (FUSINATO, 2018).

Dessa forma, o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tem o objetivo de trazer uma visão mais crítica, abordando a relação entre ciência e tecnologia, ampliando essas discussões para o campo social, o qual aborda as relações políticas, culturais e econômicas da sociedade. Nesse contexto, esse tipo de discussão foi incorporado aos currículos escolares de diversas formas, a fim de suscitar essa discussão em salas de aula (CAMPOS, 2010).

O ensino de Ciências tradicional tem o objetivo de “[...] treinar futuros cientistas, pelo fato de priorizar conteúdos que envolvem o estudo do conhecimento acumulado ao longo das gerações de pesquisadores de uma determinada área” (FUSINATO, 2018, p. 28). No entanto, o objetivo atual da CTS na educação básica é proporcionar a ciência e a tecnologia aos alunos, com a finalidade de ajudá-los a construir seus conhecimentos e habilidades, ensinando os discentes a pensarem nas decisões a serem tomadas de forma responsável no que tange aos conteúdos científicos.

De acordo com Aikenhead (1994) apud Fusinato (2018, p. 29), um currículo CTS voltado ao Ensino Médio deve priorizar conteúdos que proporcionem aos alunos experiências concretas, que abordem os aspectos científicos, humanos e sociais de forma simples e didática, com foco nos conteúdos que permeiem o cotidiano do aluno. Para isso, o professor deve utilizar metodologias ativas que visem a formar pontes entre o aluno e o conhecimento, fazendo com que a ciência seja vivenciada e validada pelos alunos.

AULA 1

1ª Etapa da UEPS: PLANEJAMENTO E APRESENTAÇÃO DO TEMA

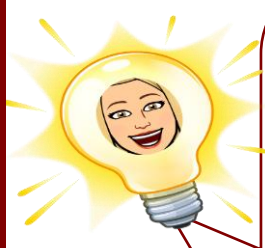
Objetivo: - Explicar o tema a ser trabalhado.

Passar o vídeo: “Turminha Eletro em: Uso Eficiente da Energia Elétrica” (a duração do vídeo é de 5 min).

Figura 1: *Print Screen* da Tela Inicial do vídeo no Youtube.



Fonte: Youtube (2021c).²



Neste vídeo, os alunos irão visualizar quais são ações erradas em nossas casas que gastam mais energia e também refletirão sobre o fato de que podemos ficar sem ela.

Após passar o vídeo, questionem os alunos se eles têm a preocupação em economizar energia elétrica em suas casas.

Apresentem brevemente o assunto que será trabalhado durante a aplicação desta UEPS:

- Balanço energético em sistemas de aquecimento de água;
- Efeito Joule;
- Efeito Peltier;
- Utilização consciente da energia elétrica.

² YOUTUBE. **Turminha Eletro em: Uso Eficiente da Energia Elétrica.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l-ti8McSNKA>. Acesso em: 25 de maio de 2021(c).

2ª Etapa da UEPS: LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Objetivo: - Efetuar o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Para realizar este levantamento, aplicar o questionário 1:

ATIVIDADE 1

LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS:

Vamos ver o que você já conhece sobre o assunto que estamos começando a estudar. Não se preocupe se a sua resposta estiver correta ou não. Neste momento o que mais importa é a sua participação e que ela seja sincera e sem cópias, pois partiremos das suas respostas para organizar as próximas aulas.

Vamos lá!

1) Para você, o que é energia?

2) Quais as formas de energia que você conhece?

3) É possível transformar uma forma de energia em outra?

() sim () não

4) Estabeleça uma relação entre a energia que você utiliza em sua casa, para fazer seus equipamentos funcionarem, e o meio ambiente:

AULAS 2, 3 e 4

3ª Etapa da UEPS: PROPOSIÇÃO DE UMA SITUAÇÃO-PROBLEMA

Objetivos:

- Fazer uma exposição inicial dos conceitos sobre: Balanço energético, Efeito Joule, Efeito Peltier e Indução Eletromagnética;
- Aplicar a atividade 2 – situação-problema inicial.

Coletivamente, abordem as respostas e discutam a solução com o grande grupo.



ATIVIDADE 2

Situação-problema inicial

Uma estudante que ingressou na universidade e, pela primeira vez, está morando longe da sua família, recebe a sua primeira conta de luz.

Medidor			Consumo	Leitura		Cód	Emissão	Id. Bancária		
Número 713131 2	Consumidor 951672	Leitura 7295	kWh 260	Dia 31	Mês 03	21	01/04/2009	Banco 222	Agência 999-7	Município S. José das Moças
Consumo dos últimos 12 meses em kWh								Descrição		
253 Mar/08		278 Jun/08		272 Set/08		265 Dez/08		Fornecimento ICMS		
247 Abr/08		280 Jul/08		270 Out/08		266 Jan/09				
255 Mai/08		275 Ago/08		260 Nov/08		268 Fev/09				
Base de Cálculo ICMS		Alíquota		Valor				Total		
R\$ 130,00		25%		R\$ 32,50				R\$ 162,50		

Essa estudante, que está morando em uma república com mais três amigas, comprou um secador de cabelos que consome 1000 W de potência. Considere que ela e suas 3 amigas utilizaram esse aparelho por 15 minutos cada uma por dia, durante 20 dias no mês. Ajude essa estudante a descobrir o acréscimo em reais na sua conta mensal de energia.

Levando-se em consideração que a conta é dividida entre as 4 amigas, qual o valor em reais que ela pagará pela parte dela? E, quanto ela gastou a mais com a conta de energia em relação ao mês anterior?

4ª Etapa da UEPS: APRESENTAÇÃO PROGRESSIVA DOS CONCEITOS.

Objetivos:

- Aplicar situações problemas envolvendo balanço energético e gasto de energia nos processos de aquecimento de água (atividade 3);
- Abordar as respostas da atividade 3 coletivamente;
- Explanar um pouco mais os conceitos.

Passa o vídeo de 7min.: “Dicas para poupar energia elétrica (Eletrosul)”. Após passar o vídeo, discuta com os alunos utilizando o enfoque CTS: o consumo consciente de energia elétrica e a importância de usarmos fontes limpas e renováveis.

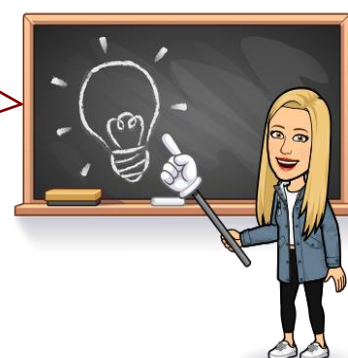


Figura 2: *Print Screen* da Tela Inicial do vídeo no Youtube.



Fonte: Youtube (2021a).³

ATIVIDADE 3

Atividade elaborada embasada no e-book de Rodrigo Junges (2021).

Utilizando as equações:

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

Q = quantidade de calor sensível (cal)

m = massa do corpo (g)

c = calor específico (cal/g.°C)

$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$ = variação de temperatura (°C)

$$Q_c = 0,24 \cdot P \cdot \Delta t$$

Q_c = quantidade de calor

0,24 cal = é equivalente a 1 joule

P = Potência elétrica (W – *Watts*) - $P = i^2 \cdot R = \frac{V^2}{R} = V \cdot i$

³ YOUTUBE **Consumo consciente de energia.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7hfw4N7-ZVw>. Acesso em: 26 de maio de 2021 (a).

i = Corrente elétrica (A – Ampère)

R = Resistência elétrica (Ω - Ohms)

V = Diferença de potencial (V – Volt)

Δt = intervalo de tempo (s - segundo) = t_{final} - t_{inicial}

Dado: Calor específico da água = 1 cal/g.°C

Baseando-se no que você aprendeu até agora, vamos resolver as seguintes situações-problemas:

1. Qual o tempo necessário para que uma corrente elétrica de 2 A, passando por um resistor de 30 Ω , faça variar de 80°C a temperatura de 2000 g de água?

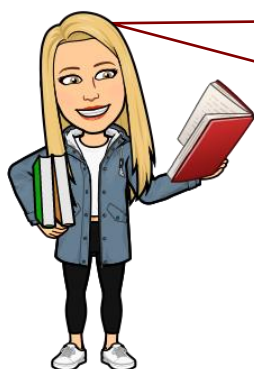
2. Um aquecedor ligado a uma fonte de 110 V consome 10 A. Sem considerar a perda térmica do reservatório, deve aquecer 5 litros de água mudando sua temperatura de 15°C para 80°C. Qual é o tempo necessário para essa mudança?

3. Uma lâmpada incandescente acesa é mergulhada em um vaso contendo 6000 g de água. Após um tempo de 5 minutos a temperatura varia 3°C. Qual a potência da lâmpada? (Potência calculada = 95% da potência da lâmpada).

4. Um resistor de 12 Ω ligado a uma fonte de 120 V é introduzido num bloco de gelo a 0°C com uma massa de 1 kg. Se o resistor permanecer ligado durante 2 minutos, calcule a massa de gelo que não se fundirá. Sabe-se que para fundir 1 g de gelo a 0°C são necessários 80 cal.

5. Uma chaleira elétrica ligada a uma fonte de tensão de 230 V com corrente de 3,8 A deve ferver 1,7 kg de água. Sabendo que a temperatura inicial da água é de 12°C, e a eficiência energética da chaleira é de 70%, qual o tempo necessário para a fervura?

6. Um aquecedor feito com pastilha Peltier foi ligado a uma fonte de 12 V, faz circular 15 A aquecendo 2 litros de água. Com temperatura inicial de 15°C, quanto tempo deve ficar ligado para que a temperatura chegue a 50°C?



Nesta etapa, apresente os conceitos de uma forma progressiva, num nível básico. Veja a fundamentação teórica, a qual auxiliará na apresentação progressiva dos conceitos para os estudantes.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1 CALORIMETRIA

Calorimetria é a área da Física que estuda os fenômenos relacionados ao calor. Calor é a energia térmica transferida de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura. Logo, para que ocorra essa transferência de energia térmica, é necessário haver uma diferença de temperatura entre esses corpos, sendo o calor transferido até que os mesmos atinjam o equilíbrio térmico.

A Lei Zero da Termodinâmica nos diz que se dois corpos: C_1 e C_2 , com temperaturas diferentes, são colocados em um ambiente isolado, após algum tempo em contato ficarão com a mesma temperatura, ou seja, atingirão o equilíbrio térmico, não havendo mais essa transferência de energia térmica entre eles. Lembrando que temperatura é a medida do grau de agitação das moléculas de um corpo (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2020).

A quantidade de calor trocada entre esses corpos é representada pela letra Q . Num sistema termicamente isolado, a soma do calor recebido pelo corpo de menor temperatura e o calor cedido pelo de maior é nula:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$

Para calcular a quantidade de calor trocado entre os corpos, podemos usar a expressão:

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$	<p>Onde:</p> <p>Q = quantidade de calor sensível (J)</p> <p>m = massa do corpo (kg)</p> <p>c = calor específico (J/kg.K)</p> <p>$\Delta T = T_{final} - T_{inicial}$ = variação de temperatura (K)</p>
--------------------------------	--

O calor específico é o que define o calor necessário para cada 1 g de uma substância aumentar 1°C na sua temperatura. No caso da água, seu calor específico é $1,00 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$.

2 EFEITO JOULE

Na Eletrodinâmica, estudamos o comportamento das cargas elétricas em movimento. Sabe-se que o fluxo ordenado dos elétrons é caracterizado como corrente elétrica (i), a qual é responsável pelo funcionamento de lâmpadas e de inúmeros outros aparelhos. A unidade de medida da corrente elétrica (i) é dada em Coulomb por segundos (C/s), a qual denominamos de Ampère (A). Para calcular o valor dessa, basta dividirmos a quantidade de carga (Δq) que passa por uma seção transversal de um condutor pelo intervalo de tempo (Δt) (BATISTA; SCHIAVON; BATISTA, 2018).

Assim:
$$i(A) = \frac{\Delta q(C)}{\Delta t(s)}$$

2.1 Resistência elétrica e potência elétrica

As resistências elétricas são usadas para limitar o fluxo de cargas elétricas nos aparelhos, sendo que para isso acabam também convertendo energia elétrica em energia térmica. Esse processo é denominado de “Efeito Joule”, e pode ser explorado a nosso benefício, como acontece nos chuveiros, por exemplo. Podemos defini-la como sendo a oposição que um material oferece à passagem de uma corrente elétrica.

Conseguimos calcular a resistência elétrica (R) de um circuito, cuja a unidade de medida denominamos de ohm (Ω) em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm, dividindo a diferença de potencial V (Volt) aplicada sobre o circuito, pela intensidade da corrente elétrica (i) que atravessa o elemento resistivo (Ampère) (BATISTA; SCHIAVON; BATISTA, 2018).

Ou seja:

$$R(\Omega - Ohm) = \frac{V(V - Volt)}{i(A - Ampère)}$$

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2021, p.157):

Nos resistores, a energia potencial elétrica é convertida em energia térmica por meio de colisões entre os portadores de carga e os átomos da rede cristalina. A potência elétrica (P), ou taxa de transferência de energia, em um componente submetido a uma diferença de potencial (V) é dada por:

$$P (W - Watts) = i (A - ampère).V (V - Volt)$$

Para obtermos a taxa de dissipação de energia elétrica nos resistores ou outro componente resistivo, podemos utilizar variações da equação anteriormente apresentada, substituindo ou a diferença de potencial (V) por $R \cdot i$, ou então a corrente elétrica por V / R , resultando em:

$$P = i^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$

Para calcular a energia elétrica (E) consumida por aparelhos, utiliza-se o produto da potência (P) pela variação de tempo (Δt):

$$E = P \cdot \Delta t$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade utilizada para energia é o joule – J, lembrando que é muito utilizada nos aparelhos elétricos o kWh – quilowatt-hora e temos que $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$. A padronização e utilização de tal informação (kWh), ao invés do J, está fortemente atrelada à maneira como as operadoras de energia contabilizam o consumo de energia.

3 ELETROMAGNETISMO

Segundo Batista, Schiavon e Batista (2018, p. 223), o Eletromagnetismo é uma área da Física que estuda as relações entre a eletricidade e o magnetismo. Essa teoria tem como base o conceito que é possível, **dadas as circunstâncias** que discutiremos adiante, obter um campo elétrico a partir de um campo magnético, bem como de se obter um campo magnético a partir de um campo elétrico, levando em conta a variação desses no tempo.

