

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VIVIANE DZIUBATE PITTNER

**ESTUDO DE UMA UEPS SOBRE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA,
UTILIZANDO EFEITO JOULE, EFEITO PELTIER E INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA**

CAMPO MOURÃO

2022

VIVIANE DZIUBATE PITTNER

**ESTUDO DE UMA UEPS SOBRE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA,
UTILIZANDO EFEITO JOULE, EFEITO PELTIER E INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA**

**Study of a ueps on electric energy transformation, using joule effect, peltier
effect and electromagnetic induction**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física do Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32 (MNPEF) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

CAMPO MOURÃO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

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.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão**



VIVIANE DZIUBATE PITTNER

**ESTUDO DE UMA UEPS SOBRE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, UTILIZANDO
EFEITO
JOULE, EFEITO Peltier E INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Astronomia/Física.

Data de aprovação: 03 de Junho de 2022

Dr. Gilson Junior Schiavon, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Geislana Padeti Ferreira Duminelli, Doutorado - Secretaria de Educação do Estado do Paraná

Dra. Roseli Constantino Schwerz, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 03/06/2022.

Dedico este trabalho à minha família, em especial meu esposo e meus filhos. Com muita paciência e amor eles sempre apoiaram e incentivaram meus estudos. Às minhas amigas, pela força e principalmente pelo carinho. Aos meus orientadores, os quais deram suporte e inspiração para que eu acreditasse em minha capacidade. Sem eles eu não teria concluído este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço Primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, pelas bênçãos recebidas, proteção e força que me fizeram chegar ao final desta jornada, pois, em diversos momentos tive provas dessa proteção divina.

À minha vó e mãe Laura Dziubate (*in memoriam*), que desde bebê me protegeu, me cuidou e me ensinou que estudar faz toda a diferença em nossas vidas, que devo lutar por meus ideais e ser feliz. Obrigada, Mãe, por tudo. Sei que de alguma forma você ainda se faz presente.

À minha família e amigas, que entenderam minha ausência nesse período, a maioria dos finais de semana sem poder ficar conversando, sem almoços juntos, sem café da tarde, sem vídeo chamadas demoradas para os que estão longe. Mesmo querendo ficar perto, vocês entendiam que eu precisava me dedicar aos estudos e sempre me incentivavam. Quero deixar registrado que senti muita falta de ficar mais tempo com vocês.

Agradeço em especial ao meu marido, o qual sempre me apoia em minhas decisões e do meu lado supera os obstáculos junto comigo. Acredito que ele fez um pouco do meu mestrado indiretamente, ouvindo minhas aulas, ajudando-me a apertar alguns parafusos nos experimentos, deixando o carro prontinho para eu viajar quando precisava, cuidando do nosso filho pequeno para eu poder estudar. Além disso, quando o nervosismo tomava conta de mim, secava as minhas lágrimas e dava um jeito de me animar para a tristeza passar e eu poder continuar.

Aos meus filhos, Antônio Marcos e Fabio Manoel, por entenderem minha ausência e estarem sempre do meu lado me dando carinho.

A todos os colegas da turma, amigos que conheci no mestrado, aquelas pessoas que Deus coloca em nossos caminhos na hora certa. Em especial: Denise Lughy Medeiros Braga, Eliane Kovalek Scheifer, Josiane Cristina Peres Pereira, Maria dos Anjos de Oliveira e Maria Roseli Salu Heppner. Meninas, vocês foram tão importantes nesta caminhada! Mesmo a distância, foram raros os dias que deixamos de conversar, pois estudávamos juntas, trocamos dúvidas, lágrimas e risadas. Quantas vezes o choro virava sorrisos graças a vocês! Quando uma estava triste, as outras sempre tinham palavras sábias para animar, pois, só nós, mães, esposas, professoras na ativa e discentes de mestrado para nos entendermos em tudo.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) de Campo Mourão, que contribuíram para o meu aperfeiçoamento e crescimento profissional, sempre dedicados, prontos para ajudar, os quais além de professores e orientadores, se tornaram amigos. Minha admiração será eterna por todos. Tenham certeza que sou uma profissional muito melhor depois dos seus ensinamentos.

Ao Prof^o. Marco Antonio Moreira, por suas palestras e todas as suas publicações que nos orientam e nos ensinam, estendendo meus agradecimentos a todos os referenciados neste trabalho, suas pesquisas contribuíram para o mesmo.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão pelas condições proporcionadas para a realização deste curso de mestrado.

Aos Diretores do Colégios Estadual Cívico Militar, Maria José Teigão Lopes e Miguel Angelo Vieira Mazur, bem como ao professor Roberto Rech, pelo apoio que me deram no Colégio, no período em que eu realizava a pesquisa e a aplicação do produto educacional com os alunos. Também agradeço a laboratorista Roseli Aparecida Linzmeier, pelo apoio nas aulas práticas. Vocês foram de suma importância nesta etapa.

Aos meus alunos da terceira série que participaram desta análise. Sempre educados, estudiosos e interessados nas aulas. Que todos tenham um futuro promissor.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

E, por fim, mais de grande importância, pois, sem os mesmos não teria concluído esta pesquisa, agradeço ao meu orientador, professor Dr. Gilson Junior Schiavon; e meu coorientador, professor Dr. Michel Corci Batista, pelo excelente trabalho que fizeram e continuam fazendo pelo mestrado e, principalmente, como orientadores desta. Todas as contribuições e apoio que me deram foram fundamentais neste presente trabalho, o qual é de vocês também.

RESUMO

O presente trabalho desenvolveu uma proposta educacional a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, sobre transformações de energia elétrica utilizando o efeito Joule, indução eletromagnética e o efeito Peltier. A UEPS foi desenvolvida por meio de práticas experimentais envolvendo esses efeitos, cálculos do balanço energético com o efeito Joule e Peltier e demonstração do processo de aquecimento por indução, utilizando um módulo ZVS acoplado a uma bobina. Tendo como base a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade- CTS. Nesse sentido, o objetivo do nosso trabalho foi verificar o potencial pedagógico de uma UEPS sobre transformações de energia elétrica utilizando o efeito Joule, indução eletromagnética e o efeito Peltier, em duas turmas da terceira série do Ensino Médio, no formato de aula presencial. Adotou-se uma metodologia de pesquisa de natureza qualitativa e para a coleta dos dados foram utilizados questionários para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, os quais, ao final das atividades, foram aplicados novamente a fim de identificar uma possível reconciliação integradora acerca do conteúdo. Também foram utilizados mapas conceituais, relatório das aulas práticas e a resolução da situação-problema inicial e final. Os resultados evidenciam que o interesse dos alunos pela disciplina aumentou, assim como houve mudanças na visão equivocada de alguns alunos que não viam sentido em estudar Física. Tais educandos passaram a visualizar a mesma no seu cotidiano e afirmar a importância em estudá-la. Dessa forma, foram obtidas muitas evidências de um aprendizado significativo nas turmas de aplicação da UEPS, principalmente a partir dos mapas conceituais, os quais demonstraram uma conscientização dos alunos em relação a utilização consciente dos recursos naturais.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; ueps; transformações de energia; efeito joule; efeito peltier; indução eletromagnética.

ABSTRACT

The present work developed an educational proposal from a Potentially Significant Teaching Unit - UEPS, on electrical energy transformations using the Joule effect, electromagnetic induction and the Peltier effect. The UEPS was developed through experimental practices involving these effects, calculations of the energy balance with the Joule and Peltier effect and demonstration of the induction heating process, using a ZVS module coupled to a coil. Based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning, focusing on Science, Technology and Society - CTS. In this sense, the objective of our work was to verify the pedagogical potential of a UEPS on electrical energy transformations using the Joule effect, electromagnetic induction and the Peltier effect, in two classes of the third grade of high school, in the classroom format. A qualitative research methodology was adopted and for data collection, questionnaires were used to survey the students' previous knowledge, which, at the end of the activities, were applied again in order to identify a possible integrative reconciliation about the content. Concept maps, reports of practical classes and the resolution of the initial and final problem-situation were also used. The results show that students' interest in the discipline increased, as well as changes in the mistaken view of some students who did not see any sense in studying Physics. Such students began to visualize it in their daily lives and affirm the importance of studying it. In this way, many evidences of significant learning were obtained in the UEPS application classes, mainly from the conceptual maps, which showed an awareness of students in relation to the conscious use of natural resources.

Keywords: meaningful learning; ueps; energy transformations; joule effect; peltier effect; electromagnetic induction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Exemplo de um mapa conceitual.....	20
Figura 2	- Modelos da plataforma Arduino.....	29
Figura 3	- Principais componentes do Arduino UNO.....	29
Figura 4	- Print da tela do software Arduino IDE.....	30
Figura 5	- Representação das linhas do campo magnético geradas por um ímã.....	35
Figura 6	- Representação da regra da mão direita.....	37
Figura 7	- Representação de um solenoide (a) sem núcleo e (b) com núcleo de ferro	38
Figura 8	- Foto de um módulo ZVS de aquecimento por indução com bobina....	41
Figura 9	- Ilustração demonstrando o efeito Seebeck.....	43
Figura 10	- Demonstração de uma pastilha Peltier.....	45
Figura 11	- Foto de uma pastilha Peltier.....	45
Figura 12	- Turma 3º A construindo um eletroímã.....	58
Figura 13	- Aquecedor feito com resistência de chuveiro.....	58
Figura 14	- Alunos realizando atividade prática sobre efeito Joule.....	59
Figura 15	- Aquecedor de água feito com pastilha Peltier.....	59
Figura 16	- Eletroímã construído por um aluno.....	60
Figura 17	- LED acesso com módulo ZVS.....	61
Figura 18	- Aquecimento por indução com módulo ZVS.....	61
Figura 19	- Resposta inicial dos alunos, questão: 2, Turma A.....	66
Figura 20	- Resposta inicial dos alunos, questão: 2, turma B.....	66
Figura 21	- Resposta final dos alunos, questão: 2, Turma A.....	67
Figura 22	- Resposta final dos alunos, questão: 2, turma B.....	67
Figura 23	- Resposta inicial dos alunos, questão: 3, Turma A.....	69
Figura 24	- Resposta inicial dos alunos, questão: 3, turma B.....	69
Figura 25	- Resposta final dos alunos, questão: 3, Turma A.....	70
Figura 26	- Resposta final dos alunos, questão: 3, turma B.....	70
Figura 27	- Nuvem de palavras dos mapas conceituais dos alunos da Turma 3ºA.....	77
Figura 28	- Nuvem de palavras dos mapas conceituais dos alunos da Turma 3ºB.....	77
Figura 29	- Mapa conceituais construído pelo aluno 2A.....	79
Figura 30	- Mapa conceituais construído pelo aluno 3A.....	80