Complementar a tal aspecto, é no Eletromagnetismo que podemos estudar a luz visível, caracterizada pelas ondas eletromagnéticas, onde observamos a presença concomitante de campos elétricos e magnéticos variando no tempo (MACHADO, 2002).

3.1 Campo Eletromagnético

Bem sabemos que o movimento das cargas elétricas gera um campo magnético, ao passo que o campo elétrico é gerado através da variação do fluxo

magnético (ϕ_B), dado que o fluxo magnético representa a quantidade de linhas de campo magnético que atravessa uma dada região do espaço (área) em função do tempo. Segundo a experimentação realizada, para calcular o campo magnético que atua sobre uma partícula, precisamos que esta esteja carregada eletricamente e em movimento, o qual não pode ser paralelo ao campo que estamos analisando (BATISTA; SCHIAVON; BATISTA, 2018).

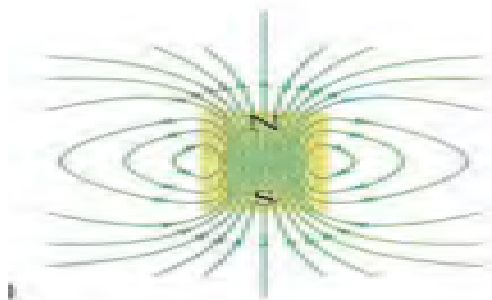
Embora tenhamos iniciado nossa abordagem com o aspecto eletromagnético, devemos destacar que tanto o campo elétrico (\vec{E}), quanto o magnético (\vec{B}) existem na natureza, isoladamente. No caso dos campos elétricos, como é elementar e amplamente conhecido, tais campos são provenientes de qualquer entidade que apresente carga elétrica, ou seja, na teoria absolutamente tudo apresentaria um campo elétrico, mesmo que a resultante deste possa ser nula. Já no caso dos campos magnéticos, muitas vezes somos tentados a acreditar que esses não são facilmente identificados em nosso dia a dia, uma vez que ao que conhecemos popularmente somente os ímãs são capazes de produzir tal tipo de campo, além do campo magnético terrestre.

Contudo, é muito importante lembrarmos e ressaltarmos o que já foi discutido anteriormente. Toda **carga elétrica em movimento** acaba gerando, em seu entorno, um campo magnético (\vec{B}). Dessa forma, um elétron, o qual apresenta *spin*, ou seja, uma rotação em torno do seu próprio eixo, sempre estará produzindo um campo magnético associado a tal rotação. Complementar a isso, ao atentarmos ao fato desse elétron estar orbitando em torno do núcleo, realizando um movimento em torno do mesmo, acabamos por determinar outra componente de campo magnético, o campo magnético associado ao movimento orbital.

Por isso, quando falamos de um ímã, na verdade estamos fazendo nada menos do que selecionando um material no qual o momento de dipolo magnético resultante⁴ seja não nulo, e ainda, que esse possa ser orientado e assim permaneça, sem que a temperatura do material desordene tal alinhamento. Tais materiais, os ímãs permanentes, são denominados ferromagnéticos. Na Figura 3 é possível observar as linhas de campo geradas por um ímã.

⁴ Ou seja, a soma dos campos magnéticos orbital e de rotação.

Figura 3: Representação das linhas do campo magnético geradas por um ímã



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2021, p. 201).

Levando em consideração todo o apresentado, vamos retratar um pouco mais os aspectos dos ímãs e, então, seguir adiante com a associação de (\vec{B}) para com as cargas elétricas, ou mais especificamente com a corrente elétrica. No caso do (\vec{B}) que podemos observar nos ímãs, notamos que, diferentemente do que ocorre para a eletricidade, **nunca** vemos um ímã com somente **um polo**. Embora previstos, até hoje os monopolos magnéticos não foram observados. Por menor que seja o ímã, e por mais que realizemos sua segmentação, eles sempre apresentam duas polaridades, o polo sul (S) e o polo norte (N). Tal fato é bem observado quando aproximamos um ímã de outro, sempre observando duas distintas interações, atração ou repulsão, a depender da maneira como esses são aproximados. Isso ocorre porque as linhas de campo magnético fluem no exterior do ímã, do polo N rumo ao S. Dessa forma, quando dois polos iguais são colocados próximos, temos uma deturpação do campo ali presente, ao passo que o casamento de tais polos, ou seja, a aproximação de N e S irá fazer com que as linhas sigam o esperado, orientando e criando uma força de atração entre os polos.

Quando falamos sobre as equações de Maxwell, atrelada a ideia de fluxo magnético, temos a Lei de Gauss, que postula a não existência de monopolos magnéticos, segundo o que conhecemos até o momento. Um ímã possui dois polos, o norte e o sul, e quando partido, esse ímã acaba formando uma estrutura com dois polos em cada novo pedaço formado. As linhas do campo magnético não começam e nem terminam, são fechadas e circulam o dipolo magnético. De acordo com essa lei, o fluxo magnético envolto em qualquer superfície gaussiana é sempre zero, isto é, as linhas de campo magnético que adentram em um extremo da superfície necessariamente irão sair pela outra superfície.

$$\phi_B = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

Agora que abordamos brevemente a ideia dos polos de um ímã e a geração dos campos magnéticos a partir do mesmo, vamos abordar outro aspecto importante para o nosso trabalho: vamos entender e quantificar o campo magnético produzido por uma corrente elétrica que flui através de um fio, caracterizando o princípio de funcionamento de um eletroímã (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2021).

É possível definir a força magnética (\vec{F}_B) em função do campo magnético (\vec{B}) e da velocidade de movimento de uma partícula carregada ($q\vec{v}$) através da equação a seguir representada.

$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Ao considerar a angulação entre tais vetores, podemos substituir o produto vetorial pela expressão $\text{sen}(\phi)$

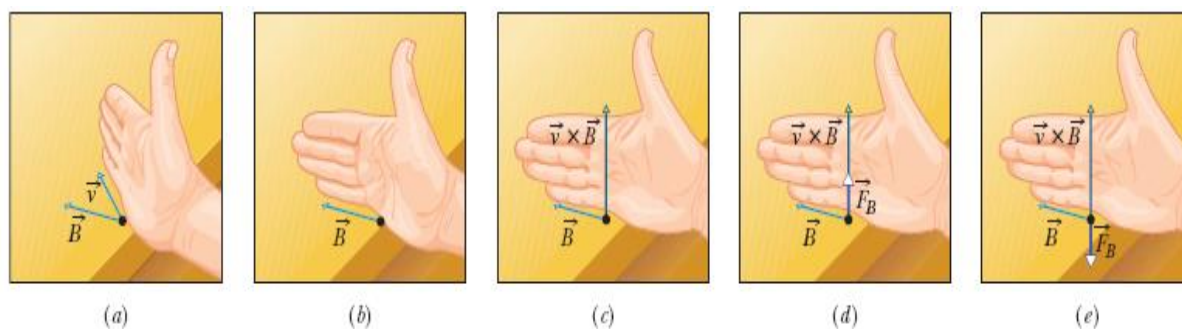
$$F_B = |q| v B \text{sen}(\phi)$$

No caso da força magnética que surge sobre o sistema, sua formulação vetorial (e, portanto, mais completa) se dá pelo **produto vetorial** entre \vec{v} e \vec{B} , no qual ϕ – é o ângulo formado entre os vetores velocidade (\vec{v}) e do campo magnético (\vec{B}). Contudo, como falamos de um produto **vetorial**, é necessário analisar qual será a orientação da força magnética com base na interação dos demais vetores. Como reportado na literatura.

Para identificar a direção da força \vec{F}_B , faz-se o uso da regra da mão direita, em que você direciona a mão no sentido do campo magnético, primeiramente, depois fecha os dedos no sentido da velocidade da partícula, depois disso, o dedão aponta na direção da força (BATISTA; SCHIAVON; BATISTA, 2018, p. 225).

Uma ajuda em tal interpretação pode ser observada na Figura 4.

Figura 4: Representação da regra da mão direita.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2021, p. 199).

Contudo, antes de sair aplicando desordenadamente tal equação para todo e qualquer sistema, devemos destacar e pedir uma atenção em especial ao que temos. Embora numericamente seja possível obter valores a partir dos módulos dos vetores ali representados, devemos destacar que o resultado **só pode existir** caso exista um dado ângulo entre o **movimento da carga** e o **campo magnético**, uma vez que caso tais vetores apontem para uma mesma direção, independente ao sentido, estes formarão um ângulo de 0 ou 180°, causando assim com que o valor do produto vetorial se torne nulo.

Podemos encontrar nos livros didáticos, em especial para o ensino médio, um caso específico para esta nossa equação de força magnética. Ela surge como um caso específico do nosso sistema, para o qual temos uma perfeita ortogonalidade entre o campo magnético e o movimento da partícula (velocidade). Sendo assim, quando apresentamos tal cálculo para B, estamos tratando de um caso muito especial onde temos um ângulo de 90°, para o qual o valor de $\text{sen}(\phi)$ é 1, permitindo reescrever a equação como:

$ \vec{B} = \frac{ \vec{F}_B }{ q \cdot \vec{v} }$	\vec{B} – Campo magnético \vec{F}_B – Força do campo magnético q – carga da partícula
---	---

A unidade de campo magnético no sistema internacional é o Tesla (T), sendo também usado o Gauss (G), onde $1\text{T}=10^4\text{ G}$. Para velocidade temos metro por segundo (m/s), carga dada em Coulombs (C) e Força em Newtons (N).

Quando deixamos de analisar o movimento de uma carga isolada no espaço, e passamos a descrever o campo e a força gerada pela corrente elétrica em um fio

condutor retilíneo, Batista, Schiavon e Batista (2018, p. 226) citam que “A força magnética pode ser calculada e depende do comprimento (L) do fio, da intensidade da corrente elétrica (i) e do campo magnético (\vec{B}).” A força magnética é então definida pelo produto vetorial:

$$\vec{F}_B = i \vec{L} \times \vec{B}$$

Em sua forma escalar, assim como feito anteriormente, podemos escrever:

$$F_B = i L B \text{ sen } (\phi)$$

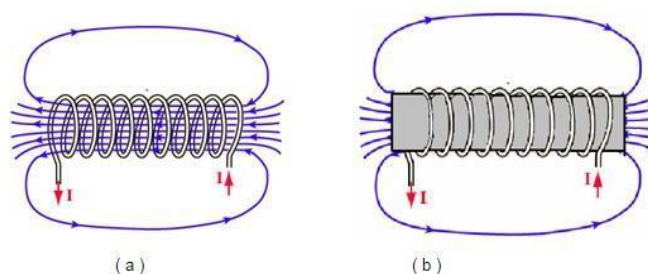
Onde ϕ é o ângulo formado entre o segmento de fio L e o campo magnético B. Se o Campo magnético (\vec{B}) for perpendicular ao fio, temos $\text{sen}(90^\circ) = 1$, podendo escrever uma forma generalizada da equação, bem como foi feito para a partícula se movendo sob a influência de um campo magnético perpendicular à velocidade.

$$F_B = i L B$$

3.2 Lei da Indução de Faraday

Como citado anteriormente, é possível gerar um campo magnético utilizando um eletroímã, ou solenoide. Para tal, fazemos passar corrente elétrica por um fio, enrolado em forma de uma mola, o qual, passará a apresentar um campo magnético fluindo em seu interior, com sua orientação determinada segundo o sentido da corrente elétrica aplicada. Os solenoides podem ser apresentados sem núcleo, também conhecidos como núcleo de ar (Figura 5a), ou seja, somente as espiras, ou com um núcleo de ferro no meio desse (Figura 5b).

Figura 5: Representação de um solenoide (a) sem núcleo e (b) com núcleo de ferro.



Fonte: Eletronica24h (2021).⁵

⁵ELETRONICA24H.

Disponível em: <http://www.eletronica24h.net.br/images/CursoCAaula04Figura01a.jpg>. Acesso em 25 de out.de 2021.

Para calcular o campo magnético gerado em um solenoide, utilizamos uma formulação adaptada da lei de Ampère, de forma que um solenoide é representado pela união de n espiras. Sendo assim, determinamos o campo magnético no interior de uma espira, e então, multiplicamos pela quantidade de espiras que compõe nosso solenoide.

$B = \mu_0 in$	μ_0 – Momento magnético do solenoide i – Intensidade da corrente elétrica envolvida n – número de espiras
----------------	---

Segundo o que versa a Lei da Indução de Faraday, como sugestivamente o nome homenageia, Michael Faraday descobriu que ao variar o campo magnético que atravessava uma certa espira era possível gerar uma corrente elétrica induzida, instantânea, nessa espira. Tal fato pode ser observado, por exemplo, quando temos uma espira ou solenoide e movimentamos um ímã em direção à sua abertura, aproximando ou afastando-se, criando assim uma corrente elétrica. Outro fato constatado é que quanto mais rápido for esse movimento, maior é a intensidade dessa corrente elétrica induzida. Batista, Schiavon e Batista (2018, p. 234) citam que podemos enunciar a Lei da indução de Faraday da seguinte forma: “Uma força eletromotriz (tensão) é induzida em uma espira (ou bobina) quando variamos o fluxo de campo magnético que atravessa ela”.

Pode-se calcular o fluxo de campo magnético integrando o produto escalar do vetor campo magnético, com o vetor normal da área da superfície:

$$\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

Matematicamente é possível escrever a Lei da Indução de Faraday para uma espira da seguinte forma, onde a força eletromotriz induzida é dada pelo oposto da variação do fluxo do campo magnético:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

Para uma bobina, por exemplo, que representa a união de diversas espiras, multiplicamos essa equação por N , número de voltas que ela contém:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt}$$

Se tratando de corrente induzida em uma espiral, temos mais algumas leis enunciadas após Faraday, tendo cada uma delas a sua devida importância para o entendimento dos fenômenos de indução.

A Lei de Lenz, proposta por Heinrich Friedrich Lenz, trata do sentido da corrente induzida numa espira: “A corrente induzida em uma espira tem um sentido tal que o campo magnético produzido pela corrente se opõe ao campo magnético que induz a corrente”.