Figura 31 - Mapa conceituais construído pelo aluno 9A.....	81
Figura 32 - Mapa conceituais construído pelo aluno 1B.....	82
Figura 33 - Mapa conceituais construído pelo aluno 3B.....	83
Figura 34 - Mapa conceituais construído pelo aluno 5B.....	84
Figura 35 - Demonstrativo da incidência dos critérios analisados nos mapas conceituas da Turma A.....	85
Figura 36 - Demonstrativo da incidência dos critérios analisados nos mapas conceituas da Turma B.....	86
Figura 37 - Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 12A.....	87
Figura 38 - Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 3A.....	87
Figura 39 - Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 5A.....	87
Figura 40 - Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 1B.....	88
Figura 41 - Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 2B.....	88
Figura 42 - Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 7B.....	88
Figura 43 - Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 9B.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição da UEPS.....	52
Quadro 2 - Competências e Habilidades – BNCC.....	57
Quadro 3 - Relatos iniciais e finais dos alunos da questão 1.....	63
Quadro 4 - Resposta inicial e final dos alunos, questão 4.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
IPQR	Inversor paralelo quase-ressonante
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativo
ZVS	Chaveamento por tensão nula (do inglês <i>Zero Voltage Switching</i>)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	TEORIAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	16
2.1	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS.....	17
2.2	Mapas Conceituais.....	19
2.3	Enfoque CTS - Ciência Tecnologia e Sociedade no Ensino de Física...	22
3	ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO DE FÍSICA.....	25
3.1	A Utilização do Arduino no Ensino de Física.....	27
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
4.1	Calorimetria.....	31
4.2	Efeito Joule.....	32
4.2.1	Resistência elétrica e potência elétrica.....	32
4.3	Eletromagnetismo.....	33
4.3.1	Campo Eletromagnético.....	34
4.3.2	Lei da Indução de Faraday.....	38
4.4	Efeito Seebeck.....	42
4.5	Efeito Peltier.....	44
4.6	Balanco Energético.....	46
5	ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....	48
5.1	Caracterização do trabalho.....	48
5.2	PROPOSTA DE ENSINO APRESENTADA COMO PRODUTO EDUCACIONAL.....	52
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS.....	56
6.1	Relato de experiência.....	56
6.2	Resultado dos questionários inicial e final.....	63
6.3	Resultado dos mapas conceituais.....	76
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
	REFERÊNCIAS.....	91
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	95

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há um grande debate acerca das mudanças que estão ocorrendo com a implementação do Novo Ensino Médio no Paraná de modo que nós, professores, precisamos continuar nos atualizando para acompanhar as transformações e não deixar que a disciplina de Física perca seu valor. Precisamos mostrar, principalmente para os nossos alunos, que essa disciplina se faz presente em nosso dia a dia e que a mesma é de suma importância para a compreensão dos fenômenos que acontecem a nossa volta.

Segundo o novo Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (2021) *apud* BNCC (BRASIL, 2018), os professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, ou seja, os professores de Física, Química e Biologia devem relacionar o aprendizado com a produção e o uso dos conhecimentos científicos, através de abordagens que valorizem a investigação e proporcionem o protagonismo nos estudantes, despertando nos mesmos responsabilidades e senso crítico investigativo. É preciso que eles consigam, ao vivenciar um problema em seu cotidiano, propor soluções para o mesmo a partir do conhecimento adquirido na escola, contribuindo assim para uma melhoria de vida em sociedade.

Na busca de formar não exatamente um cientista, mas um cidadão letrado cientificamente, essa formação proporciona não só o entendimento de fenômenos simples presentes no cotidiano, mas passa por uma visão crítica sobre a construção do conhecimento, baseada em estudos e análise de dados e informações de fontes confiáveis, até que o estudante seja capaz de compreender o processo de construção do conhecimento científico, analisar e debater situações que envolvam questões sociocientíficas, chegando a uma tomada de decisão sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade (PARANÁ, 2021, p. 351).

É importante conhecermos os novos documentos e qual o currículo que devemos seguir. Nesse sentido, este produto educacional foi construído tendo por base tanto as novas propostas para o ensino de Física como também as teorias que estão sendo aplicadas por pesquisadores durante os processos de formação continuada, mestrados, doutorados e por outros acadêmicos que comprovam, por meio de seus produtos educacionais, que essas teorias dão resultados.

Segundo Moreira (2018), a Física diz não ao senso comum, sempre buscando modelos mais adequados para explicar o Universo, desde perspectivas subatômicas

até macrocósmicas. Sendo assim, enquanto educadores devemos nos atualizar sempre e estimular nossos alunos, sobretudo por meio de situações-problemas que façam sentido para os mesmos.

Para Rosa e Batista (2021), os Programas de Pós-graduação *stricto sensu*, na modalidade profissional, tem sido de grande valia para o ensino de Física com a formação dos professores diretamente em exercício e as produções de produtos educacionais, promovendo assim além da formação dos professores cursistas, uma disseminação de conhecimentos pelas publicações das pesquisas que ficam acessíveis aos demais professores.

Levando em consideração a produção de algo que fizesse alguma diferença no ensino de Física, algo que contribuísse com os demais professores, nossa pesquisa é composta por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS, sobre transformações de energia por efeito Joule, Peltier e indução eletromagnética, além da abordagem do cálculo de balanço energético, utilizando o enfoque voltado para a Ciência, Tecnologia e Sociedade-CTS.

Nesta perspectiva, o movimento CTS possibilita ao estudante perceber a importância da tecnologia na sociedade, entendendo, assim, que ele está inserido nesta relação, ou seja, conscientizá-lo socialmente que a ciência e a tecnologia são elementos da cultura e contribuem para o exercício da cidadania, evidenciando situações significativas no processo ensino-aprendizagem, com as interações CTS. Na visão de Holman (1988), é fundamental que haja uma ênfase na cidadania ao preparar estudantes para o seu papel em uma sociedade democrática (PARANÁ, 2021, p. 399).

Fusinato (2018) menciona que para vincular a teoria e a prática nas aulas de Física com enfoque CTS é preciso que o estudante e o professor tenham o mesmo interesse, onde o professor será o mediador, que orienta as ações por ele planejadas, e os alunos têm participação efetiva nas atividades, pois, o objetivo principal da perspectiva CTS é levar os discentes a construir conhecimento, habilidades e valores para serem capazes de tomar decisões sobre questões científicas e tecnológicas que colaborem de forma positiva com o seu ambiente social.

A partir dessas considerações, escolhemos desenvolver uma UEPS como produto educacional pela sua forma organizada de elaboração para uma sequência de ensino, seguindo os oito passos que foram descritos por Moreira (2011b), o qual

cita que essa proposta foi fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Nesse contexto, o presente trabalho está organizado em sete capítulos, sendo o primeiro capítulo a referida introdução e o segundo capítulo constituindo-se de uma breve apresentação sobre as teorias de aprendizagem significativa, abrangendo a UEPS, os mapas conceituais e enfoque CTS no ensino de Física.

No terceiro capítulo descrevemos sobre a atividade experimental no ensino de Física, destacando o quão importante essas práticas são para que a disciplina se torne atrativa e melhor compreendida pelos discentes. Ainda no mesmo capítulo retratamos sobre a utilização do Arduino em nossas aulas.

O quarto capítulo é composto pela fundamentação teórica de Física, onde fazemos um resumo sobre calorimetria, efeito Joule, resistência e potência elétrica, eletromagnetismo, campo eletromagnético, Lei de Indução de Faraday, processos de aquecimento indutivo, módulo ZVS, efeito Seebeck, efeito Peltier e balanço energético, conceitos necessários para a aplicação do nosso produto educacional e que servem de apoio para o professor que quiser replicar nossa proposta.

No quinto capítulo é apresentado o encaminhamento metodológico. Descrevemos detalhes sobre a implementação do nosso produto educacional, as características do ambiente no qual o trabalho foi aplicado e versamos sobre a proposta de ensino apresentada.

O sexto capítulo constitui-se das análises e discussões dos dados coletados durante a aplicação do produto educacional, relatando com detalhes a experiência que vivemos e mostrando o resultado que obtivemos com esta pesquisa.

O sétimo e derradeiro capítulo traz as considerações finais, sendo o momento em que concluímos o trabalho e apresentamos as referências utilizadas juntamente com os apêndices (espaço no qual se encontra o nosso Produto Educacional na íntegra).

2 TEORIAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

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.

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por Ausubel (1982). Postula que a aprendizagem toma significado a partir do momento em que se valoriza os conhecimentos prévios do aluno, e, a partir disso, estimula-se o discente à construção de estruturas mentais que irão tornar a aprendizagem de maior significância para ele. Dessa forma, a aprendizagem deve ser baseada na interação entre os conhecimentos prévios (aqueles que o aluno já possui) e os conhecimentos novos (aqueles que ele aprende no ambiente escolar) (MOREIRA, 2011a).

Essa corrente teórica data da década de 60, quando David Ausubel apontou como principal fator de aprendizagem a valorização dos conhecimentos prévios do aluno, para daí, então, partir-se para os conhecimentos específicos a serem incorporados às estruturas mentais. A partir do momento que o aluno tem seus conhecimentos iniciais e prévios valorizados e utilizados como base para os demais conteúdos, a aprendizagem passa a ter significado para o aluno, e então ele aprende de fato. Esse conhecimento prévio é chamado por Ausubel de subsunçor (AUSUBEL, 1982).

Conforme a teoria ausubeliana, quando o conteúdo a ser ensinado na escola não estabelece relações com os conteúdos subsunçores, a aprendizagem não obtém significado e passa a ser uma aprendizagem mecânica, de decoração e memorização de conceitos e fórmulas. Corrobora com essa teoria as postulações de Freire (2008), quando o mesmo versa acerca da educação bancária, que é aquela onde os conhecimentos são depositados no aluno, não possuindo significado algum. Com isso, um plano de estudo que não prioriza as sabedorias prévias não pode ser chamado de significativo, pois os conteúdos, conceitos tornam-se repetitivos e arbitrários, sem nenhuma conexão com as estruturas cognitivas do aluno (MOREIRA, 2011a).

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).

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.

Segundo Ausubel, Novak e 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.

2.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

A UEPS foi proposta por Marco Antonio Moreira, o qual destaca que: “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” (MOREIRA, 2011b, p.02).

A UEPS é uma forma organizada de planejamento das aulas. Para elaboração da mesma, basta seguir os oito passos descritos por Moreira, que são:

- 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 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.

Segundo Moreira (2011b) o objetivo da UEPS é desenvolver uma proposta que facilite a aprendizagem significativa, fazendo uma ligação entre o que o aluno já conhece, ou seja, os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos adquiridos, pois só há ensino quando a aprendizagem tem significado para o aluno. Para isso ocorrer, é necessário que o ensino tenha ligação com o meio em que o estudante vive, o qual deve ter interesse em aprender, e o material utilizado pelo professor precisar ser potencialmente significativo.

A UEPS foi elaborada utilizando como referencial teórico:

Marco teórico: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000), em visões clássicas e contemporâneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira e Masini, 1982, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009), as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981), a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987), a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira (2005) (MOREIRA, 2011b, p. 2).

Em todas as etapas da UEPS, segundo Moreira (2011b), é de suma importância que os materiais e as atividades utilizadas sejam diversificadas, e o questionamento, o diálogo e a crítica sejam instigados durante as aulas. Os alunos devem ser vistos como os principais impulsionadores de sua aprendizagem, onde a colaboração entre os alunos e entre alunos e professores deve ser incentivada, sendo necessário buscar evidências do conhecimento prévio dos alunos e indicativos que tenha ocorrido um aprendizado significativo, utilizando sempre situações que façam sentido para os mesmos.

2.2 Mapas Conceituais

Segundo Moreira (2010), os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumentos de avaliação, sendo 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

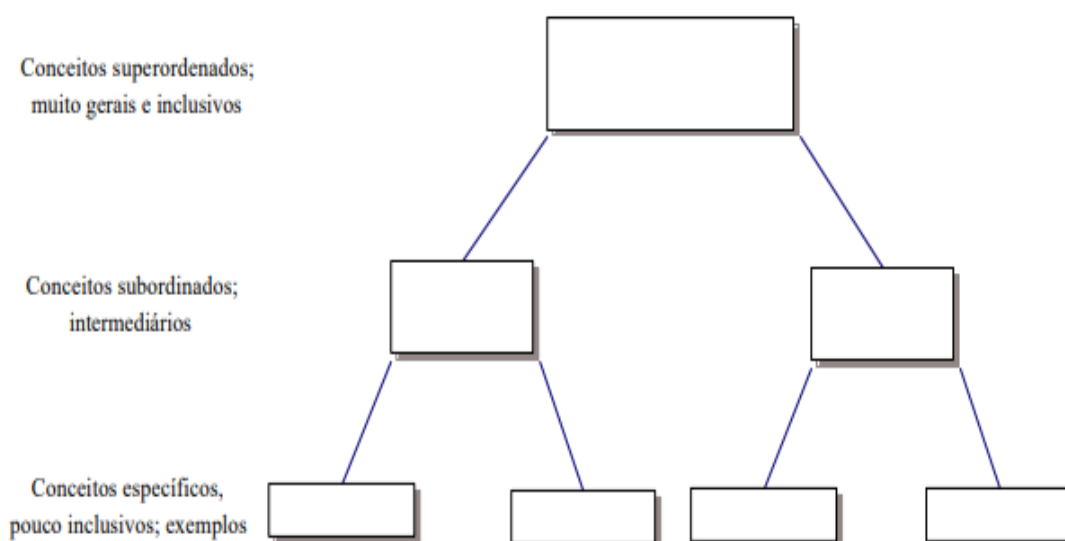
resolver problemas com múltiplas possibilidades, sendo uma ferramenta significativa para que ocorra a aprendizagem no ensino de Física.

Novak e Gowin (1996) 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 cria a metodologia dos mapas conceituais por volta da década de 1970, e conforme versa Moreira:

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 (MOREIRA, 2006, p. 9).

Consideramos o mapa conceitual uma ferramenta metodológica eficaz, pois possui 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 (Figura 1). Os termos passam a ser ligados em forma de um esquema, que utilizam conceitos, relações e uma questão focal (NOVAK; GOWIN, 1996).

Figura 1 - 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 a 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).

O novo Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (2021), sugere a utilização dos mapas conceituais como um dos recursos didáticos, uma avaliação diagnóstica identificando os conhecimentos prévios dos estudantes, ou seja, a teoria da aprendizagem significativa com o propósito de alicerçar o aprendizado na estrutura cognitiva já existente. Sendo assim, faz-se necessário lançar mão de avaliações que não apenas verificam aspectos do conhecimento enfatizando provas escritas onde aplicações de fórmulas e equações são fundamentais. Diversificando os instrumentos utilizados no processo de ensino, o desenvolvimento das habilidades é melhor aproveitado tanto pelos discentes como também pelos docentes.

Segundo Moreira (2010, p. 01): “De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos”. Os mapas conceituais, embora incluam setas e possuam uma hierarquia na sua organização, não devem ser confundidos com organogramas, pois, não são sequências organizacionais ou de poder, mas sim de conceitos, significados e relações significativas. O que também diferencia os mapas conceituais dos mapas mentais é que os mapas mentais são mais livres, não sendo preciso incluir só conceitos, tampouco se preocupam em os relacionar ou verificar se estão organizados hierarquicamente.

Com base nas relações apresentadas entre os conceitos e na medida que diferem em grau inclusão e generalização, os mapas conceituais apresentam uma organização das ideias mostrando elementos consistentes da aprendizagem, promovendo a retenção e visão integrada dos assuntos estudados. De certa forma, favorecem o processo em que o estudante reconhece novas relações entre conceitos, que antes eram vistos isoladamente (BATISTA; GOMES, 2021, p. 258).

Para realizar uma análise nos mapas conceituais dos estudantes, atribuindo assim até uma nota aos mesmos, o professor pode se referenciar em alguns critérios citados por Novak e Gowin (1996 *apud* BATISTA; GOMES, 2021), que são: se os conceitos estão corretos e organizados hierarquicamente, se foram inseridos gradativamente do mais amplo ao mais específico, se ocorreu uma diferenciação progressiva, se houve uma relação entre o conhecimento prévio e os novos conhecimentos adquiridos chamada de reconciliação integradora, se houve citação de exemplos coerentes e que demonstrem aplicabilidade dos conceitos estudados. Também pode ser avaliado nos mapas se ocorreram só ligações simples entre os conceitos ou se também houve ligações cruzadas, que relacionam duas ou mais hierarquias.

Os Mapas conceituais podem ser utilizados em sala de aula como recurso de aprendizagem com diversas finalidades: na forma de avaliação, para estudo individual ou coletivo, para uma apresentação de um trabalho em forma de seminário, para resumo de artigos, livros, textos e até após uma aula experimental no laboratório. Além disso, Moreira (2010) cita que o mapa é uma importante ferramenta para planejar o currículo, estabelecendo ligação entre o conceito prévio do aluno e o novo conceito que se pretende ensinar.

2.3 Enfoque CTS - Ciência Tecnologia e Sociedade no Ensino de Física

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 compreenderem 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 ciência e 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).

De acordo com o novo Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná:

O ensino de ciências na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que encontra respaldo nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), a fim de articular as dimensões da ciência, da tecnologia, da cultura e do trabalho como suporte para o desenvolvimento curricular, está diretamente ligado com a aptidão de compreender o mundo, as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade na resolução de problemas e tomada de decisões, ao analisar a que riscos a sociedade é exposta, partindo da suposição de uma tecnologia, podendo, a partir dessas considerações, agir criticamente na comunidade em que está inserido (PARANÁ, 2021, p. 350).

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.

3 ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO DE FÍSICA

O saber científico pode ser apresentado aos alunos de diversas maneiras, seja por meio de aportes teóricos, experiências e vivências de campo, ou ainda pela atividade experimental. A utilização da atividade experimental como ferramenta de ensino e aprendizagem ganhou maior enfoque no século XX, mais especificamente nas décadas de 60 e 70. No entanto, as técnicas de experimentação remontam de muitos anos antes. Galileu Galilei, por exemplo, fez diversos experimentos que permitiram a compreensão de que o Sol seria o centro do universo, e não a Terra como pensavam na época. Por meio da aprendizagem prática dos saberes científicos, é possível que o aluno compreenda os fenômenos e assimile-os, compreendendo assim a realidade que o cerca (VIEIRA, 2021).

Conforme versam as teorias de Ausubel acerca da aprendizagem significativa, o aluno irá reter aqueles conhecimentos que lhe façam sentido, que lhe tragam algum conhecimento passível de se praticar ou vivenciar, e que ele irá utilizar em seu cotidiano. Uma aprendizagem torna-se significativa quando valoriza os conhecimentos prévios do aluno interagindo com os novos conhecimentos. De acordo com Moreira (2010), a aprendizagem significativa é caracterizada

[...] pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não-litera e não-arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade (MOREIRA, 2010, p. 4).

A disciplina de Física, preconizada nas séries finais da Educação Básica, objetiva, além de ensinar como os fenômenos naturais ocorrem, instruir o aluno a pensar criticamente acerca de como o ser humano faz uso da natureza, como a tecnologia influencia nesses fenômenos, bem como os impactos ambientais atrelados a cada caso. O Referencial Curricular para o Ensino Médio versa que o ensino de Física deve ir além dos conceitos teóricos, devendo também os contextualizar com a prática (PARANÁ, 2021).

Gil-Perez (2005) preconiza que, na escola, o ensino/aprendizagem de Física e das demais Ciências da natureza podem ser feitas por meio de três abordagens metodológicas de experimentação: demonstrativa, de verificação e investigativa. A

metodologia demonstrativa tem por objetivo mostrar aos alunos, por meio de demonstrações, os conceitos teóricos aprendidos em sala, e devem ser propostos sempre que o contexto escolar não dispor de muitos materiais, recursos, tempo ou espaço (AVELAR *et al.*, 2018).

Já as metodologias de verificação são aquelas que têm o objetivo de verificar ou afirmar alguma Lei ou teoria apresentada anteriormente, fazendo com que os alunos possam observar os fenômenos científicos articulando teoria e prática. O método de experimentação investigativo é aquele que visa a elaborar o projeto e identificar algum fenômeno, a fim de resolver algum questionamento. Para Gil-Perez (2005), esse método requer do estudante a reflexão e a capacidade de tomar decisões, chegando a uma possível solução.

As atividades experimentais são uma maneira de estimular o aluno a ter uma aprendizagem mais significativa, o que traz um imenso benefício para a aprendizagem, que no ensino da Física tem o objetivo de trazer os conceitos teóricos para o cotidiano do aluno, visando a demonstrá-los por meio de experimentos práticos. Dessa forma a aprendizagem do aluno torna-se mais efetiva, fazendo com que por meio da experimentação o aluno compreenda as Leis e princípios da Física (AVELAR *et al.*, 2018).

Conforme o Referencial Curricular do Ensino Médio do estado do Paraná, o ensino da disciplina de Física perpassa os limites do acúmulo de conhecimento. Ela vai além da sala de aula, visando a adentrar os conhecimentos específicos e cotidianos do aluno, fazendo com que os fenômenos sejam investigados e compreendidos. E o professor deve estar preparado para essas investigações.

Por exemplo, ao se trabalhar o conceito de força, não é suficiente trazer a linguagem matemática, expondo a equação simplificada da segunda lei de Newton, dizendo que a força é o resultado do produto entre massa e aceleração. É preciso que exista uma representação do conceito de força que, apesar de presente no cotidiano do estudante, é muito abstrato. Para isso, é preciso utilizar de outros conhecimentos para que ele seja entendido. Usar da variação na quantidade de movimento do corpo é uma boa alternativa para resolver esse problema. O estudante, ao receber a informação do novo conhecimento, precisa estabelecer conexões com a realidade [...] (PARANÁ, 2021, p. 403).

A maneira mais efetiva de ensinar a Física no Ensino Médio sempre será aquela na qual o professor utiliza metodologias que valorizam o conhecimento prévio do aluno e que envolva, relacionem esses conhecimentos com os novos conceitos. Os conteúdos que abordam temas que fazem parte da realidade do sujeito possuem menores chances de que o aluno esqueça dos mesmos. Nesses contextos, a tecnologia tem um papel muito importante, podendo auxiliar os alunos que já vivem nessa realidade tecnológica a pensar a Física e as demais Ciências como parte integrante do seu cotidiano (ROSA; ROSA, 2005).

Conforme versam Rosa e Rosa (2005), a ação do professor em utilizar atividades práticas ou experimentais, além de facilitar a aprendizagem do aluno estabelece uma relação entre conteúdo e cotidiano. No entanto, a decisão de optar pelas atividades experimentais é totalmente do professor, que irá elaborar o seu plano de trabalho docente e decidir em quais momentos as atividades práticas deverão ser inseridas. Todavia, na realidade escolar, ao analisar a prática docente a realidade diverge um pouco dos manuais. O tempo destinado à disciplina normalmente não é muito extenso, o que faz as aulas permanecerem centradas na teoria e na resolução de exercícios, restando para as atividades práticas poucos momentos durante a aula.

Segundo Ataiades (2020), a experimentação, quando bem planejada e trabalhada, faz com que o estudante interaja mais nas aulas, tornando-o corresponsável pela sua aprendizagem, o que leva assim a uma aprendizagem significativa.