Seguindo um raciocínio mais amplo, podemos utilizar a integral de linha para o campo elétrico em dada região para calcular a força eletromotriz.

$$\varepsilon = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

A equação abaixo descreve de forma mais geral a Lei da Indução de Faraday em termos de um campo elétrico:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

Segundo a Lei da indução de Maxwell, descrita por James Clerk Maxwell, a variação de um fluxo de campo elétrico cria um campo magnético induzindo de forma fechada, sendo matematicamente descrita como:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

A partir de tais relações que estabelecemos até aqui, podemos escrever a Lei de Ampère, na qual complementamos a Lei da indução, relacionando a integral de linha do campo magnético por dada superfície à variação do fluxo elétrico no tempo, e também a uma corrente de deslocamento. Tendo em vista que não temos uma aplicação direta da corrente de deslocamento em nosso trabalho, deixamos para o leitor a sugestão de aprofundamento no tema a partir dos livros de Halliday (2021) e Machado (2002).

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} + \mu_0 i_{env}$$

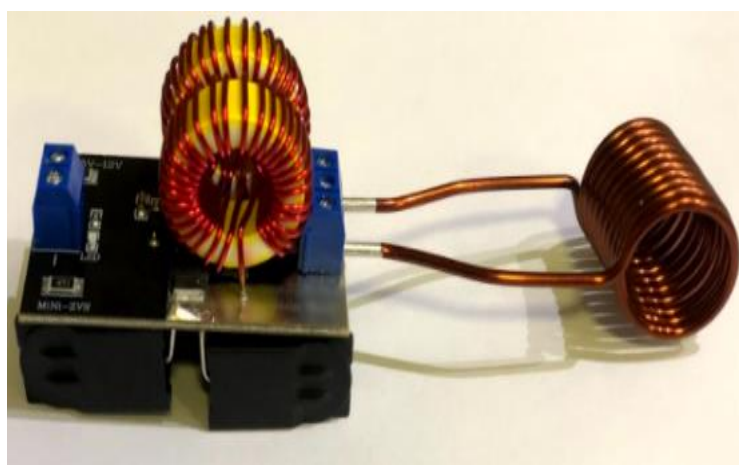
Podendo tal fenômeno ser observado no funcionamento de um gerador elétrico, no qual, fazendo uso do fenômeno da indução, somos capazes de produzir energia elétrica.

3.3 Processos de Aquecimento Indutivo

O aquecimento indutivo ganhou destaque e teve maior desenvolvimento durante a segunda guerra mundial (1939 -1945), pois é um processo rápido para fundir metais. Com o aprimoramento dessas técnicas de aquecimento por indução, já encontramos em muitas casas equipamentos que funcionam através desse processo, como os fogões por indução, os quais esquentam a panela sem esquentar o vidro do fogão. No entanto, devemos ter panelas adequadas de ferro fundido ou aço, para que o aquecimento aconteça.

Acima vimos como gerar uma corrente elétrica através de um solenoide com o movimento de um ímã. Para que ocorra o aquecimento por indução também precisamos de uma bobina (eletroímã), na qual passará uma corrente elétrica alternada de alta frequência, gerando assim o calor. Os elétrons se movimentam com grande velocidade, conseguindo, através das colisões com os átomos dos outros materiais, e a elevada quantidade de energia ali envolvida, atingir altas temperaturas em menores tempos. O aquecimento acontece mediante aproximação, não necessitando contato físico para que o processo ocorra. Na Figura 6 temos a imagem de um módulo ZVS de aquecimento por indução com uma bobina.

Figura 6: Foto de um módulo ZVS de aquecimento por indução com bobina



Fonte: Autoria própria (2021).

3.3.1 Módulo ZVS

Segundo Danguì (2019, p. 62), o módulo ZVS significa chaveamento por tensão nula (do inglês, *Zero Voltage Switching*). Esse método geralmente é usado em conversores ressonantes, não apenas em aquecedor de indução reduzido por

conversor *Switch*. Permite aumentar a frequência de operação, ocasionando a obtenção de uma maior densidade de energia e a redução do tamanho físico dos componentes magnéticos e capacitivos.

O módulo ZVS de aquecimento por indução é um dispositivo eletrônico de grande capacidade, o qual gera um campo magnético no interior de uma bobina, aquecendo os metais introduzidos nele.

4 EFEITO SEEBECK

O efeito Seebeck, ilustrado na Figura 7, nomeado assim por ter sido observado por Thomas Seebeck em 1821, consiste no fato de que quando diferentes metais (condutores ou semicondutores) são aquecidos, um desses materiais acaba liberando elétrons para o outro, ocasionando uma diferença de potencial entre suas extremidades, com a qual é possível obter uma corrente elétrica. O fenômeno utiliza módulos termoeletrônicos para transformar energia térmica em energia elétrica (BORGES, 2012).

Figura 7: Ilustração demonstrando o efeito Seebeck



Fonte: Américo et. al. (2019, p. 9).

Para calcularmos a energia gerada por uma determinada diferença de temperatura, Seebeck criou um coeficiente de tensão por temperatura, o qual pode ser determinado segundo a relação a seguir apresentada:

$\alpha = \frac{\Delta V}{T_2 - T_1}$	<p>α - Coeficiente de Seebeck (V/K)</p> <p>ΔV = Tensão elétrica gerada pela diferença da temperatura (V)</p> <p>$T_2 - T_1$ = Temperaturas às quais os metais foram submetidos (K)</p>
---------------------------------------	--

Esse fenômeno é utilizado nos geradores termoelétricos e apresenta, além do baixo custo para produção, uma forma de transformação de energia limpa, aproveitando o calor de outros sistemas para gerar energia elétrica.

4.1 Efeito Peltier

O efeito Peltier funciona de maneira contrária ao efeito Seebeck, transformando energia elétrica em energia térmica. Jean Peltier observou que, se aplicarmos uma tensão elétrica nas extremidades da junção de dois metais diferentes, há conversão do fluxo dos elétrons em fluxo de calor, ou seja, o calor é retirado de um lado dessa junção e transferido para o outro, ocasionando assim uma diferença de temperatura nesses metais (OLIVEIRA, LEISMANN; SANTIN, 2021).

As pastilhas Peltier são caracterizadas por cubos de telureto de bismuto (Bi_2Te_3), localizados entre duas placas de cerâmica, que atuam como bombas de calor. Esse experimento foi realizado pela primeira vez por Jean Charles Athanase Peltier, no ano de 1834, e por isso recebeu o nome de Efeito Peltier. De acordo com Bernardo (2015, p. 18) esse efeito consiste na “[...] absorção ou liberação de calor devido à passagem de corrente elétrica de uma substância para a outra (junção). O calor absorvido ou produzido pela junção é função da corrente elétrica e depende do sentido da mesma”. Sendo assim, pode-se representar esse efeito na seguinte equação:

$$dQ_p = \pm p i dt$$

Na equação acima temos, segundo Bernardo (2015):

i - representando a corrente elétrica que atravessa o sistema;

t - representado o tempo;

p - como coeficiente de Peltier (medido em Volts), representando a termoeletricidade do material e;

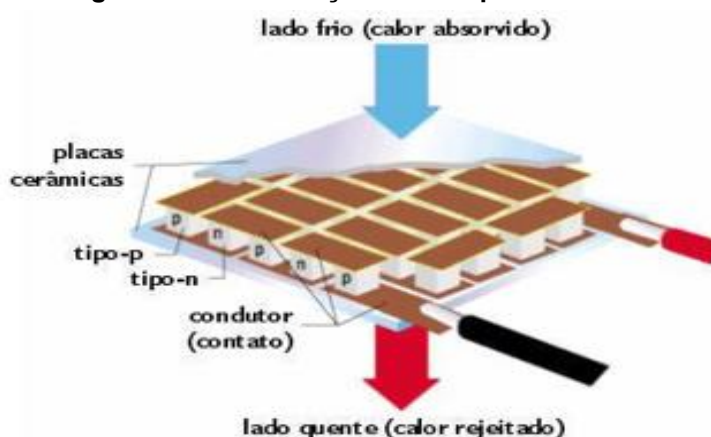
Q_p , o calor produzido ou absorvido.

A pastilha Peltier pode ser utilizada tanto para a produzir quanto para absorver calor, dependendo do sentido em que a corrente elétrica for aplicada. Sendo assim, é possível conceituar o Efeito Peltier da seguinte maneira:

Quando um circuito contendo duas junções, inicialmente à mesma temperatura, é percorrido por uma corrente, em decorrência da conexão de uma fonte externa, ocorre o aquecimento de uma junção e o resfriamento da outra [...] O circuito efetivamente bombeia o calor de uma junção para a outra (BEGA *et al.*, 2006, p. 223, *apud* BERNARDO, 2015, p. 19).

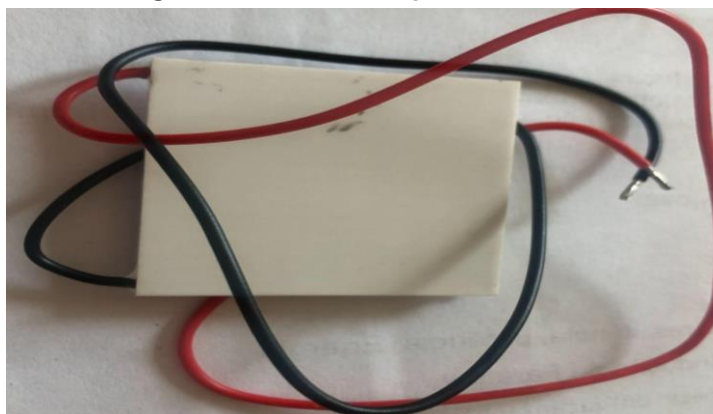
Conforme versam Oliveira, Lesmann e Santin (2021), o processo pela pastilha Peltier ocorre da seguinte forma: uma corrente passa pelos elementos (tipo-n a tipo-p), gerando assim a redução da temperatura (absorção). O calor absorvido é transferido por meio do transporte de elétrons para o outro lado, gerando calor. Essa capacidade de aquecimento e resfriamento vai depender da quantidade disponível de elementos (Figura 8). Enquanto na Figura 9 é apresentada a foto de uma pastilha de Peltier.

Figura 8: Demonstração de uma pastilha Peltier



Fonte: Oliveira, Lesmann e Santin (2021, p. 1).

Figura 9: Foto de uma pastilha Peltier



Fonte: Autoria própria (2021).

Nos dias de hoje esse fenômeno é utilizado nos bebedouros, ar-condicionado e mini geladeiras, entre outros. A utilização dessas pastilhas tem diversas vantagens, pois além de não poluírem o meio ambiente com gases e lixo proveniente do uso de diversos componentes, fazem esse processo de transformação de energia sem gerar sons desagradáveis, além de não necessitarem de muito espaço.

5 BALANÇO ENERGÉTICO

Na Física, o balanço energético apresenta-se mais como balanço de energia. Tal conceituação é baseada na primeira Lei da termodinâmica, a qual trata do princípio de conservação de energia, enunciando que em um dado sistema fechado, a energia não pode ser criada, tampouco destruída, sendo possível somente sua transformação. Dessa forma, a energia total do sistema é constante.

No contexto da Termodinâmica, calor e trabalho representam energia em trânsito através da fronteira que separa o sistema de sua vizinhança e nunca estão armazenados ou contidos no sistema. Por outro lado, as energias potencial, cinética e interna encontram-se no interior do sistema, estando armazenadas com a matéria (SMITH et al., 2020, p.19).

Podendo ser enunciada da seguinte forma:

$$\Delta E_{int} = E_{int.f} - E_{int.i} = Q - W$$

Ou

$$\Delta E = \Delta Q - \Delta W$$

Onde:

E_{int} - é a energia interna do material

Q - é a energia trocada com o recipiente e

W - é a energia trocada com o ambiente em forma de trabalho.

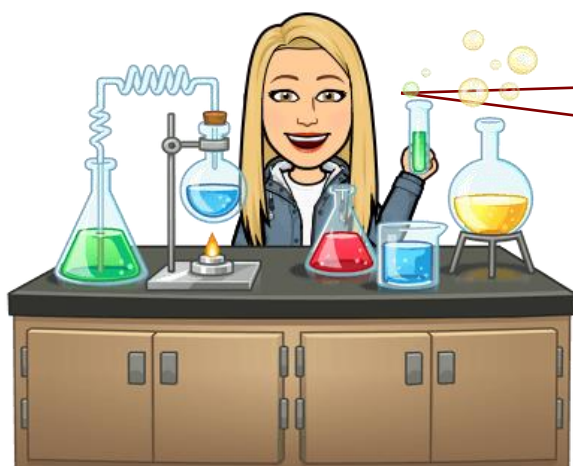
Balço energético é o quanto de trabalho um sistema pode realizar utilizando uma determinada quantidade de energia. Para cálculos de balanço energético em um sistema levamos em consideração o estado inicial e final do processo, sendo também verificada a energia transferida do sistema para as vizinhanças, e vice-versa (BADINO; CRUZ, 2011).

AULAS 5, 6 e 7

5ª Etapa da UEPS: ATIVIDADE EXPERIMENTAL – APRESENTAR OS CONCEITOS EM UM NÍVEL MAIS ELEVADO

Objetivos:

- Promover a diferenciação progressiva e ao mesmo tempo a reconciliação integradora em relação aos conceitos estudados;
- Compreender sistemas de aquecimento de água;
- Realizar o balanço energético, na prática, de um sistema de aquecimento por efeito Joule;
- Realizar o balanço energético, na prática, de um sistema de aquecimento por efeito Peltier;
- Construir Eletroímãs;
- Verificar o aquecimento de metais a partir da Indução Eletromagnética.



Vamos para o Laboratório!
Aqui sugerimos a realização de
uma prática em cada aula!

ATIVIDADE PRÁTICA 1

Aquecedor de água por Efeito Joule

Materiais necessários:

- Uma resistência de chuveiro elétrico, nova ou usada.

Figura 10: Foto de uma resistência de chuveiro elétrico





Fonte: Autoria própria (2021).

- Uma fonte de computador (usaremos uma de 12 V e 5000 W).

Figura 11: Foto de uma fonte de computador



Fonte: Autoria própria (2021).