Mediante esse recorte teórico, os desafios que os professores encontram nas escolas públicas para trabalhar com aulas práticas em Ciências e especificamente em Física são muitos, mas as vantagens de se associar a teoria com a prática superam todo o trabalho que se tem para planejar e organizar tais aulas.

3.1 A Utilização do Arduino no Ensino de Física

A tecnologia faz parte do nosso dia a dia e do nosso contexto escolar, não sendo possível ignorar esse fato. Muitos estudantes, desde pequenos, já têm acesso a um celular. Segundo Campos (2019), os recursos computacionais começaram a ser inserido nas escolas brasileiras por volta de 1990, com as salas de informática. Hoje já estão implementados no novo currículo do Ensino Médio, que no estado do Paraná

começou com as primeiras séries no ano de 2022 tendo em sua grade a disciplina de pensamento computacional, além dos projetos de robóticas ofertado por alguns colégios que receberam kit com Arduino, sem falar nas turmas de cursos Técnicos voltadas para informática que já existem há alguns anos.

Diante do exposto, a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação-TDIC, nas aulas de Física, acabam fazendo-se necessárias, pois, além de acompanhar as mudanças que ocorrem, também aumentam o interesse dos alunos pelas aulas.

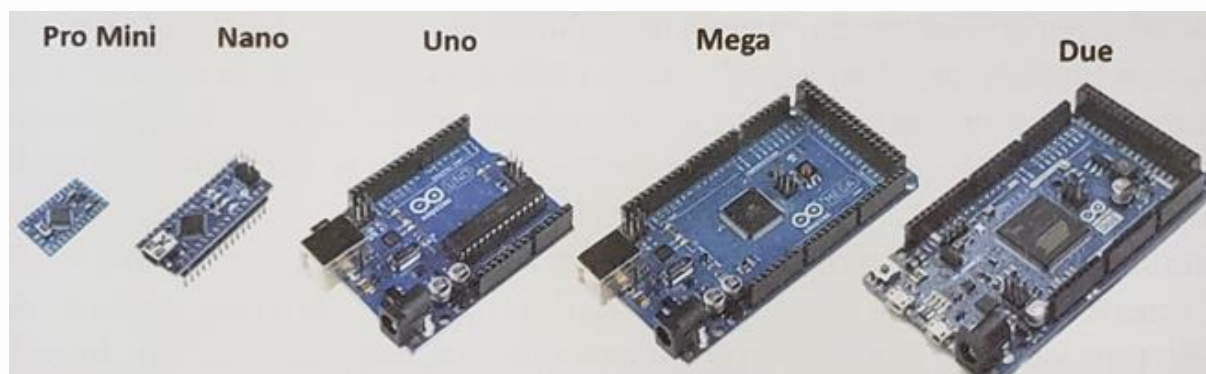
As TDIC podem ser utilizadas de diversas formas como ferramentas de aprendizagem. Algumas dessas ferramentas a citar são os simuladores, óculos de realidade virtual, sistemas diversos criados com Arduino como medidor de campo magnético, medidor de tensão, semáforos para calcular a velocidade média dos carros em uma avenida e o tempo de sinal verde dos mesmos, entre muitas outras abordagens que podem ser feitas utilizando o Arduino e outros aplicativos para celular ou computadores.

Neste capítulo vamos focar mais na utilização do Arduino no ensino de Física, que segundo Ataidés (2020):

O Arduino, enquanto tecnologia apresenta uma infinidade de opções para o professor usar em sala. A robótica educacional é um campo que cresce, atraindo a atenção dos estudantes para uma nova visão da educação e sobretudo uma nova forma de aprender, e colocar em prática os conteúdos (ATAIDÉS, 2020, p. 80).

Segundo Lana (2018), Ataidés (2020) e Arduino (2020), o Arduino é uma plataforma de computação de código aberto, com um microcontrolador que possui diversas capacidades de executar tarefas fundamentada em *hardware* e *software*. O sistema é fácil de ser utilizado, bastando ter um pouco de conhecimento sobre programação, sendo considerado de baixo custo. Na Figura 2, podemos observar alguns modelos de Arduino.

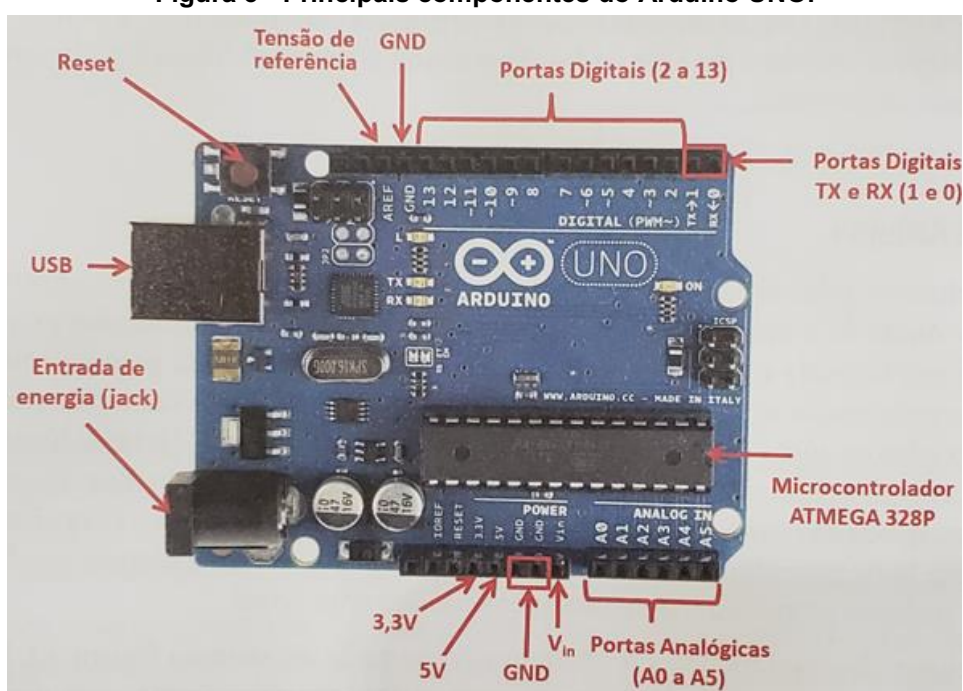
Figura 2 - Modelos da plataforma Arduino.



Fonte: Lana (2018 p. 53).

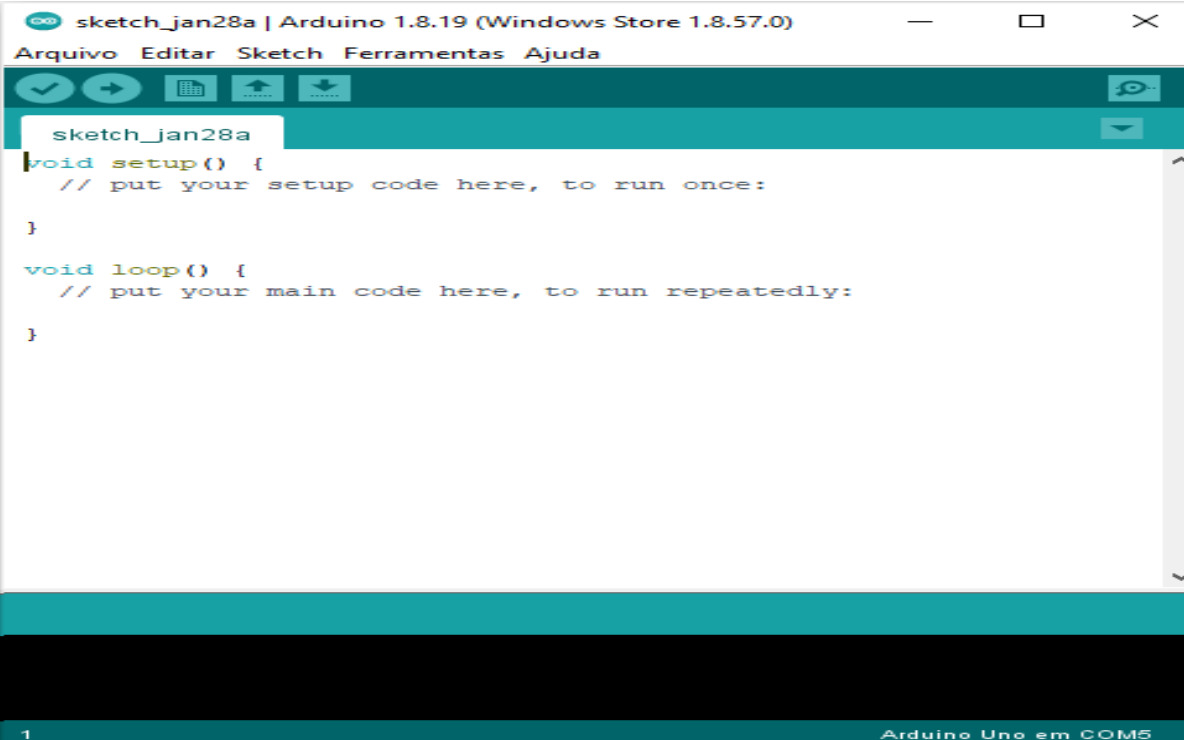
Basicamente o que difere um modelo de Arduino do outro é o tamanho, quantidade de portas, força de processamento e capacidade de armazenamento de dados. Nos projetos escolares o modelo mais utilizado é o UNO, o qual tem seus principais componentes descritos na Figura 3.

Figura 3 - Principais componentes do Arduino UNO.



Fonte: Lana (2018 p. 54).

Para programar o Arduino podemos utilizar o “Ambiente de Desenvolvimento Integrado IDE”, conforme apresentado na Figura 4: um editor de texto que auxilia na criação de código de *software* e automatiza tarefas simples e repetíveis.

Figura 4 - Print da tela do *software* Arduino IDE.

```
sketch_jan28a | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sketch_jan28a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

1 Arduino Uno em COM5
```

Fonte: Autoria própria (2022).

Na disciplina de Física o Arduino pode ser utilizado para demonstrar circuitos dos mais simples aos mais complexos, como a citar a função dos resistores e dos capacitores, além dos diversos sistemas que podem ser feitos para medir tensão, campo magnético, resistência, entre outras inúmeras opções paltadas na utilização de sensores específicos. Além de ajudar na aprendizagem do conceito físico, tal ferramenta ajuda na interação dos alunos entre si e propiciam o desenvolvimento da criatividade dos mesmos.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 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 eles ficarão com a mesma temperatura, ou seja, atingirão o equilíbrio térmico, não havendo mais 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:

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

Onde:

Q = quantidade de calor sensível (J)

m = massa do corpo (kg)

c = calor específico (J/kg.K)

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

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 cal/g.°C.

4.2 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 atravessa uma seção transversal de um condutor em um dado intervalo de tempo (Δt) (BATISTA; SCHIAVON; BATISTA, 2018).

Assim:

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

4.2.1 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 a mesma 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.

4.3 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-se 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).

4.3.1 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 atravessam 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 essa 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 desse 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.