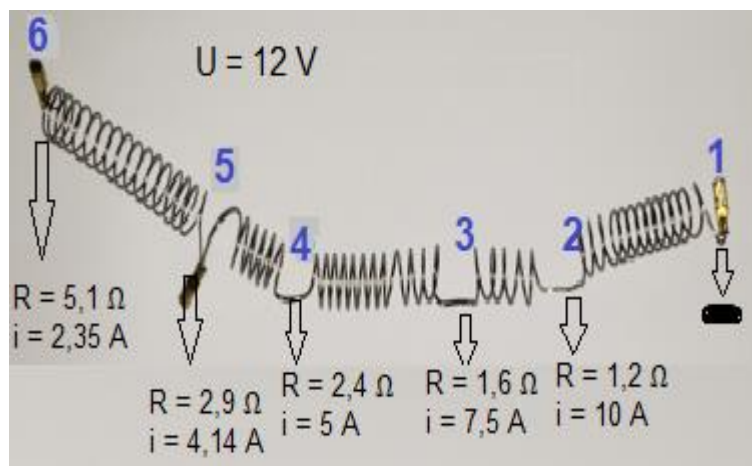
- Becker	<p>Figura 12: Foto de um Becker</p>  <p>Fonte: Autoria própria (2021).</p>
- Fios de conexão	<p>Figura 13: Foto de fios de conexão</p>  <p>Fonte: Autoria própria (2021).</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

Montagem:

1º - Marcar na resistência do chuveiro o valor das respectivas resistências e a corrente que passam em cada ponto, conforme apresentado na Figura 14. Para essas medidas deve ser feito uso de um multímetro (voltímetro e amperímetro):

Figura 14: Resistência com suas devidas marcações.



Fonte: Autoria própria (2021).

2º - Conectar a resistência na fonte, sendo o fio “zero volt” ligado na ponta 1 e o fio de 12 V no ponto 2; colocar 300 ml de água em um Becker, mergulhar a resistência na água, somente após a mesma estar submersa, ligar a fonte de tensão e marcar o tempo que levará para a temperatura dessa porção de água variar de 5 °C; repetir o processo para cada ponto, mudando o fio de 12 V para o ponto 3, após, ponto 4, 5 e 6; marcar o tempo decorrido para que esta mesma variação ocorra em cada caso.

3º - Fazer os cálculos de Balanço Energético com os alunos, verificando o tempo que levará para variar de 5 °C, 300 ml de água, como apresentamos a seguir.

1º ponto: $U = 12 \text{ V}$, $R = 1,2 \text{ } \Omega$ e $i = 10 \text{ A}$

$$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = i \cdot U \cdot \Delta t$$

$$300 \cdot 1,5 \cdot 4,18 = 10 \cdot 12 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{6270}{120} = 52s$$

2º ponto: $U = 12 \text{ V}$, $R = 1,6 \text{ } \Omega$ e $i = 7,5 \text{ A}$

$$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = i \cdot U \cdot \Delta t$$

$$300 \cdot 1,5 \cdot 4,18 = 7,5 \cdot 12 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{6270}{90} \cong 70s$$

3º ponto: $U = 12 \text{ V}$, $R = 2,4 \text{ } \Omega$ e $i = 5 \text{ A}$

$$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = i \cdot U \cdot \Delta t$$

$$300 \cdot 1,5 \cdot 4,18 = 5 \cdot 12 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{6270}{60} \cong 105s$$

4º ponto: $U = 12 \text{ V}$, $R = 2,9 \text{ } \Omega$ e $i = 4,14 \text{ A}$

$$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = i \cdot U \cdot \Delta t$$

$$300 \cdot 1,5 \cdot 4,18 = 4,14 \cdot 12 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{6270}{49,68} \cong 126s$$

5º ponto: $U = 12 \text{ V}$, $R = 5,1 \ \Omega$ e $i = 2,35 \text{ A}$

$$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = i \cdot U \cdot \Delta t$$

$$300 \cdot 1,5 \cdot 4,18 = 2,35 \cdot 12 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{6270}{28,2} \cong 222s$$

Compare os cálculos com a prática. Se os dados não são iguais, trabalhe as perdas que ocorrem com o experimento e o porquê de as vezes os dados destoarem um pouco da prática.

Se ainda ficar dúvida, pode ser repetida a prática com volumes diferentes de água.



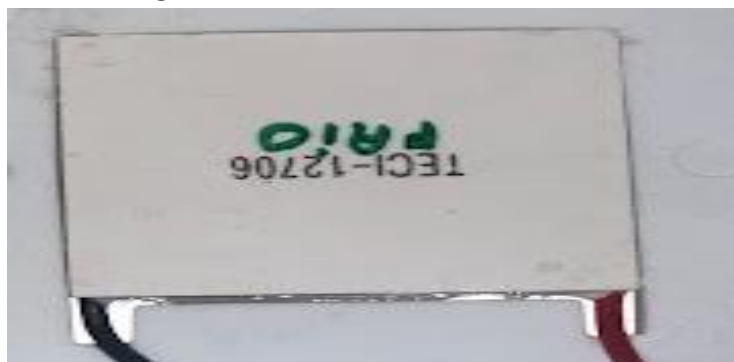
ATIVIDADE PRÁTICA 2

Aquecedor de água por Efeito Peltier

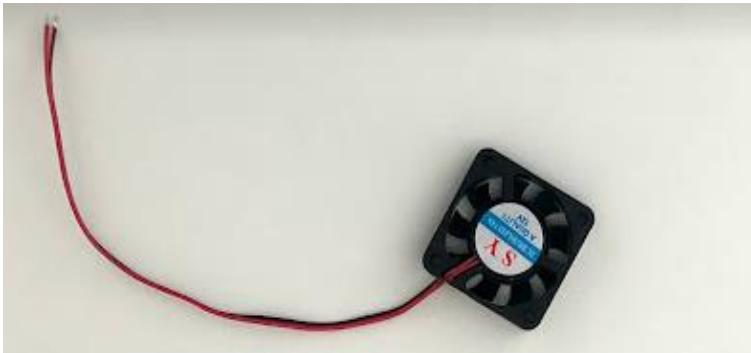
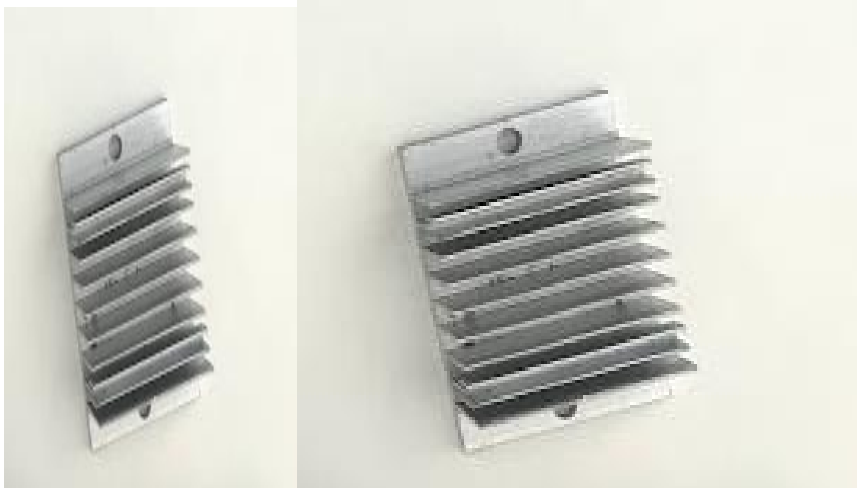

Materiais necessários:

Pastilha Peltier:

Figura 15: Foto de uma Pastilha Peltier



Fonte: Autoria própria (2021).

<p>Cooler:</p>	<p>Figura 16: Foto de um cooler</p>  <p>Fonte: A autoria própria (2021).</p>
<p>2 Dissipadores de calor:</p>	<p>Figura 17: Foto de dissipadores</p>  <p>Fonte: A autoria própria (2021).</p>
<p>Um pedaço de EVA, maior que a pastilha Peltier:</p>	<p>Figura 18: Foto de EVA</p>  <p>Fonte: A autoria própria (2021).</p>

Pasta térmica:

Figura 19: Foto de uma pasta térmica



Fonte: Autoria própria (2021).

Becker:

Figura 20: Foto de um becker



Fonte: Autoria própria (2021).

Fonte: Autoria própria (2021).

MONTAGEM:

1º - Fixar a pastilha com a pasta térmica do lado que esquenta, o qual geralmente é o que não possui nada escrito, no dissipador maior, como apresentado na Figura 21:

Figura 21: Pastilha Peltier e dissipador de calor.



Fonte: Autoria própria (2021).

2º - Colar o pedaço de isopor entre a pastilha e o dissipador, como apresentado nas Figuras 22 e 23:

Figura 22: Pastilha Peltier, EVA e dissipador de calor.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 23: Dissipador de calor, com pastilha Peltier, visão lateral.



Fonte: Autoria própria (2021).

3º - Colar o dissipador menor em cima da pastilha Peltier do lado frio (Figura 24):

Figura 24: Dissipador de calor maior, Pastilha Peltier, EVA e dissipador de calor menor.



Fonte: Autoria própria (2021).

4º - Colar o cooler sobre o dissipador menor, a Figura 25 mostra a visão de cima do sistema com dissipador de calor maior, Pastilha Peltier, EVA, dissipador de calor menor e cooler, elementos listados de baixo para cima:

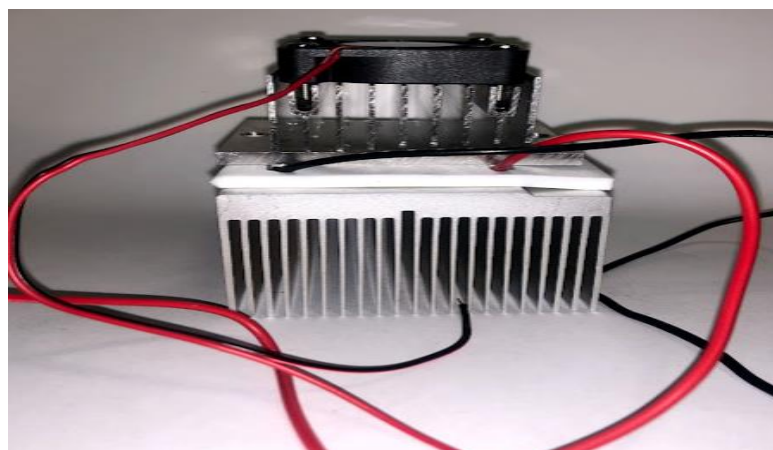
Figura 25: Dissipador de calor maior, Pastilha Peltier, EVA, dissipador de calor menor e cooler.



Fonte: Autoria própria (2021).

Finalmente, na Figura 26 é apresentado o esquema de aquecimento de água feito com a pastilha Peltier.

Figura 26: Sistema de aquecimento de água, feito com a pastilha Peltier.



Fonte: Autoria própria (2021).

Após realizar tal montagem, propomos fazer o cálculo do balanço energético com os alunos para esse sistema, verificando o tempo que levará para variar de 5 °C os 300 ml de água.

Dados da pastilha Peltier: $V = 12 \text{ V}$ e $i = 5 \text{ A}$

$$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = i \cdot U \cdot \Delta t$$

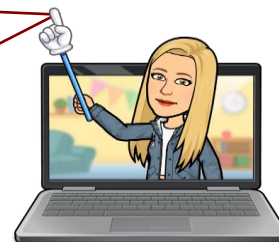
$$300 \cdot 1,5 \cdot 4,18 = 5 \cdot 12 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{6270}{60} \cong 104 \text{ s}$$



Com este experimento verificamos que os dados entre os cálculos e a prática são diferentes, pois as perdas envolvendo o sistema Peltier são maiores do que com efeito Joule. Neste sistema, envolvemos mais variáveis, temos o lado da pastilha que esfria, e por mais que criamos um sistema de isolamento com EVA e o cooler, para haver menos perda de calor, a mesma ainda ocorre. Além disso, temos a questão do material com o qual o dissipador é feito também influenciando nos dados. Tais questões levarão a uma discussão muito significativa com os alunos.

Para fazer essa prática, utilizamos um sistema montado com o Arduino substituindo os demais instrumentos de medida. Mas, nada impede que seja utilizado um amperímetro.

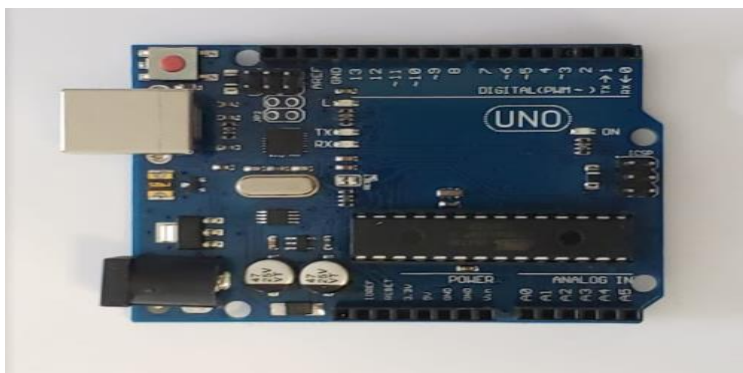


Sistema de medida com Arduino:

Materiais necessários:

- Uma placa arduino UNO:

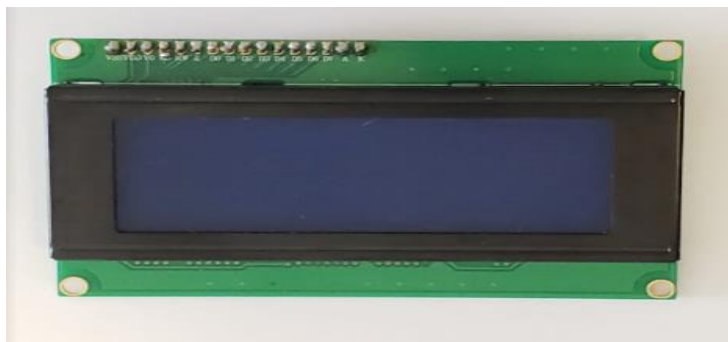
Figura 27: Foto de um arduino UNO



Fonte: Autoria própria (2021).