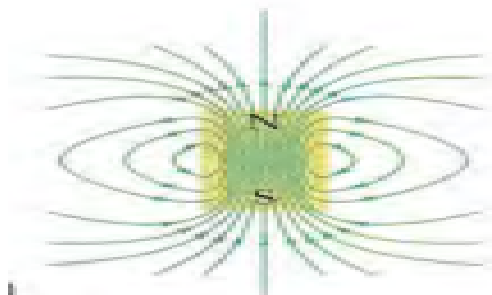
Por isso, quando falamos de um ímã, na verdade estamos fazendo nada menos do que selecionando um material no qual o momento de dipolo magnético resultante¹ seja não nulo, e ainda que esse possa ser orientado e assim permaneça,

¹ Ou seja, a soma dos campos magnéticos orbital e de rotação.

sem que a temperatura do material desordene tal alinhamento. Tais materiais, os ímãs permanentes, são denominados ferromagnéticos.

Na Figura 5 é possível observar as linhas geradas por um ímã.

Figura 5 - 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 $\text{sen}(\phi)$

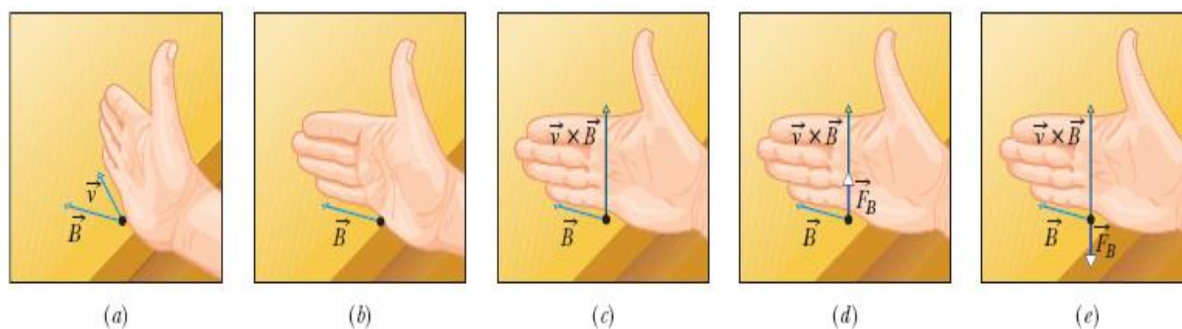
$$F_B = |q| v B \text{sen}(\phi)$$

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 6.

Figura 6: 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:

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

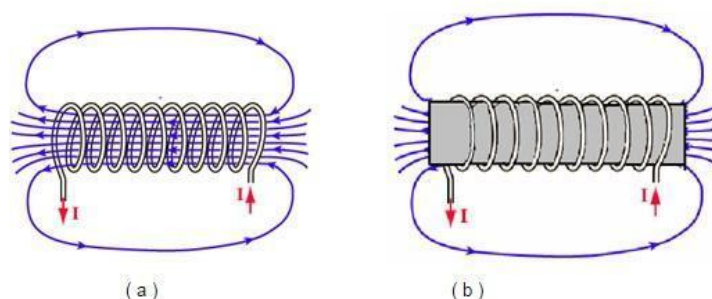
Onde ϕ é o ângulo formado entre o segmento de fio L e o campo magnético B . Se o Campo magnético (\vec{B}) for perpendicular ao fio, temos $\text{sen}(90^\circ) = 1$, podendo escrever uma forma generalizada da equação, bem como foi feito para a partícula se movendo sob a influência de um campo magnético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

$$F_B = i L B$$

4.3.2 Lei da Indução de Faraday

Com 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 (Figura 7a), ou seja, somente as espiras, ou com um núcleo de ferro no meio desse (Figura 7b).

Figura 7 - Representação de um solenoide (a) sem núcleo e (b) com núcleo de ferro.



Fonte: Eletronica24h (2021).²

²ELETRONICA24H.

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.

$$B = \mu_0 i n$$

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, é 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).

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

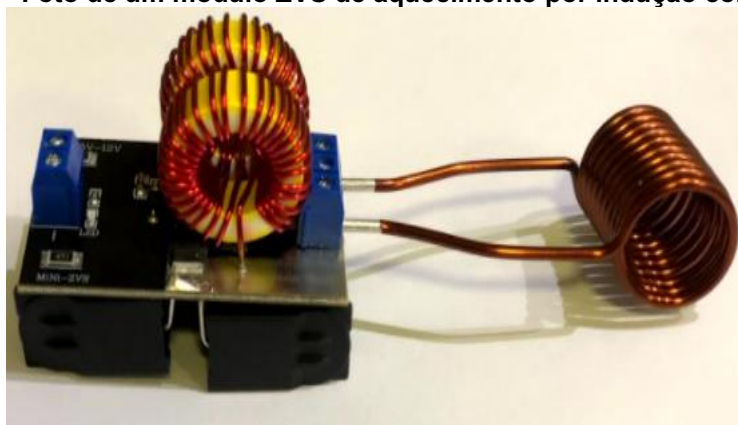
Podendo tal fenômeno ser observado no funcionamento de um gerador elétrico no qual, fazendo uso do fenômeno da indução, somos capazes de produzir energia elétrica.

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 8 temos a imagem de um módulo ZVS de aquecimento por indução com uma bobina.

Figura 8 - Foto de um módulo ZVS de aquecimento por indução com bobina.



Fonte: Aatoria própria (2021).

Módulo ZVS

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.

Segundo Danguí (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, levando à obtenção de uma maior densidade de energia e redução do tamanho físico em componentes magnéticos e capacitivos.

No módulo ZVS, assim como nos fogões de indução, utiliza-se a topologia de Inversor paralelo quase-ressonante (IPQR), a qual é muito utilizado por ser composto de um único interruptor, que serve para regular a potência da operação. No caso do módulo ZVS, o capacitor é conectado entre a bobina e a placa, sistema denominado de tanque ressonante, pois, a cada ciclo de operação, armazena uma determinada quantidade de energia, transferindo-a de um componente para o outro e provocando oscilações de corrente através da bobina, gerando campo magnético alternado. A bobina pode ser associada em série ou paralelo com o capacitor (DANGUI, 2019).

No circuito em série, o tanque ressonante se comporta como uma fonte de corrente e nesse caso o inversor de frequência utilizado é alimentado por tensão contínua. Por outro lado, no caso da conexão em paralelo, o tanque se comporta como uma fonte de tensão e os inversores usados são alimentados por corrente contínua. Além disso, na configuração em série, devido ao capacitor ressonante, circulam na bobina apenas as componentes alternadas da corrente I_T que, por conseguinte, possui valor médio nulo. Em contraste, para a configuração em paralelo circulam tanto as componentes alternadas quanto a componente contínua, e, dessa forma, a corrente que circula através da bobina possui valor médio não nulo (SEGURA, 2012 *apud* DANGUI, 2019, p. 55 e 56).

A potência do módulo ZVS é medida pelo tempo que o interruptor fica ativo. Quanto maior esse tempo, maior a corrente que passa pela bobina e maior a temperatura no seu interior. Deve-se respeitar a corrente máxima suportada por cada módulo, pois essas especificações são determinadas pelos fabricantes. Para controlar a corrente, pode-se utilizar sistemas reguladores de tensão acoplados ao módulo.

4.4 Efeito Seebeck

O efeito Seebeck, ilustrado na Figura 9, 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 termoelétricos para transformar energia térmica em energia elétrica (BORGES, 2012).

Figura 9 – 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:

$$\alpha = \frac{\Delta V}{T_2 - T_1}$$

α - Coeficiente de Seebeck (V/K)

ΔV = Tensão elétrica gerada pela diferença da temperatura (V)

$T_2 - T_1$ = Temperaturas às quais os metais foram submetidos (K)

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.

4.5 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 representando 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:

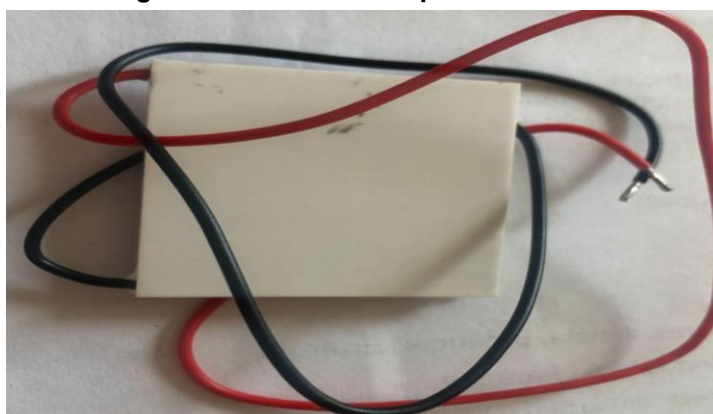
Quando um circuito contendo duas junções, inicialmente à mesma temperatura, é percorrido por uma corrente, em decorrência da conexão de uma fonte externa, ocorre o aquecimento de uma junção e o resfriamento da outra [...]. O circuito efetivamente bombeia o calor de uma junção para a outra (BEGA *et al.*, 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, o que é demonstrado na Figura 10, enquanto que na Figura 11 é apresentada a foto de uma pastilha de Peltier.



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

Figura 11 - Foto de uma pastilha Peltier.



Fonte: Autoria própria (2021).

As pastilhas termoelétricas Peltier são compostas por duas chapas de materiais isolantes (cerâmica), duas malhas de material condutores (cobre), e entre eles diversos pares de semicondutores ligados a uma fonte de corrente contínua que transformam a energia elétrica em térmica, onde, de um lado a chapa se aquece absorvendo calor da outra chapa que se resfria. É muito utilizado nos bebedouros, ar-

condicionado, 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 (OLIVEIRA; LEISMANN; SANTIN, 2021).

É possível elencar modelos de aplicabilidade didática em conceitos da Física para alunos de Ensino Médio que envolvam as Leis da Termodinâmica, Termologia, Óptica, Sistema Solar e Termoeletricidade. No entanto, sabe-se que os usos da pastilha Peltier em conteúdos didáticos abarca infinitas possibilidades. O efeito Peltier, a princípio, pode parecer complexo, mas a partir da exemplificação prática ele é melhor compreendido e torna-se acessível aos alunos.

4.6 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).

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). De acordo com Koretsky (2007) *apud* Batista e Prevideli (2015), devemos considerar algumas modalidades de energia envolvidas como: Energia Potencial (P), Energia Cinética (K), Energia Interna (U), Calor (Q), e também algumas grandezas: Entalpia (H), a qual mede a máxima energia de um sistema termodinâmico e Trabalho (W).

Podendo ser enunciada da seguinte forma:

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

Ou

$$\Delta U = \Delta Q - \Delta W$$

Onde:

U_{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.

Balanço energético é o quanto de trabalho um sistema pode realizar utilizando uma determinada quantidade de energia. De acordo com Batista e Prevideli (2015, p. 12): “A energia pode ser transferida para um sistema de três maneiras: fluxo de massa, calor ou trabalho. Para energia em forma de calor, deve ser considerada se há mudança de estado físico do fluido”. Quando o fluido recebe calor Q é considerado positivo, e quando transfere calor negativo.

5 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

5.1 Caracterização do trabalho

Nosso trabalho foi implementado no município de Pitanga, cidade localizada na região central do Estado do Paraná, no Colégio Estadual Cívico Militar D. Pedro I, o qual possui um mil e quarenta e oito (1048) matrículas, dezoito (18) turmas de Ensino Fundamental, sendo nove (9) no turno matutino e nove (9) no turno vespertino. Também dez (10) turmas de Ensino Médio, sendo seis (6) turmas no período matutino e quatro (4) no período vespertino.

As aulas no período matutino ocorrem das sete horas da manhã até as doze horas e no período vespertino das treze horas as dezoito horas, divididas em seis aulas por turno no dia. Mesmo existindo uma grade diferenciada por se tratar de um Colégio Cívico Militar, a disciplina de Física continua apenas com duas aulas semanais.

Aplicamos o produto nas aulas de Física, no mês de outubro e novembro de 2021, apesar de ainda estarmos sob uma demanda diferenciada, visto a pandemia causada pelo COVID-19. Nesse período, embora os alunos já estivessem participando das aulas de forma presencial, o problema foi ter a participação total dos alunos em todas as aulas. Após quase dois anos estudando em casa, alguns estudantes arrumaram empregos, outros ajudavam as famílias cuidando dos irmãos menores para os pais poderem trabalhar, dentre outros fatores. Dessa forma, resolvemos realizar a pesquisa nos dois terceiros anos do Ensino Médio do período matutino, os quais nominaremos de 3º A e 3º B. Usamos dois critérios de exclusão para selecionar os alunos para análise de dados. O primeiro critério foi o de que os alunos tivessem participado de no mínimo 80% das aulas, ou seja, das 12 (doze) aulas, terem participado de no mínimo 10 (dez) aulas, e o segundo critério foi o de terem realizado e entregue as 6 atividades propostas.

O 3ºA tem 31 alunos matriculados. Desses, 11 foram excluídos pela ausência em mais de 20% das aulas e 7 por não terem entregue todas as atividades. Logo, analisaremos as atividades de 13 alunos dessa turma, nominando-os de Aluno 1A, Aluno 2A, até Aluno 13A, para preservarmos as identidades dos mesmos.

O 3ºB tem 29 alunos matriculados, mas 6 desses são desistentes, 10 foram excluídos pela ausência em mais de 20% das aulas e 3 por não terem entregue todas as atividades. Com isso, analisaremos as atividades de 10 alunos dessa turma, nominando-os de Aluno 1B, Aluno 2B, até Aluno 10B, para preservarmos as identidades dos mesmos.

Os dados coletados foram descritos e interpretados a luz da pesquisa qualitativa. Segundo Dourado e Ribeiro (2021), esse método ajuda a compreender as diferenças entre as opiniões derivadas de escuta e de dados coletados através de questionários detalhados durante o processo da pesquisa. Além disso, novos problemas podem surgir no decorrer da aplicação das atividades com o grupo, levando até mesmo a novos objetivos e definições.

Uma dimensão que não deve ser abstraída quando da realização da pesquisa qualitativa é que ela inclui a subjetividade do pesquisador, expressa na escolha do tema, dos entrevistados, no roteiro de perguntas, na bibliografia consultada e na análise do material coletado. Nesse tipo de pesquisa, a preocupação não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão da situação de pesquisa escolhida. É importante considerar, também, que o sonho da produção de um conhecimento neutro é inalcançável nas pesquisas qualitativas que tendem a criar entre pesquisadores e pesquisados uma parceria ancorada na empatia gerada pelo convívio muitas vezes cotidiano que só se estabelecem quando há confiança mútua (DOURADO; RIBEIRO, 2021, p. 18).

Conforme Viera (2021), a pesquisa qualitativa pode ser definida como uma intervenção em pequena escala no mundo real, demonstrando o impacto da intervenção. A ação depende da situação, pois está relacionada ao diagnóstico do problema, tentar resolvê-lo nesse contexto. Sendo assim, nossa pesquisa é do tipo translacional, uma vez que visa a descrever a situação de ensino do grupo envolvido, aprendendo com a aplicação do produto educacional em sala de aula.

Neste enfoque qualitativo, nossos dados foram levantados com base em questionário inicial, final e construção de mapas conceituais. O estudo foi baseado nas teorias da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (1918-2008), Joseph D. Novak e Marco Antonio Moreira. O produto educacional foi construído apoiado em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, seguindo os 8 (oito) passos descritos por Moreira (2011b), sendo que esses oito passos foram distribuídos em 12 (doze) aulas de 50 (cinquenta) minutos cada.

Fica evidente, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), que a divisão em unidades significativas aumenta a capacidade do aluno em reter informações, que o estudante tem que querer aprender e que o material deve ser potencialmente significativo. Esses fatores formam um conjunto para que ocorra uma aprendizagem significativa.

Com os vídeos de curta duração passados para os alunos, foi articulado o assunto com enfoque CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), para conscientizar os mesmos em relação ao gasto de energia elétrica, a preocupação e os cuidados que devemos ter com o meio ambiente, visto que segundo a ONU (Organização das Nações Unidas) a escassez de água vem se agravando muito nos últimos anos.

O ensino e aprendizagem serão possíveis, se o aprendiz estiver inserido nas ações propostas para esse fim numa parceria com seu professor atuando como orientador e intermediário nas ações planejadas. Desta forma torna-se possível relacionar a parte teórica e a parte prática com as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), buscando sempre a participação efetiva do aprendiz nas atividades propostas (FUSINATO, 2018).

Na primeira e segunda partes da UEPS, foi usada uma hora/aula, na qual comentamos brevemente os assuntos que iríamos tratar, passando um vídeo que mostra como o uso incorreto dos equipamentos eletroeletrônicos pode acarretar em um maior gasto de energia elétrica. Esse vídeo serviu como um organizador prévio para o subsunçor. Ainda aplicamos um questionário para auxiliar no levantamento dos conhecimentos prévios.

Para Fontana e Rosa (2021) os questionários podem ser usados como recurso para levantamento de dados, pois nos permitem pesquisar e nos fornecem um conjunto de análise que podem esclarecer e levar à compreensão de determinados fenômenos.

Na terceira parte da UEPS, aconteceu a preposição de uma situação-problema inicial e, na quarta etapa, foi feita a apresentação progressiva dos conceitos, utilizando três hora/aulas para a realização dessas duas etapas. Aqui, após assistirem a um vídeo da turma do Instituto Alexa, que fazem cálculos sobre gasto de energia em um banho, os alunos resolveram uma situação-problema inicial sobre gasto de energia e, após resolverem esse problema, foi feita uma exposição inicial dos conceitos sobre efeito Joule, efeito Seebeck, efeito Peltier e indução eletromagnética

para os alunos de uma forma básica, utilizando slides. Já para uma abordagem maior dos conceitos os estudantes resolveram coletivamente exercícios sobre cálculos de balanço energético.

Na etapa cinco da UEPS, onde foi proposta a retomada dos conceitos e apresentação desses em um nível mais elevado, utilizamos três horas/aulas. Nesse momento realizamos as atividades práticas: em uma aula fizemos os cálculos do balanço energético aplicando o efeito Joule e fizemos o aquecimento de água utilizando uma resistência de chuveiro. Em outra aula repetimos os mesmos cálculos, mas agora aplicando o efeito Peltier, utilizando um aquecedor feito com a pastilha Peltier e na terceira aula prática, para demonstrar que uma corrente elétrica percorrendo um fio condutor da origem a um campo magnético ao seu redor, contraímos um eletroímã. Com o módulo ZVS, chaves de fendas e um sistema de medida de corrente elétrica construído com Arduino os alunos puderam observar que quanto maior a espessura da chave ou quanto mais a chave de fenda era introduzida no interior da bobina acoplada ao módulo ZVS, maior a corrente elétrica que atravessa o módulo.

Na sexta parte da UEPS, utilizamos duas horas/aulas nas quais foram comentados brevemente os conceitos tratados nas aulas anteriores. Resolvemos exercícios envolvendo balanço energético e aplicamos uma nova situação-problema de nível mais complexo, promovendo a diferenciação progressiva e ao mesmo tempo a reconciliação integradora em relação aos conceitos estudados, exemplificando aplicações sobre os efeitos Joule, de indução e Peltier no cotidiano. Nessa etapa também passamos um vídeo de sete minutos, da Eletrosul, com dicas de como poupar energia elétrica.

Na sétima parte da UEPS foram utilizadas duas horas/aulas. Nessa etapa aplicamos uma avaliação final, ensinando ainda para os alunos o que é um mapa conceitual e como fazê-lo. Em seguida, foi solicitado que cada aluno fizesse o seu mapa sobre o que aprendeu nessas aulas com o tema “ENERGIA”.

A última etapa da UEPS é onde ocorre a análise de todo o trabalho realizado com os alunos, para verificarmos se houve indicativos de aprendizagem significativa. A análise dessa etapa será descrita nos próximos capítulos e, ao final, serão apresentadas as conclusões por nós obtidas.

5.2 Proposta de ensino apresentada como produto educacional

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

Para a fixação dos conteúdos e aplicação dos mesmos, com a 3ª série do Ensino Médio, propomos a aplicação de quatro experimentos, com 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 de 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 o surgimento de um campo magnético a partir de uma corrente elétrica e o processo de aquecimento por indução eletromagnética.

A UEPS foi dividida em 12 aulas, as quais contaram com os 8 passos já descritos.

Segue o Quadro 1 com a organização da nossa proposta.

Quadro 1 - Descrição da UEPS		
ETAPA DA UEPS	NÚMERO DE AULAS	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
1º - PLANEJAMENTO E APRESENTAÇÃO DO TEMA	1 aula	Iniciar a aula com o vídeo sobre uso Eficiente da Energia Elétrica (5 min): “Turminha Eletro em: Uso Eficiente da Energia Elétrica” Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=l-ti8McSNKA . Acesso em: 25 de maio de 2021. Aproveitar o vídeo e apresentar brevemente o assunto que irá ser trabalhado durante a aplicação desta UEPS.

<p align="center">2º - LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS</p>		<p>Para fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, aplicar o questionário sobre transformação de energia: Atividade 1.</p>
<p align="center">3º - PROPOSIÇÃO DE UMA SITUAÇÃO- PROBLEMA</p>	<p align="center">3 aulas</p>	<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” Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=7hfw4N7-ZVw Acesso em: 26 maio 2021.</p>
<p align="center">4º - APRESENTAÇÃO PROGRESSIVA DOS CONCEITOS</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>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 align="center">5º - ATIVIDADE EXPERIMENTAL</p>	<p 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>6º - NOVAS SITUAÇÕES-PROBLEMAS EM NÍVEIS MAIS COMPLEXOS</p>	<p>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 de maio de 2021.</p>
<p>7º - AVALIAÇÃO</p>	<p>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>
<p>8º - AVALIAÇÃO DA UEPS</p>	<p>-----</p>	<p>Avaliação da UEPS: aqui o professor analisa todo o trabalho realizado com os estudantes e verifica se houve indicativos de aprendizagem significativa.</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

Este produto foi baseado nas teorias da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (1918-2008), Joseph Donald Novak e Marco Antonio Moreira.

Segundo Moreira (2011a, b), quando o estudante atribui significado a um dado conhecimento, ancorando ao que já conhecia, mas atribuindo conceitos a ele, esse aprendizado passa a ter sentido para o mesmo, e sempre que necessitar desse conhecimento o educando vai lembrá-lo de alguma forma, ao passo que o aprendizado mecânico, que é apenas decorado, logo é esquecido e não mais lembrado.

Com esta UEPS os estudantes, com a mediação do professor, foram os protagonistas do seu conhecimento, entendendo que a Física faz parte de seu mundo e assim despertaram o interesse discente por essa ciência.