- Um display LCD 20 x 4 Backlight Azul

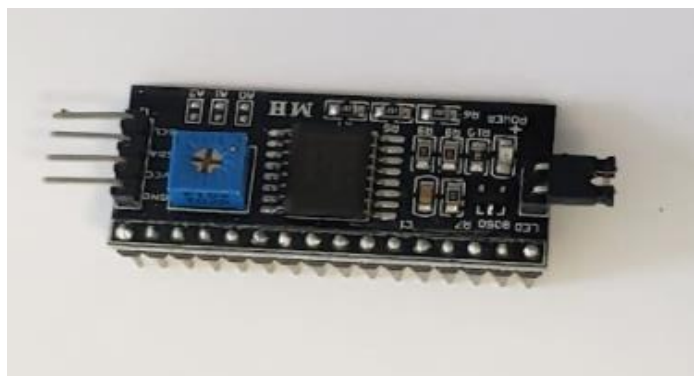
Figura 28: Foto de um display LCD 20 x 4



Fonte: Autoria própria (2021).

- Um módulo I2C

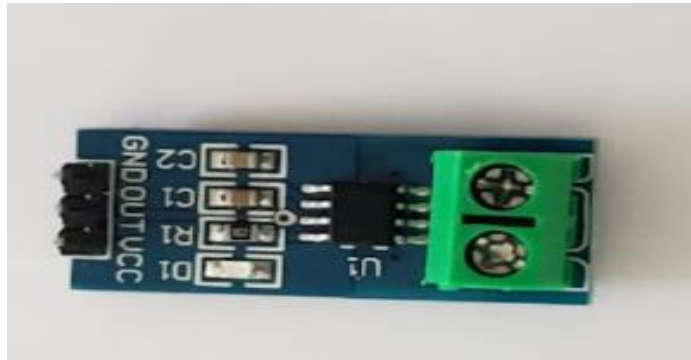
Figura 29: Foto de um módulo I2C



Fonte: Autoria própria (2021).

- Um sensor de corrente Acs 712, 30 A

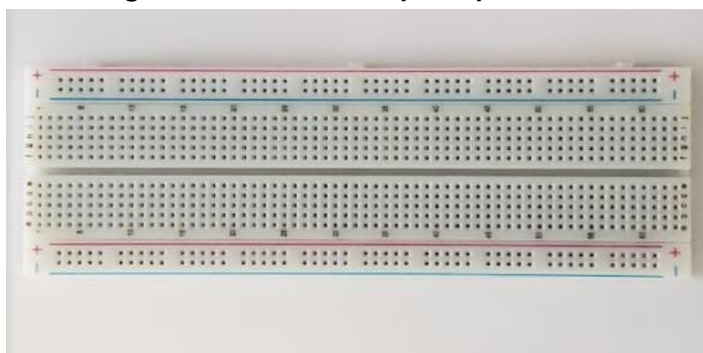
Figura 30: Foto de um sensor de corrente Acs 712, 30^a



Fonte: Autoria própria (2021).

- Uma Placa Protoboard

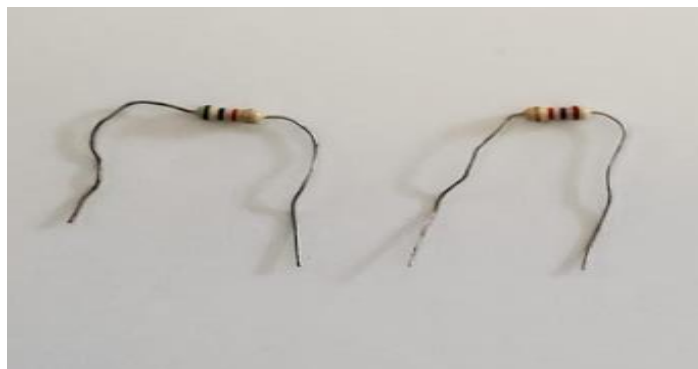
Figura 31: Foto de uma placa protoboard



Fonte: Autoria própria (2021).

- Um resistor de 2700 Ω e um resistor de 5600 Ω

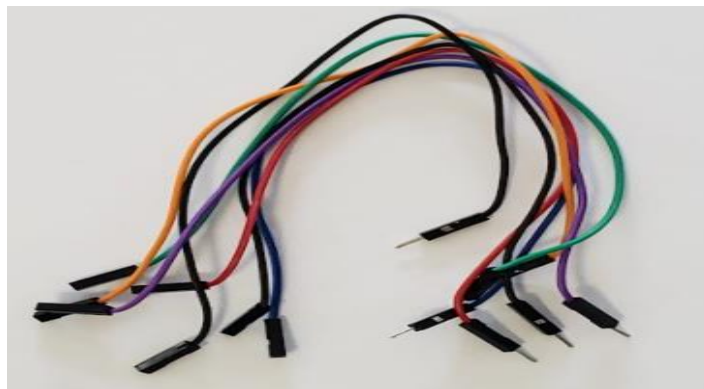
Figura 32: Foto de dois resistores



Fonte: Autoria própria (2021).

- Sete Jumpers macho-fêmea

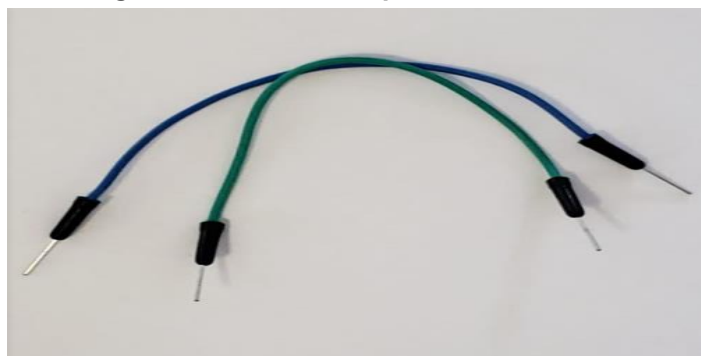
Figura 33: Foto de Jumpers macho-fêmea



Fonte: Autoria própria (2021).

- Dois Jumpers macho-macho

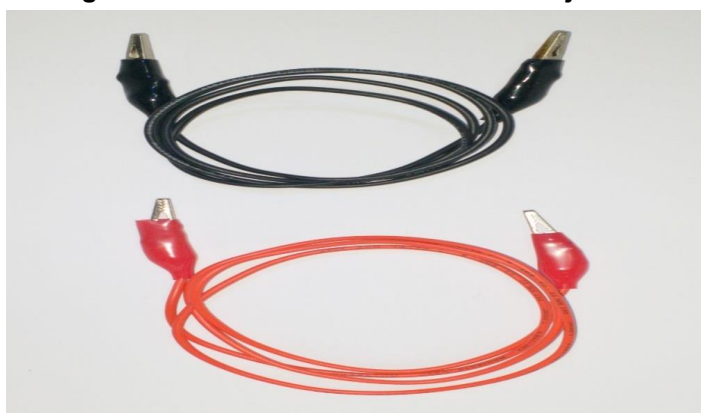
Figura 34: Foto de Jumpers macho-macho



Fonte: Autoria própria (2021).

- Dois cabos de conexão com jacarés nas pontas

Figura 35: Foto de fios de conexão com jacarés

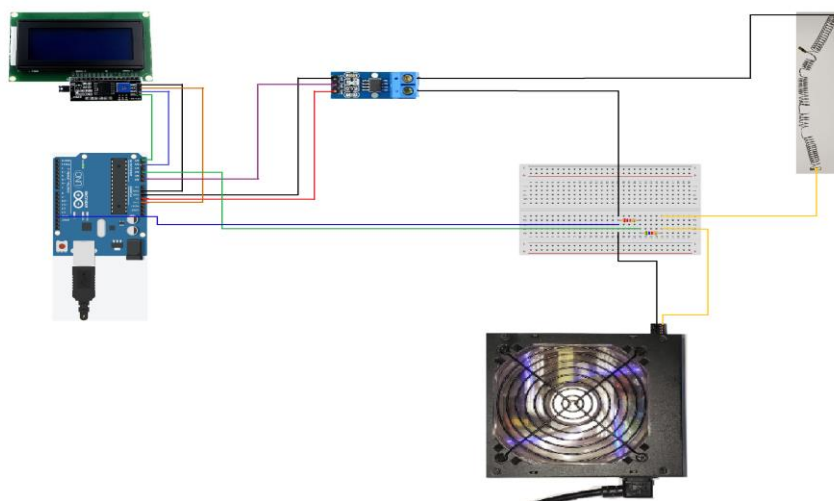


Fonte: Autoria própria (2021).

Fonte: Autoria própria (2021).

Através dos quais podemos realizar a montagem do sistema, assim como apresentado no diagrama de montagem da Figura 36.

Figura 36: Diagrama de sistema para medir corrente com arduino.



Fonte: Autoria própria (2021).

Para caso se deseje utilizar o Arduino, a seguir disponibilizamos o código de programação para tal, auxiliando o professor na preparação do sistema. O código é apresentado seguindo a coloração da própria plataforma, de forma a facilitar o acompanhamento no momento da montagem, bem como o processo de cópia e cola.

```

/*-importação Necessária*/
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

int pinoSensor =A0;
int CH1 = A2;

float VCH1;
int sensorValue_aux = 0;
float valorSensor = 0;
float valorCorrente = 0;
float voltsporUnidade = 0.004887586;
float sensibilidade = 0.100;
float tarifa=0.78; //altere aqui o valor de Quilowatt-hora da sua região
float tensao = 0; //Tensão da rede 12 volts
int dia=0; //variável para dias do contador
float y=0; //variável que armazena a soma do valor kW
float x=0; //variável que armazena o valor kW
float Potencia=0; //variável que guarda o valor da corrente x tensão

#define VREF 4.69
/*Declaração de Constates e Objetos*/
// seta o Endereço do Display LCD 0x27
// Seta os pinos do I2C usado (padrão da biblioteca)
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // Set the LCD I2C address

```

```
void setup() {  
  
    //Inicia a Serial  
    Serial.begin(9600);  
    pinMode(pinoSensor, INPUT);  
  
    // inicia o lcd de 20 caracteres e 4 linhas  
    lcd.begin(20,4);  
  
    // ----- Um breve blink de backlight (luz de fundo -----  
    //liga  
    lcd.backlight();  
    delay(250);  
    //desliga  
    lcd.noBacklight();  
    delay(250);  
  
    //finaliza com a luz de fundo ligada  
    lcd.backlight();  
  
}  
  
void loop() {  
    VCH1 = analogRead(CH1);  
    tensao =(3.5*VCH1*(VREF/1023));  
    float Milli= millis();  
    float total=(tarifa/3600)*2.02116;  
    for(int i=10000; i>0; i--){  
        // lê o sensor na pino analógico A0 e ajusta o valor lido já que a saída do sensor é  
        (1023)vcc/2 para corrente = 0
```

```
sensorValue_aux = (analogRead(pinoSensor) -510);
// somam os quadrados das leituras.
valorSensor += pow(sensorValue_aux,2);
delay(1);
}

// finaliza o cálculo da média quadrática e ajusta o valor lido para volts
valorSensor = (sqrt(valorSensor/ 10000)) * voltsporUnidade;
// calcula a corrente considerando a sensibilidade do sensor (100 mV por ampere)
valorCorrente = (valorSensor/sensibilidade);

//tratamento para possível ruído
//O ACS712 para 30 Amperes é projetado para fazer leitura
// de valores alto acima de 0.25 Amperes até 30.
// por isso é normal ocorrer ruídos de até 0.20A
//por isso deve ser tratado
if(valorCorrente <= 0.095){
  valorCorrente = 0;
}

valorSensor =0;

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Corrente :");
lcd.print(valorCorrente, 3);
lcd.print(" A ");
lcd.setCursor(0,2);
Potencia = valorCorrente * tensao;
```

```

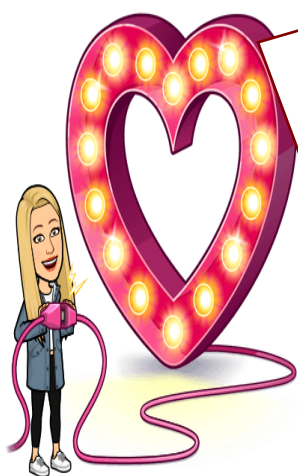
lcd.print("Potencia: " );
lcd.print(Potencia); //Calcula e mostra o valor da potencia
lcd.print(" W ");

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("t: " );
lcd.print (Milli/1000);
lcd.print ( "s" );
lcd.print ("U: ");
lcd.print (tensao);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("Consumo: ");
lcd.print(y,2);
lcd.print(" KWs" );

x=(((Potencia)/1000)*(Milli/1000)); //calcula e guarda em x o consumo kW
y=y+x; //após 1 segundo, soma e guarda em y o valor de x

}

```



As práticas 3 e 4 podem ser feitas em uma aula, pois os alunos constroem o eletroímã rapidinho.




Com essas duas práticas, pode-se demonstrar que Campo Elétrico gera Campo Magnético e Campo Magnético gera Campo Elétrico.

Com a prática 4, os alunos podem ver como funciona o processo de aquecimento por Indução Eletromagnética.

ATIVIDADE PRÁTICA 3

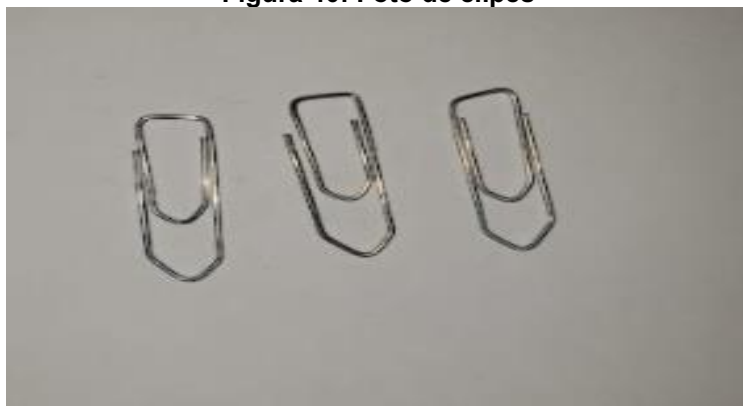
Construção de um Eletroímã

Materiais necessários:

<p>- Fios de cobre, 50cm cada, um por aluno</p>	<p>Figura 37: Foto de fios de cobre</p>  <p>Fonte: Autoria própria (2021).</p>
<p>- Pregos, um por aluno</p>	<p>Figura 38: Foto de um prego</p>  <p>Fonte: Autoria própria (2021).</p>
<p>- Pilhas</p>	<p>Figura 39: Foto de uma pilha</p>  <p>Fonte: Autoria própria (2021).</p>

- Clipes

Figura 40: Foto de clipes



Fonte: A autoria própria (2021).

Fonte: A autoria própria (2021).

MONTAGEM:

Enrolar o fio de cobre envolta do prego, segurar as pontas do fio nos polos da pilha conforme a Figura 41 e aproximar dos clipes.

Figura 41: Foto de eletroímã.



Fonte: A autoria própria (2021).

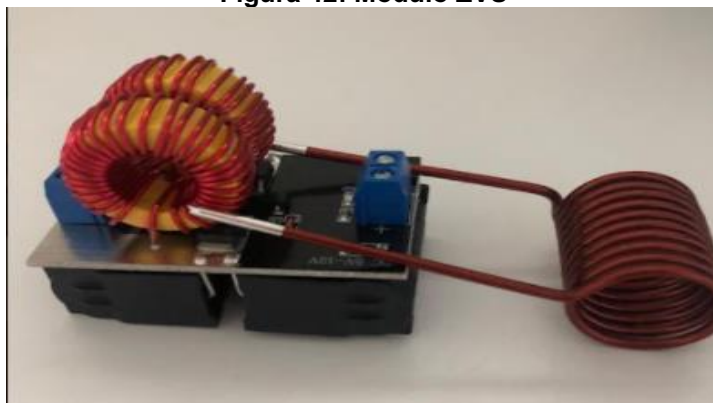
ATIVIDADE PRÁTICA 4

Aquecimento por indução

Materiais necessários:

- Módulo ZVS

Figura 42: Módulo ZVS



Fonte: A autoria própria (2021).

- Chaves de fenda de vários tamanhos

Figura 43: Foto de chaves de fenda e philips



Fonte: A autoria própria (2021).

- LED ligado a um fio

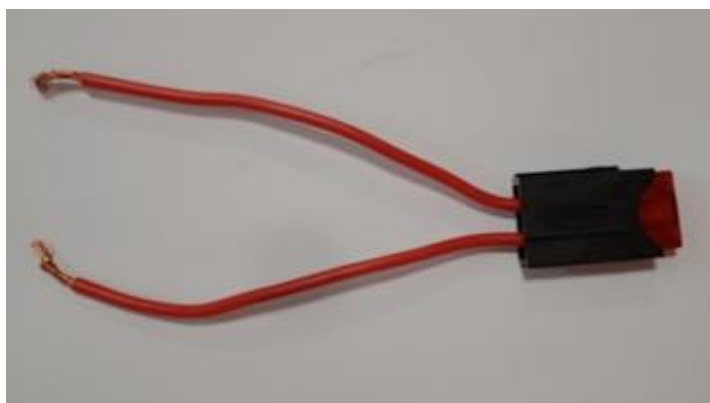
Figura 44: Foto de um LED conectado a um fio



Fonte: A autoria própria (2021).

- Fusível 20 A e conector

Figura 45: Fusível 20 A e conector



Fonte: Autoria própria (2021).

- Uma fonte de computador (usaremos 12V).

Figura 46: Foto de uma fonte 12 V



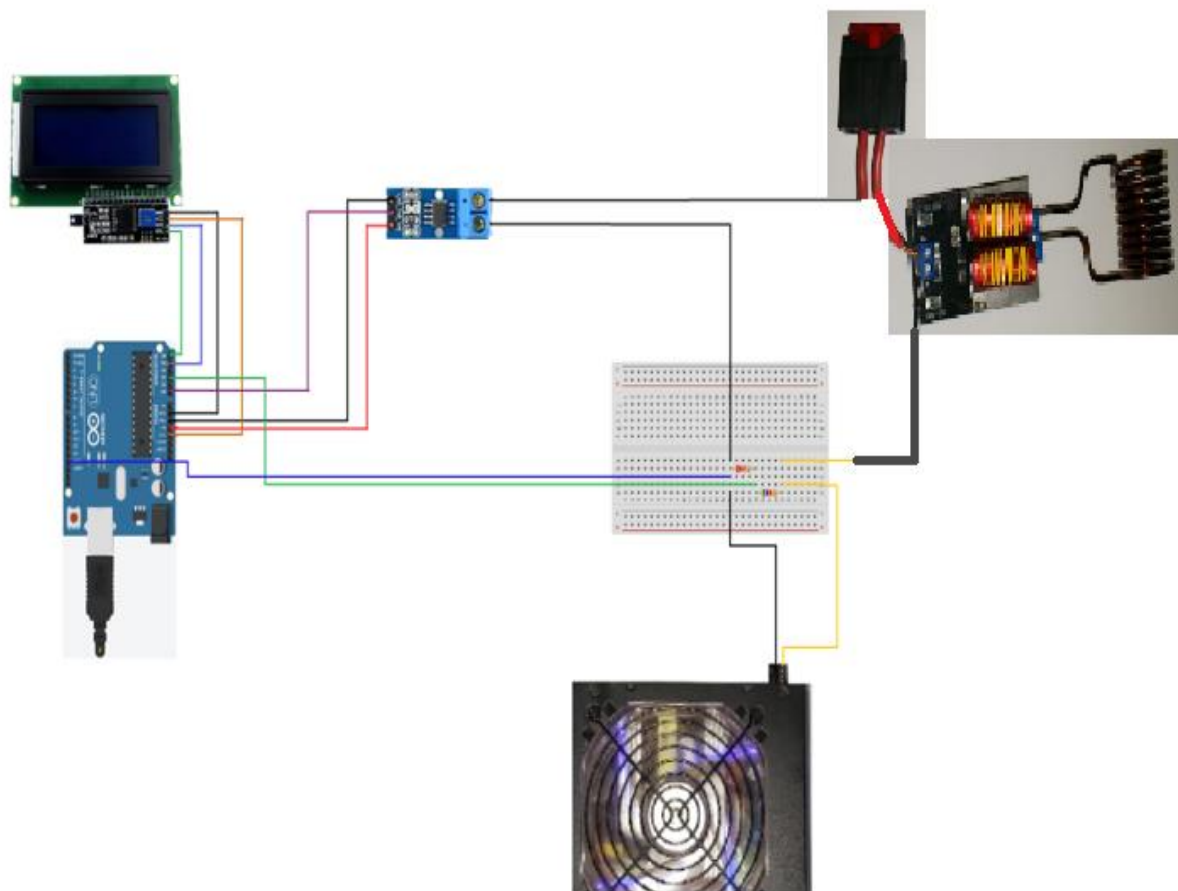
Fonte: Autoria própria (2021).

Fonte: Autoria própria (2021).

Procedimentos:

1º - Para demonstrar o processo de aquecimento por indução, e também que o campo magnético gera campo elétrico, basta conectar o fusível no módulo ZVS, na Fonte 12V e no esquema de Arduino já mencionado, conforme a Figura 47:

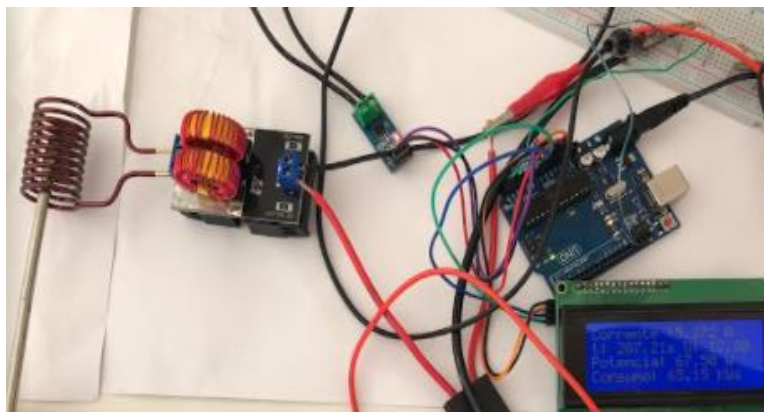
Figura 47: Diagrama de conexão do arduino com módulo ZVS.



Fonte: Autoria própria (2021).

2º - Inserir no interior da bobina uma chave por vez e aos poucos, fazendo os alunos observarem no display que, quanto mais grossa a chave ou quanto mais a colocamos no interior da bobina, maior a corrente que passa pelo sistema e o metal da chave aquece mais rápido.

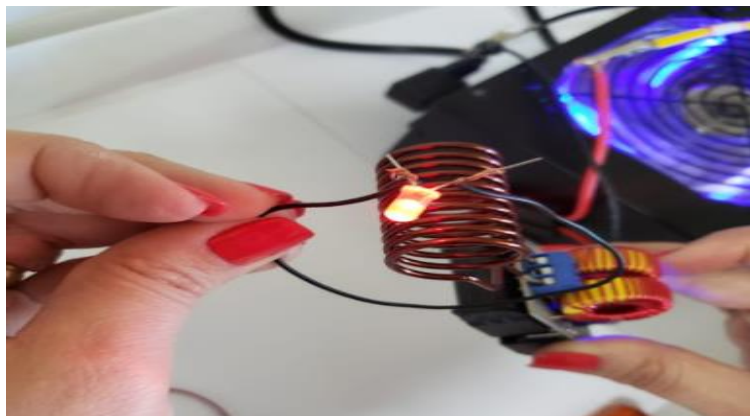
Figura 48: Aquecimento por Indução.



Fonte: Autoria própria (2021).

3º - Para demonstrar que Campo Magnético gera Campo Elétrico, basta aproximar o LED na bobina do módulo ZVS (Figura 49).

Figura 49: LED acesso com o módulo ZVS.



Fonte: Autoria própria (2021).

AULAS 8, 9 e 10

6ª Etapa da UEPS: NOVAS SITUAÇÕES-PROBLEMA EM NÍVEIS MAIS COMPLEXOS

Objetivos:

- Promover a diferenciação progressiva e ao mesmo tempo a reconciliação integradora em relação aos conceitos estudados;
- Exemplificar aplicações sobre os efeitos Joule, Indução e Peltier no cotidiano.

ATIVIDADE 4

Vamos testar um pouco mais do que aprendemos até agora!

1) (ENEM 2011). Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por

hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH₄) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO₂ das termelétricas.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais. Revista Ciência Hoje. V. 45, n° 265, 2009 (adaptado).

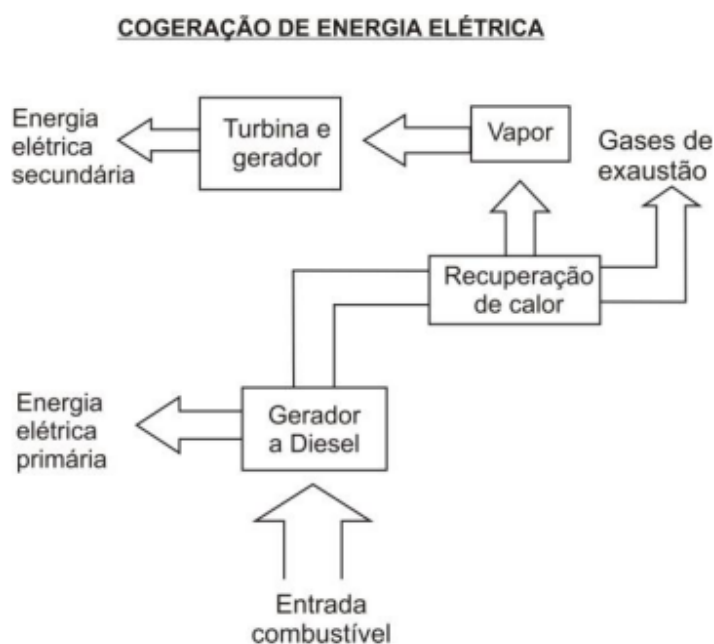
No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma Fonte:

- A) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno;
- B) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados;
- C) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa;
- D) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta;
- E) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.⁶

2) A partir do mesmo princípio utilizado nos fogões de indução, o Módulo ZVS que significa chaveamento por tensão nula (do inglês *Zero Voltage Switching*) aquece por indução alguns metais, sem contato, apenas colocando-os no interior de sua bobina. Ao fazer um sistema de aquecimento de água, colocando um metal no interior da bobina do módulo ZVS e utilizando a ponta desse metal para aquecer 400ml de água, ligado a uma fonte de 12 V, uma corrente de 10 A, qual tempo levará para a temperatura dessa água variar 20 °C?

⁶ INFOESCOLA. **Exercícios - Efeito estufa.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/efeito-estufa/exercicios/>. Acesso em 25 de fev. de 2021.

3) (ENEM 2010) No nosso dia a dia deparamo-nos com muitas tarefas pequenas e problemas que demandam pouca energia para serem resolvidos e, por isso, não consideramos a eficiência energética de nossas ações. No global, isso significa desperdiçar muito calor que poderia ainda ser usado como fonte de energia para outros processos. Em ambientes industriais, esse reaproveitamento é feito por um processo chamado de cogeração. A figura a seguir ilustra um exemplo de cogeração na produção de energia elétrica.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e meio ambiente**.
São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Em relação ao processo secundário de aproveitamento de energia ilustrado na figura, a perda global de energia é reduzida por meio da transformação de energia:

- A) térmica em mecânica.
- B) mecânica em térmica.
- C) química em térmica.
- D) química em mecânica.
- E) elétrica em luminosa.⁷

⁷ INEP. **ENEM 2010**. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/itens/cn/58448.pdf. Acesso em 25 de fev. de 2021.

4) (Adaptado do site Brasil Escola). A tabela a seguir mostra os principais eletrodomésticos e suas quantidades em uma residência com quatro pessoas, a potência elétrica de cada equipamento e o tempo mensal de funcionamento em horas. Supondo que a companhia de energia elétrica cobre R\$ 0,80 por cada kwh consumido, determine o custo mensal da energia elétrica para essa residência.