Os debates durante as aulas, principalmente após os vídeos, tiveram uma perspectiva CTS, envolvendo a importância de economizarmos energia e os cuidados que devemos ter com o meio ambiente.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS

6.1 Relato de experiência

Nossa proposta foi implementada presencialmente, em 2021 nos meses de outubro e novembro, nas aulas de Física, em duas turmas da terceira série do Ensino Médio. Utilizamos doze horas/aulas, as quais envolveram os sete passos da UEPS que são desenvolvidos diretamente com os alunos.

Uma dificuldade enfrentada foi a de obter-se a participação de todos os estudantes das turmas nas doze aulas, pois, devido à pandemia do COVID-19, a maioria do alunado havia retornado do ensino remoto há menos de um mês e, após quase dois anos estudando em casa, estavam desacostumados em seguir a rotina de acordar todo dia de manhã e ir para o colégio. No ensino remoto, também se constatou que poucos estudantes participavam das aulas por videochamadas *meet*, e faziam as atividades propostas em outros horários que não os da aula. Então, utilizando os critérios de exclusão já mencionados, dos 60 alunos, vamos analisar um total de 23 alunos.

Os conteúdos propostos foram elencados de acordo com a proposta da BNCC - Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) para o novo Ensino Médio. Com a execução dessas atividades, o objetivo era, conforme apresentado no Quadro 2, proporcionar condições para os estudantes desenvolverem as seguintes competências e habilidades da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

Quadro 2 - 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>
<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).</p>	<p>Habilidade (EM13CNT301): Construir 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.</p> <p>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.</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

Uma forma de proporcionar um ambiente favorável ao desenvolvimento de tais competências e habilidades é trabalhar com atividades práticas. Com as atividades práticas realizadas, pudemos observar o quanto as aulas se tornaram mais atrativas para os discentes, fazendo com que eles apresentassem maior participação. Na Figura 12 é apresentada uma foto da turma do 3º A construindo o eletroímã.

Figura 12 - Turma 3º A construindo um eletroímã.



Fonte: Autoria própria (2021).

Na primeira aula prática, demos­tra­mos o efeito Joule, trans­for­ma­ção de energia elétrica em energia térmica e realizamos o balanço energético utilizando um aquecedor feito com uma resistência de chuveiro elétrico para aumentar em 5°C a temperatura de 300 ml de água. A montagem utilizada pode ser observada na Figura 13.

Figura 13 - Aquecedor feito com resistência de chuveiro.



Fonte: Autoria própria (2021).

Com esse experimento os estudantes observaram que quanto maior a resistência, menor a corrente elétrica e, con­se­quen­te­mente, maior o tempo para aquecer a água. Os alunos realizavam as práticas sendo os protagonistas das aulas, buscando as respostas para as suas perguntas. Na Figura 14 apresentamos um momento no qual o professor está fazendo papel de mediador e orientador.

Figura 14 - Alunos realizando atividade prática sobre efeito Joule.



Fonte: Autoria própria (2021).

A segunda atividade prática foi com a pastilha Peltier. Os discentes conheceram a pastilha, puderam sentir a diferença de temperatura de um lado para o outro e, em seguida, realizamos o aquecimento da água com um sistema de aquecimento feito com a pastilha Peltier, conforme apresentado na Figura 15, realizando também o cálculo do balanço energético.

Figura 15 - Aquecedor de água feito com pastilha Peltier.



Fonte: Autoria própria (2021).

Com essa prática pudemos observar que os cálculos não coincidem totalmente com os dados experimentais, pois nesse sistema as variáveis são muitas e ocorre uma maior perda de energia.

Na terceira aula prática realizamos duas atividades: uma delas foi a construção de um eletroímã, conforme apresentado na Figura 16. Cada aluno construiu o seu aparato e fez os testes para observar que uma corrente elétrica circulando por um fio gera um campo magnético.

Figura16 - Eletroímã construído por um aluno.

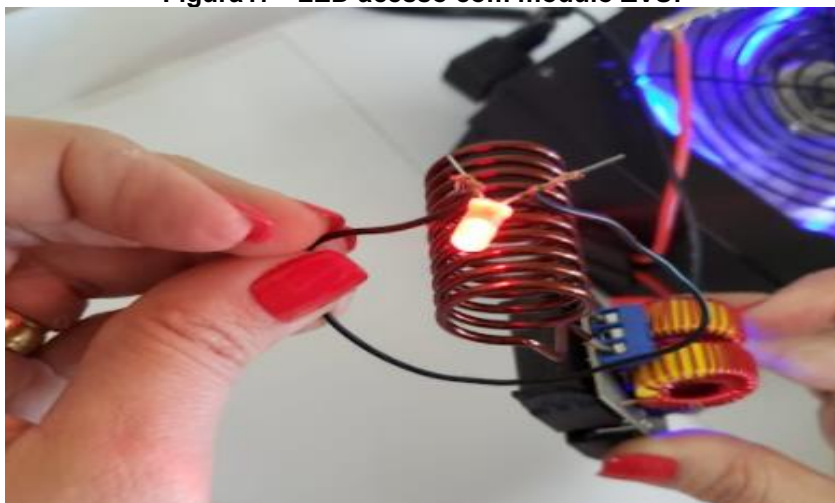


Fonte: Autoria própria (2021).

Após a construção do eletroímã, foi utilizando o módulo ZVS acoplado a uma bobina, onde os estudantes conseguiram observar que tanto uma corrente elétrica gera um campo magnético, como uma corrente elétrica é gerada através da variação do fluxo magnético. Quando a corrente elétrica alternada passa pela bobina, ela gera calor e conseguimos aquecer uma chave de fenda introduzida no interior dessa bobina sem o contato entre os materiais, através da indução eletromagnética.

Na Figura 17 podemos observar a prática realizada com o módulo ZVS e um fio ligado a um LED. O mesmo acende ao aproximá-lo da bobina, isso permite inferir que existe um campo magnético variável nos arredores da bobina.

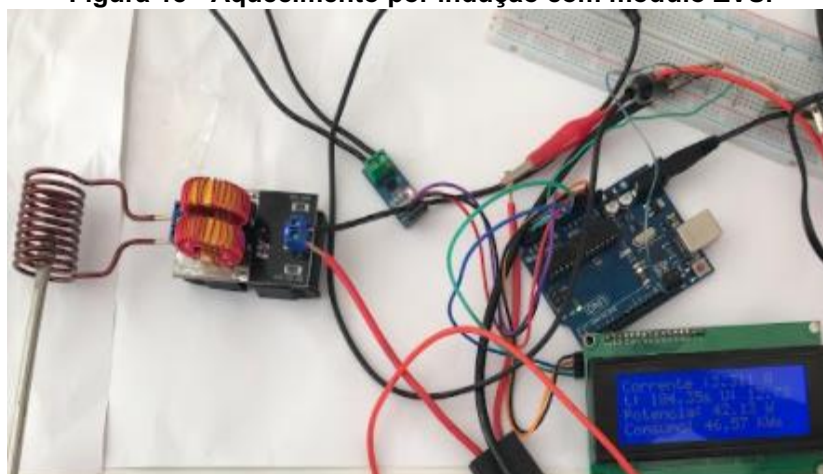
Figura17 - LED acesso com módulo ZVS.



Fonte: Autoria própria (2021).

Na Figura 18, temos a foto da prática realizada para observarmos o aquecimento por indução eletromagnética, ou seja, mediante aproximação da chave de fenda no interior da bobina, não necessitando o contato físico para que ocorra o processo.

Figura 18 - Aquecimento por indução com módulo ZVS.



Fonte: Autoria própria (2021).

Nesta atividade prática, com o auxílio de um sistema de medida construído utilizando o Arduino, pudemos verificar que quanto maior a espessura da chave, ou quanto mais a mesma era introduzida no interior da bobina, maior era a corrente elétrica consumida pela bobina e mais rápido ocorria o aquecimento do metal.

Para constituição dos nossos dados utilizamos um questionário inicial com o intuito de levantar os conhecimentos prévios dos alunos, e após vídeos e outras atividades desenvolvidas a partir desse conhecimento que os alunos possuíam sobre

o assunto a ser trabalhado, aplicamos novamente as questões iniciais, o qual denominamos como questionário final, para compararmos as respostas antes e depois do desenvolvimento das atividades, buscando evidenciar se houve alguma reconciliação integradora ao longo da implementação da proposta. Dessa forma, pudemos observar se houve mudança de conceito em relação aos conhecimentos prévios dos estudantes.

Segundo Gil (2002) *apud* Fontana e Rosa (2021), uma das características do uso dos questionários como ferramenta de levantamento de dados em uma pesquisa é a otimização da coleta dos mesmos, podendo melhorar a eficiência inerente do processo de análise sobre as informações coletadas e, portanto, do objeto de pesquisa.

O objetivo principal da nossa proposta de ensino era proporcionar condições favoráveis aos estudantes para entenderem e aprenderem os conceitos que envolvem transformações de energia elétrica, utilizando efeito Joule, Peltier e indução eletromagnética, bem como, calcular o balanço energético e, compreender que uma corrente elétrica dá origem a um campo magnético, também refletirem sobre a importância de economizarmos energia elétrica e água, e os cuidados que devemos ter com o meio ambiente.

Além da comparação do questionário inicial com o final, analisamos os mapas conceituais produzidos pelos educandos ao final da aplicação das atividades. De acordo com Batista e Gomes (2021), devemos utilizar diferentes instrumentos para a constituição dos dados de uma pesquisa.

Como recurso didático no ensino de física os mapas conceituais são ferramentas que potencializam a aprendizagem conceitual e a organização da estrutura cognitivas dos aprendizes, porém, eles também podem também ser utilizado como recurso avaliativo que foge dos modelos tradicionais em uso. A avaliação por meio de mapas conceituais proporciona ao aluno liberdade de apresentar e a organizar suas ideias (BATISTA; GOMES, 2021, p. 259).

A avaliação ocorreu durante todo o processo da aplicação desta UEPS, sendo que utilizamos também como forma de avaliação a participação efetiva dos estudantes durante as aulas e a confecção individual de um mapa conceitual por cada educando, material sobre o qual faremos uma análise mais específica.

6.2 Resultado dos questionários inicial e final

Para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, passamos um vídeo de curta duração sobre uso Eficiente da Energia Elétrica da Turminha Eletro. Nesse vídeo, os equipamentos eletroeletrônicos discutem qual deles é o responsável pelo alto valor da conta de energia e, durante essa discussão, demonstram ações erradas que levam o consumidor a gastar mais. Esse vídeo funcionou como um organizador prévio, o qual ajudou a organizar os subsunçores dos alunos sobre o que iríamos passar nas próximas aulas.

Após o vídeo, disponibilizamos um questionário com quatro questões para sabermos o que os estudantes já conheciam a respeito da energia, e ao final da aplicação das atividades da UEPS repetimos o mesmo questionário para poder verificar se houve alguma mudança de entendimento em relação ao que conheciam sobre energia e o que aprenderam de novo, as respostas para a primeira questão estão apresentadas no quadro 3.

Questão 1 – Para você o que é energia?