APARELHO	QUANTIDADE	POTÊNCIA (W)	TEMPO MENSAL DE USO (h)
Chuveiro	1	5500	30
Ferro elétrico	1	1000	10
Geladeira	1	500	720
Lâmpadas	10	100	120
TV	2	90	20

Fonte: JUNIOR (2021).⁸

- a) R\$ 215,00
- b) R\$ 178,25
- c) R\$ 355,00
- d) R\$ 329,30
- e) R\$ 526,88

5) Um aquecedor feito com pastilha Peltier foi ligado a uma fonte de 12 V e faz circular 5A aquecendo 300ml de água. Quanto tempo ele deve ficar ligado para que a temperatura dessa água varie 5°C?

⁸ JUNIOR, Joab Silas da Silva. **Exercícios sobre energia elétrica**. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-energia-eletrica.htm>. Acesso em 25 de fev. de 2021.

6) Analisando os dados dos dois chuveiros representados nas imagens abaixo, calcule o quanto uma família com quatro pessoas, gastaria por mês se cada um tomasse banhos de 15 min. Faça os cálculos de cada chuveiro e responda qual gastaria menos (Dado: calcular com o valor do kWh = R\$ 0,56).



Chuveiro Acqua Duo 7800W 220V
Fonte: Amazon (2022).⁹



Chuveiro Ducha Elétrica 5500W 110V
Fonte: Mlstatic (2022).¹⁰

7) Quanto você gasta no mês com pelo menos 3 equipamentos elétricos na sua casa: Anote abaixo o valor do kWh que é cobrado em sua conta de luz, a potência e o tempo de uso com cada um.

Ex: Meu secador tem Potência de 2000W, eu o uso em média 30 min, três vezes na semana. Na minha conta de energia o kWh custa = R\$ 0,83. Para calcular o quanto eu gasto no mês para secar meu cabelo é só fazer a seguinte conta:

$E = P \cdot \Delta t$ - Lembrando que 30 min vezes 3 dias na semana = 90 min vezes 4 semanas no mês = 360 min no mês, dividido por 60 = 6 horas no mês.

$$E = 2000 \text{ W} \cdot 6\text{h}$$

$$E = 12000 \text{ Wh} = 12 \text{ kWh} \cdot \text{R\$ } 0.83 = \text{R\$ } 9,96$$

Resposta: Meu consumo mensal com o secador é de R\$ 9,96.

Agora, seguindo o exemplo, é a sua vez de calcular o seu gasto com três equipamentos.

⁹ AMAZON. **Chuveiro Acqua Duo 7800W 220V**. Disponível em: https://m.media-amazon.com/images/I/51WLT53MyeL.AC_SL1000.jpg. Acesso em 20 de mar. de 2022.

¹⁰ MLSTATIC. **Chuveiro Ducha Elétrica 5500W 110V**. Disponível em: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_980883-MLB41462477352_042020-F.webp. Acesso em 20 de mar. de 2022.



Passa o vídeo de 7min.: “Dicas para poupar energia elétrica (Eletrosul)”

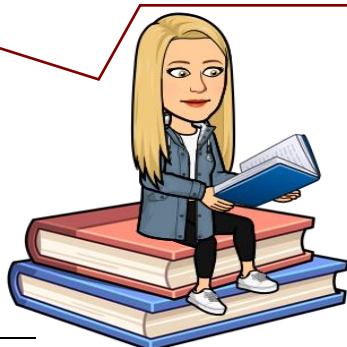
Converse com os alunos sobre a situação que estamos vivendo em relação a falta de água, a qual diretamente interfere na energia elétrica que utilizamos, sobre o valor que estamos pagando pela conta de energia em nossas residências e o que podemos fazer para ajudar a economizar energia.

Figura 50: *Print Screen* da Tela Inicial do vídeo no Youtube.



Fonte: Youtube (2021b).¹¹

Aplice a situação-problema final, atividade 5, um nível mais complexo, promovendo a diferenciação progressiva e ao mesmo tempo a reconciliação integradora em relação aos conceitos estudados.



¹¹ YOUTUBE **Dicas para poupar energia elétrica (Eletrosul)**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SjyU2CQ29pI>. Acesso em: 26 de mai. de 2021(b).

ATIVIDADE 5

Questão problema final

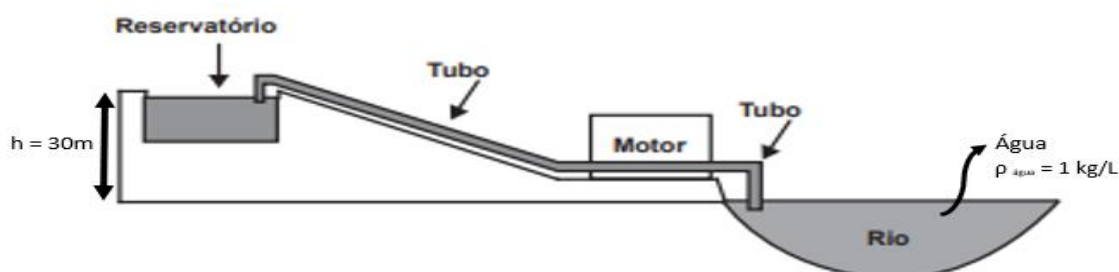
Situação hipotética!

Caro aluno,

Seu pai é um agricultor que irriga todos os dias uma dada cultura. Para isso, utiliza um motor elétrico para puxar a água de um rio que fica próximo à sua plantação.

Esse motor, devido a uma descarga elétrica, queimou e seu pai precisa rapidamente substituí-lo para continuar as atividades diárias. Ao perceber que devido ao seu tempo de uso e a depreciação natural, o motor já não possuía mais nenhum dado técnico em sua etiqueta, chamou-o rapidamente para lhe ajudar a pensar em uma maneira de descobrir qual a potência do motor que ele precisará comprar para continuar realizando a mesma tarefa de antes.

Os dados técnicos são apresentados em uma figura que o engenheiro que projetou a obra deixou.



- O reservatório necessita de uma vazão constante de 3600 litros de água por hora.
- A aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 .

Despreze os efeitos de perdas mecânicas e elétricas, e ajude seu pai a descobrir qual deve ser a potência mínima do motor para realizar a operação (ENEM 2020, exercício adaptado¹²).

¹²INEP. ENEM 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/enem/provas_e_gabaritos/2020_PV_reaplicacao_PPL_D2_CD8.pdf, adaptado. Acesso em 2 de jul. de 2021.

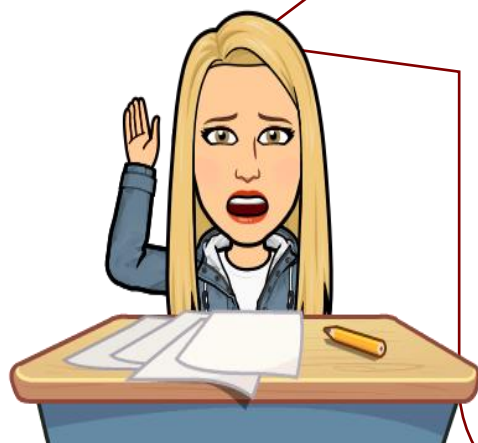
AULAS 11 e 12

7ª Etapa da UEPS: AVALIAÇÃO

8ª Etapa da UEPS: AVALIAÇÃO DA UEPS

Objetivos:

- Apresentar como construir um Mapa Conceitual;
- Solicitar um Mapa Conceitual de cada aluno sobre energia;
- Reaplicar o questionário de levantamento dos conhecimentos prévios;
- Verificar se existem indicativos de Aprendizagem Significativa.



Passe para os alunos o que é um Mapa Conceitual e solicite que cada um faça o seu Mapa Conceitual sobre o que aprendeu.

Após a construção do Mapa Conceitual, aplique a atividade 6, retomando as questões de levantamento dos conhecimentos prévios, de forma a comparar uma mudança de entendimento nos conhecimentos que eles possuíam no início desta UEPS e agora, no final da aplicação das atividades. Também na atividade 6 está inclusa uma autoavaliação, para sabermos a opinião dos alunos em relação à participação nas aulas e também suas opiniões a respeito das aulas.

Mapas conceituais:

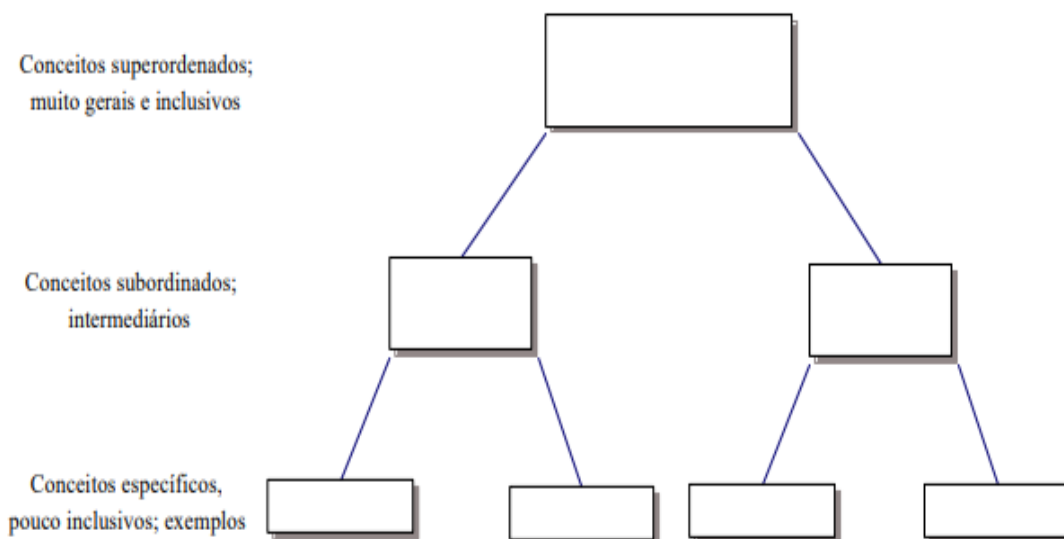
Novak e Gowin desenvolvem os mapas conceituais que, baseados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, visam a facilitar a aprendizagem por meio de uma metodologia que estrutura os conteúdos de forma fácil e dinâmica. Joseph

Novak criou a metodologia dos mapas conceituais por volta da década de 1970, e conforme versa Moreira (2006, p. 9):

Mapas conceituais são apresentados como instrumentos potencialmente úteis no ensino, na avaliação da aprendizagem e na análise do conteúdo curricular. São oferecidos vários exemplos de mapas conceituais, usados na instrução em Física, enfocando estas três áreas. Ao final, os mapas conceituais são discutidos do ponto de vista da troca de significados e são dados exemplos adicionais em outras áreas de conhecimento. Além disso, distingue-se entre mapas conceituais, entendidos como mapas de conceitos, e outros tipos de diagramas.

Considerados uma ferramenta metodológica eficaz, os mapas conceituais possuem o objetivo de representar ideias e conceitos de uma maneira gráfica, de forma esquematizada e simplificada, composta por termos e conceitos organizados de forma hierárquica. Os termos passam a ser ligados em forma de um esquema, que utilizam conceitos, relações e uma questão focal (NOVAK; GOWIN, 1996).

Figura 51: Exemplo de um mapa conceitual.



Fonte: Moreira (2006, p. 10).

Conforme o exemplo acima, os conceitos iniciais do mapa conceitual devem ser gerais e inclusivos, chamados de conceitos superordenados. Posteriormente, passa-se para os conceitos subordinados, que são aqueles interligados e intermediários. Por fim, deve-se passar para os conceitos específicos, pouco inclusivos, como os exemplos (MOREIRA, 2006).

Os mapas conceituais visam tornar a aprendizagem mais significativa, e como baseiam-se na teoria de Ausubel, devem preconizar os conhecimentos prévios do aluno. Dessa forma, a aprendizagem toma significado (NOVAK; GOWIN, 1996).

ATIVIDADE 6

Vamos ver se após os estudos que realizamos e as práticas que fizemos, seu entendimento a respeito das questões que responderam no início das nossas atividades, sobre energia e transformações de energia, mudaram, e o que ficou nas suas lembranças sobre efeito Joule, Indução e efeito Peltier.

A sua participação é muito importante e nós gostaríamos de saber também a sua opinião sobre essas aulas das quais acabaram de participar. Queremos agradecer a cada um, pois, o interesse que tiveram em aprender e querer saber sempre mais sobre o assunto nos motivaram a continuar tentando ser cada vez melhor. Obrigada!

Vamos lá, caprichem nas respostas!

5) Para você, o que é energia?

6) Quais as formas de energia que você conhece?

7) É possível transformar uma forma de energia em outra?

() sim () não

8) Estabeleça uma relação entre a energia que você utiliza em sua casa, para fazer seus equipamentos funcionarem, e o meio ambiente. Escreva também explicando em que você se baseou para chegar a esta resposta.

9) Defina o que você entendeu sobre:

a) Efeito Joule:

b) Indução Eletromagnética:

c) Efeito Peltier:

10) Use os critérios de autoavaliação do quadro abaixo e marque um x em uma das linhas, para expressar que nota você se daria de 1 a 4, ou seja, seu nível de confiança nos conteúdos que acabamos de estudar sobre Efeito Joule, Indução e Peltier:

Pontuação	Detalhes do conteúdo	Minha nota:
Pontuação 4	Compreendo plenamente o conteúdo e sou capaz de repassá-lo a um colega de turma.	
Pontuação: 3	Aprendi bem o conteúdo e me lembrarei dele no futuro.	
Pontuação: 2	Sinto que estou evoluindo e entendendo melhor, mas às vezes preciso de ajuda.	
Pontuação: 1	Tenho dificuldades com todo o conteúdo ou parte dele.	

11) Com confiança ou insegurança a respeito do entendimento do conteúdo, examine seus hábitos de estudo e marque um x no quadro abaixo:

Comportamento	Nunca	Às vezes	Frequentemente	Sempre
Terminei minhas lições de classe e deveres de casa a tempo.				
Prestei bastante atenção às discussões em sala de aula.				
Fiz e respondi perguntas.				
Eu colaborei ativamente com meus colegas, mas apenas quando apropriado.				
Fiz anotações, li os apontamentos e/ou estudei o resumo ou as anotações de estudo.				

12) Agora, gostaria de saber sua avaliação sobre as aulas e a aplicação das mesmas:

Comportamento	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
A apresentação do conteúdo ocorreu de forma clara:				
Como foi a relação entre a prática e a teoria:				
A relação do conteúdo com as aplicações em seu dia a dia:				
Essas aulas ajudaram você a entender mais sobre Física e a importância de estudarmos a mesma:				
Os Recursos Instrucionais utilizados prenderam a minha atenção durante a aula:				

13) Avalie criticamente as aulas que tivemos juntos, pontos positivos e pontos negativos. Sua opinião é muito importante:

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

A prática é um dos pilares do ensino da Física, de forma que seus conteúdos não são totalmente compreendidos pelos alunos se não forem experienciados na prática.

Nesse sentido, o efeito Peltier, o efeito Joule e a indução eletromagnética a princípio podem parecer complexos, mas a partir da exemplificação na prática esses conceitos passam a ser melhor compreendidos, tornando-se acessíveis aos alunos. Dessa forma, à medida que o aluno elabora suas experiências em sala de aula, ele torna aquele conteúdo significativo para sua vida.

Buscando sanar tal deficiência pedagógica, a presente UEPS representa uma proposta para se trabalhar balanço energético em aquecimentos de água através dos efeitos Joule e Peltier, além de explorar o processo de aquecimento de metais através da indução eletromagnética, com enfoque CTS. Retratamos isso porque, além dos conceitos de Física envolvidos, esta proposta teve o intuito de conscientizar os alunos em relação ao gasto de energia elétrica, destacando a preocupação que devemos ter e os cuidados demandados para pouparmos o meio ambiente.

Com a utilização desta prática, foi possível instigar os estudantes a participarem de um processo muito diferente do que se vê habitualmente nas salas de aula. Mostrar ao aluno que é possível aplicar tudo aquilo que se discute demonstrou-se frutífero para que, instigados pela curiosidade, os mesmos se interessassem em entender o porquê do funcionamento de certos equipamentos, bem como do porquê de existir tanta diferença entre o previsto (teórico) e o experienciado (empírico).

Avaliamos que os estudantes se mostraram muito dispostos a realizar as atividades aqui apresentadas, principalmente quando comparamos com situações em condições de aulas não colaborativas, do tipo conteudistas, pautadas e voltadas à pura realização de problemas de vestibulares.

Outra vantagem da proposta aplicada é que os experimentos elencados foram de baixo custo e acessíveis, podendo ser facilmente replicados e adaptados à realidade de cada escola. Por fim, esperamos que com a aplicação desta proposta cooperemos para que as aulas de Física se tornem mais atrativas e que ocorra de fato a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- AMAZON. **Chuveiro Acqua Duo 7800W 220V**. Disponível em: https://m.media-amazon.com/images/I/51WLT53MyeL._AC_SL1000_.jpg. Acesso em 20 de mar. de 2022.
- AMÉRICO, R.; SCHAEFFER, L.; OURIQUES, E.; COSTA, G. **Estudos preliminares de materiais termoelétricos para obtenção de energia elétrica a partir do calor residual**. *Tecnol. Metal. Mater. Miner.*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 8-14, jan./mar. 2019. Disponível em: <https://www.tecnologiammm.com.br/doi/10.4322/2176-1523.20191519>. Acesso em: 20 set. 2020.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução Lígia Teopisto. Editora, LDA. Lisboa, 2003.
- AUSUBEL, D. P., Novak. J. D., & Hanesian, H. **Psicologia educacional**, 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BADINO JR, A. C.; CRUZ, A. J. G. **Balances de massa e energia na análise de processos químicos**. UAB-UFSCar - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2011.
- BATISTA, M. C.; SCHIAVON, G. J.; BATISTA, D. C. **Física Geral**. Maringá: Unicesumar, 2018. 247 p.
- BERNARDO, R.T. **Desenvolvimento de uma plataforma para aplicação de técnicas de controle por efeito Peltier**. 2015. Monografia (Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2015. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1211>. Acesso em: 14 out. 2021.
- BORGES, J. R. **O Efeito Seebeck aplicado na Termometria**. 2012. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/8033>. Acesso em: 22 jan. 2022
- BOURDIEU, P. O campo científico. *In*: ORTIZ, Renato (org.). **Bourdieu – Sociologia**: coleção grandes cientistas sociais, vol. 39. São Paulo: Ática, 1983.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 10 de set. 2020.
- CAMPOS, F. R. G. **Ciência, tecnologia e sociedade**. Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2010.
- DANGUI, H. A. S. **Desenvolvimento de sistema de aquecimento por indução eletromagnética para controle de temperatura de compressores**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Automação e Sistemas) - Universidade

Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/215670>. Acesso em: 12 out. 2021.

ELETRONICA24H. Disponível em:
<http://www.eletronica24h.net.br/images/CursoCAaula04Figura01a.jpg>. Acesso em 25 de out. de 2021.

FUSINATO, M. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de colisões numa perspectiva CTS**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4456>. Acesso em: 12 out. 2021.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. **A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de física**. REnCiMa, v. 10, n. 3, p. 58-78, 2019. Disponível em:
<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2053>. Acesso em: 20 jan. 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física, Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. V.2, 10 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física, Eletromagnetismo**. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. V.3, 10 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2021.

INEP. **ENEM 2010**. Disponível em:
https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/itens/cn/58448.pdf. Acesso em 25 de fev. de 2021.

INEP. **ENEM 2020**. Disponível em:
https://download.inep.gov.br/enem/provas_e_gabaritos/2020_PV_reaplicacao_PPL_D2_CD8.pdf, adaptado. Acesso em 2 de jul. de 2021.

INFOESCOLA. **Exercícios - Efeito estufa**. Disponível em:
<https://www.infoescola.com/geografia/efeito-estufa/exercicios/>. Acesso em 25 de fev. de 2021.

JUNGES, R. **Calculando elétrica**. E-book, 2ª edição. Disponível em:
<https://calculandoeletrica.com/ebook-calculando-eletrica-2/>. Acesso em; 26 de set. de 2021.

JUNIOR, Joab Silas da Silva. **Exercícios sobre energia elétrica**. Disponível em:
<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-energia-eletrica.htm>. Acesso em 25 de fev. de 2021.

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. V.II. ed. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2002.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V**. Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: A Teoria e Textos Complementares**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011(a).

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011(b). Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2021.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Instituto de Física - UFRGS: Porto Alegre, 2012.

MLSTATIC. **Chuveiro Ducha Elétrica 5500W 110V**. Disponível em: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_980883-MLB41462477352_042020-F.webp. Acesso em 20 de mar. de 2022.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano, 1996.

OLIVEIRA, A. R. P. de.; LEISMANN, I. A.; SANTIN, A. O. **Cooler Peltier microcontrolado**. PUCPR. Disponível em: <https://vdocuments.net/cooler-peltier-microcontrolado.html?page=1>. Acesso em: 22 maio 2021.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte. **Referencial curricular para o ensino médio do Paraná**, v. 2. Curitiba: SEED/PR., 2021.

SMITH, J M. et al. **Introdução à termodinâmica da engenharia química**. Tradução e revisão técnica Eduardo Mach Queiroz, Fernando Luiz Pellegrini Pessoa. - 8. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2020.

UNRIC. **Nações Unidas**. Centro Regional de Informações para a Europa Ocidental. Disponível em: <https://unric.org/pt/agua/>. Acesso em 24 de fev. de 2022.

YOUTUBE. **Consumo consciente de energia**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7hfw4N7-ZVw>. Acesso em: 26 de mai. de 2021 (a).

YOUTUBE. **Dicas para poupar energia elétrica** (Eletrosul). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SjyU2CQ29pl>. Acesso em: 26 de mai. de 2021(b).

YOUTUBE. **Turminha Eletro em: Uso eficiente da energia elétrica**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l-ti8McSNKA>. Acesso em: 25 de mai. de 2021(c).

APÊNDICE A – Resoluções dos exercícios propostos

Resoluções dos exercícios propostos:

Atividade 2:

$\begin{array}{r} \text{kWh} \quad \text{R\$} \\ 260 \text{ -----} 162,50 \\ 1 \text{ -----} \quad x \\ X = \frac{162,50}{260} = 0,625 \\ \text{Valor de 1 kWh} \approx \text{R\$ } 0,63 \end{array}$	<p>Para o secador:</p> $E = P \cdot \Delta t$ $E = W \cdot h \cdot \text{pessoas}$ $E = 1000 \cdot (1/4) \cdot 4$ $E = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}$ $E = 1 \text{ kWh por dia}$ <p>20 dias:</p> $E = 20 \text{ kWh por mês}$	$20 \text{ kWh} \times 0,63 = \text{R\$ } 12,60$ <p>Nova conta terá um valor de:</p> $\text{R\$ } 162,50 + \text{R\$ } 12,60 = \text{R\$ } 175,10$ <p>Logo cada amiga pagará:</p> $\text{R\$ } 175,10 : 4 = \text{R\$ } 43,78$
---	---	--

Atividade 3:

<p>1)</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 2000 \cdot 1 \cdot 80$ $Q = 160000 \text{ cal}$	$P = i^2 \cdot R$ $P = 2^2 \cdot 30$ $P = 120 \text{ W}$	$Q_c = 0,24 \cdot P \cdot \Delta t$ $160000 = 0,24 \cdot 120 \cdot \Delta t$ $\Delta t = \frac{160000}{28,8}$ $\Delta t = 5555 \text{ s} \approx 1 \text{ h } 33 \text{ min}$
<p>2)</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 5000 \cdot 1 \cdot 65$ $Q = 325000 \text{ cal}$	$P = V \cdot i$ $P = 110 \cdot 10$ $P = 1100 \text{ W}$	$Q_c = 0,24 \cdot P \cdot \Delta t$ $325000 = 0,24 \cdot 1100 \cdot \Delta t$ $\Delta t = \frac{325000}{264}$ $\Delta t = 1231 \text{ s} \approx 21 \text{ min}$
<p>3)</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 6000 \cdot 1 \cdot 3$ $Q = 18000 \text{ cal}$	$Q_c = 0,24 \cdot P \cdot \Delta t$ $18000 = 0,24 \cdot P \cdot 300$ $P = \frac{18000}{72}$ $P = 250 \text{ W}$	$250 \text{ W} \text{ ----- } 95\%$ $P_{\text{Lâmpada}} \text{ ----- } 100\%$ $P_{\text{Lâmpada}} = \frac{25000}{95}$ $P_{\text{Lâmpada}} \approx 263,16 \text{ W}$

<p>4)</p> $P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120)^2}{12}$ $P = \frac{14400}{12}$ $P = 1200 \text{ W}$	$Q_c = 0,24 \cdot P \cdot \Delta t$ $Q_c = 0,24 \cdot 1200 \cdot 120$ $Q_c = 34560 \text{ cal}$	$1\text{g} \text{ ----- } 80 \text{ cal}$ $x \text{ ----- } 34560$ $x = \frac{34560}{80} = 432 \text{ g}$ <p>Logo: 432g derreterá e 568g não se fundirá.</p>
<p>5)</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 1700 \cdot 1 \cdot 88$ $Q = 149600 \text{ cal}$ $P = V \cdot i$ $P = 230 \cdot 3,8$ $P = 874 \text{ W}$	$874 \text{ ----- } 100\%$ $x \text{ ----- } 70\%$ $x = \frac{61180}{100}$ $x = 611,80 \text{ W}$ <p>A eficiência energética da chaleira é igual a 611,80W</p>	<p>O tempo para fervura é:</p> $Q_c = 0,24 \cdot P \cdot \Delta t$ $149600 = 0,24 \cdot 611,80 \cdot \Delta t$ $\Delta t = \frac{149600}{146,8}$ $\Delta t = 1019 \text{ s} \approx 17\text{min}$
<p>6)</p> $P = V \cdot i$ $P = 12 \cdot 15$ $P = 180 \text{ W}$	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $Q = 2000 \cdot 1 \cdot 35$ $Q = 70000 \text{ cal}$	$Q_c = 0,24 \cdot P \cdot \Delta t$ $70000 = 0,24 \cdot 180 \cdot \Delta t$ $\Delta t = \frac{70000}{43,2}$ $\Delta t = 1620 \text{ s} \approx 27\text{min}$

Atividade 4:

1) D	
<p>2)</p> $P = V \cdot i$ $P = 12 \cdot 10$ $P = 120 \text{ W}$	$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = P \cdot \Delta t$ $400 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 4,18 = 120 \cdot \Delta t$ $\Delta t = \frac{33440}{120}$ $\Delta t = 278,6 \text{ s} \approx 5\text{min}$

3) A	
4) E Consumo total do mês: $E_{\text{Total}} = 658,6 \text{ kWh}$	Custo mensal: $658,6 \text{ kWh} \cdot R\$0,80 \text{ kWh}$ Valor a ser pago: $R\$ 526,88$
5) $P = V \cdot i$ $P = 12 \cdot 5$ $P = 60 \text{ W}$	$m \cdot c \cdot \Delta T \cdot 4,18 = P \cdot \Delta t$ $300 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 4,18 = 60 \cdot \Delta t$ $\Delta t = \frac{6270}{60}$ $\Delta t = 104,5 \text{ s} \approx 1 \text{ min } 44 \text{ s}$
6) $\Delta t = 15 \text{ min} \cdot 4 \text{ pessoas} \cdot 30 \text{ dias}$ $\Delta t = 30 \text{ h}$ Com o Chuveiro Acqua Duo a família gastará: $E = P \cdot \Delta t$ $E = 7800 \cdot 30$ $E = 234000 \text{ Wh} = 234 \text{ kWh}$ $234 \text{ kWh} \cdot R\$0,56 = R\$ 131,04$	Com o Chuveiro Ducha Elétrica a família gastará: $E = P \cdot \Delta t$ $E = 5500 \cdot 30$ $E = 165000 \text{ Wh} = 165 \text{ kWh}$ $165 \text{ kWh} \cdot R\$0,56 = R\$ 92,40$ Logo a família gastará menos com a Ducha Elétrica.

Atividade 5:

Temos que: $E = P \cdot \Delta t$	Logo: $P = \frac{E_p}{\Delta t}$
Energia gravitacional: potencial	$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$
$E_p = m \cdot g \cdot h$	$P = \frac{3600 \cdot 10 \cdot 30}{3600}$
	$P = 300 \text{ W} = 3 \cdot 10^2 \text{ W}$