Quadro 3 - Relatos iniciais e finais dos alunos da questão 1

Alunos	Resposta inicial	Resposta final
1A	<i>“A eletricidade que utilizamos para fazer uso dos aparelhos”</i>	<i>“É tudo aquilo que se transforma, assim podemos ter várias formas diferentes”</i>
2A	<i>“Tudo que possui carga”</i>	<i>“É tudo aquilo que se transforma, sendo capaz de realizar trabalho”</i>
3A	<i>“Não sei”</i>	<i>“Capacidade da matéria de se transformar e realizar trabalho”</i>
4A	<i>“É a potencia gerada a partir de ações que geram atritos”</i>	<i>“Tudo aquilo que pode ser transformado”</i>
5A	<i>“É o movimento dos elétrons”</i>	<i>“Tudo que se transforma em trabalho”</i>
6A	<i>“Energia é uma grandeza física, uma coisa que utilizamos no nosso dia a dia”</i>	<i>“Capacidade de gerar força em um determinado corpo, para executar trabalho ou realizar uma ação”</i>
7A	<i>“Energia é o que faz o universo se mover constantemente é transformada de radiação a termica, elétrica a cinetica, a luminosa”</i>	<i>“Tudo que se transforma”</i>
8A	<i>“É uma corrente elétrica que é feito por meio da água”</i>	<i>“É tudo aquilo que pode ser modificado”</i>
9A	<i>“Qualquer coisa que esteja trabalhando esta gastando energia, que é gerada de determinada força”</i>	<i>“Energia não é criada e sim transformada”</i>
10A	<i>“É uma corrente elétrica, energia corporal, energia de bateria”</i>	<i>“A energia pode ser transformada em outra energia e posso citar um tipo de energia a eletromagnética”</i>

11A	<i>"É algo usado para alimentar um equipamento ou uma determinada area"</i>	<i>"É transformável, quando transforma uma energia em outra"</i>
12A	<i>"A energia é um sistema físico que leva determinado objeto realizar força"</i>	<i>"É tudo aquilo que se transforma"</i>
13A	<i>"É uma carga elétrica que se transforma em energia que tem varios componentes, que chega até a nossa recidencia"</i>	<i>"Energia, é tudo que se transforma"</i>
1B	<i>"Energia é o que usamos no nosso dia a dia, esta relacionada a praticamente tudo que precisamos"</i>	<i>"Energia é tudo aquilo que se transforma em trabalho"</i>
2B	<i>"Para mim a energia é algo importantissimo para a sociedade, faz parte das nossas vidas.Para quase tudo que usamos"</i>	<i>"Energia é tudo aquilo que se transforma, para mim energia é uma das coisas mais essenciais da nossa vida, precisamos dela para tomar banho, assistir TV, ter luz na nossa casa, etc"</i>
3B	<i>"Energia é uma propriedade física que explica como ocorre os processos de transferencias e transformações dela no universo"</i>	<i>"A energia manifesta-se de diferentes maneiras e esta relacionada com a ação e movimento de um corpo"</i>
4B	<i>"Energia são elétrons que fazem as luzes, a geladeira, o micro-ondas, chuveiro e outros utencílios domesticos que usamos no nosso dia a dia"</i>	<i>"É tudo que se transforma, é o potencial inato para executar um trabalho"</i>
5B	<i>"O que faz os eletrodomesticos, eletronicos funcionarem"</i>	<i>"É tudo aquilo que se transforma em trabalho"</i>
6B	<i>"Energia é movida pela luz, para fazer os equipamentos funcionárem"</i>	<i>"Energia é a capacidade de produzir um efeito para realizar trabalho ou ação"</i>
7B	<i>"Professora eu não sei bem, mas acho que é micro-ondas de eletricidade"</i>	<i>"É a capacidade para realizar trabalho"</i>
8B	<i>"Eu acho que é a energia que usamos em casa para ligar os equipamentos"</i>	<i>"É o que liga os equipamentos eletronicos"</i>
9B	<i>"Energia é uma forma de transformarmos recursos, muito utilizada por todos nós e essencial para o funcionamento dos equipaentos"</i>	<i>"Energia é o que se transforma em trabalho"</i>
10B	<i>"Pra mim energia é muito importante"</i>	<i>"Tudo que é transformado em trabalho"</i>

Fonte: Autoria própria (2021).

Nessa questão, foi possível observar que a maioria dos alunos, tanto da turma A como da turma B, no início não sabiam como conceituar energia. Os alunos 3A e 7B relataram não saber o que seria energia, 30% dos alunos não conseguiram responder o que é energia, 48% dos alunos sabem da sua importância para o nosso dia a dia para o funcionamento de equipamentos que temos em casa, mas não sabem explicar o que realmente ela é, e das respostas iniciais tivemos apenas 22% que apresentaram conceitos que indicam indícios do que poderia ser energia. Na hora da aula, enquanto respondiam as questões, alguns alunos disseram:

"Nossa professora nunca parei para pensar o que é energia, parece tão simples e eu não sei dizer" (ALUNO 3A).

A partir do levantamento dos conhecimentos prévios na 2ª parte da UEPS, notamos um ponto muito importante para elaborar as próximas aulas, pois vimos a necessidade de passar para os estudantes alguns assuntos como, o que é energia e suas transformações, assuntos já estudados pelos mesmos na 1ª série. Observamos, a partir das respostas obtidas, que naquela época não ocorreu para a maioria deles um aprendizado de forma significativa, pois não conseguiram lembrar desse conceito um tempo depois.

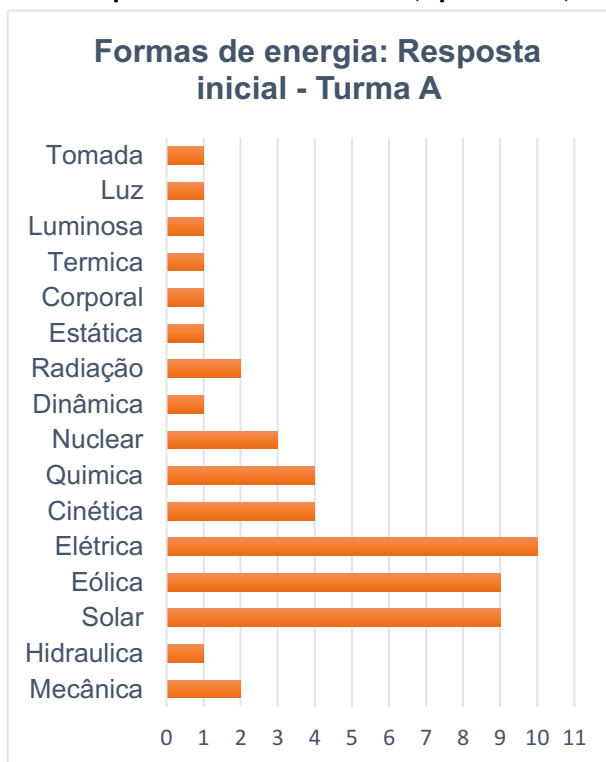
Ao analisarmos as respostas da mesma questão, após termos aplicado as outras etapas da UEPS, situação-problema inicial; atividades experimentais; situação problema-final com maior complexidade; e exposição dos conceitos de forma progressiva de um nível mais básico ao mais avançado, percebemos que a maioria dos alunos conseguiu apresentar mais elementos que estão ligados à definição de energia, ou seja, conseguiram estabelecer a diferenciação progressiva entre a concepção e a aplicação, o que não se verificava no questionário inicial, no qual os alunos associavam as aplicações ao conceito.

No questionário final nenhum aluno respondeu que não sabia o que é energia, 43% responderam que a mesma se transforma, mas de uma forma mais simplificada, sem muitos detalhes e 57% dos alunos agora, após as nossas aulas, conseguiram responder a questão de uma forma mais elaborada, sendo possível perceber a diferenciação progressiva já citada.

A questão 2 versava sobre as formas de energia, e as respostas estão apresentadas nas figuras 19, 20, 21 e 22.

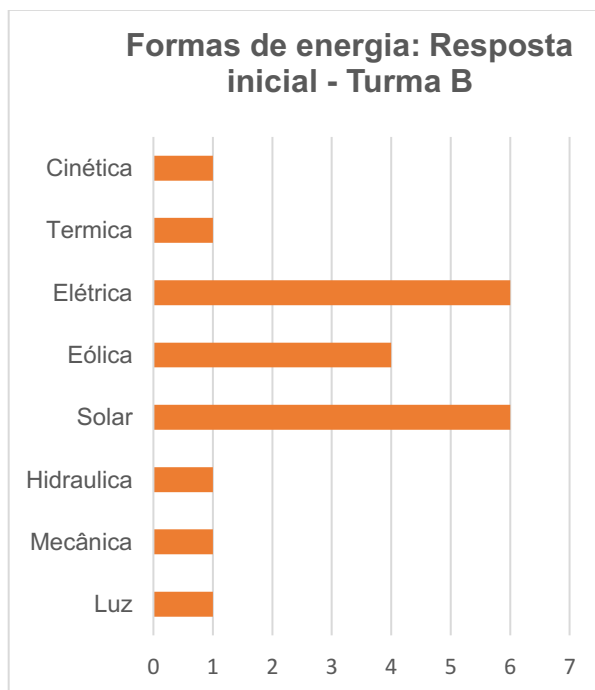
Questão 2: Quais formas de energia você conhece?

Figura 19 - Resposta inicial dos alunos, questão: 2, Turma -A.



Fonte: Autoria própria (2022).

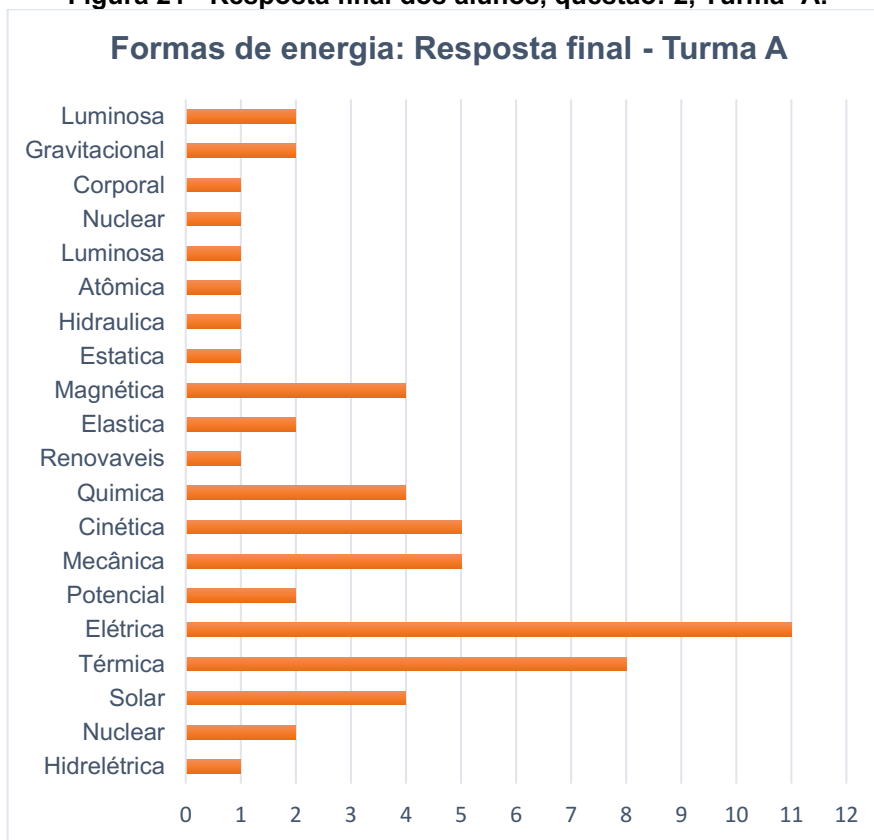
Figura 20 – Resposta inicial dos alunos, questão: 2, turma-B.



Fonte: Autoria própria (2022).

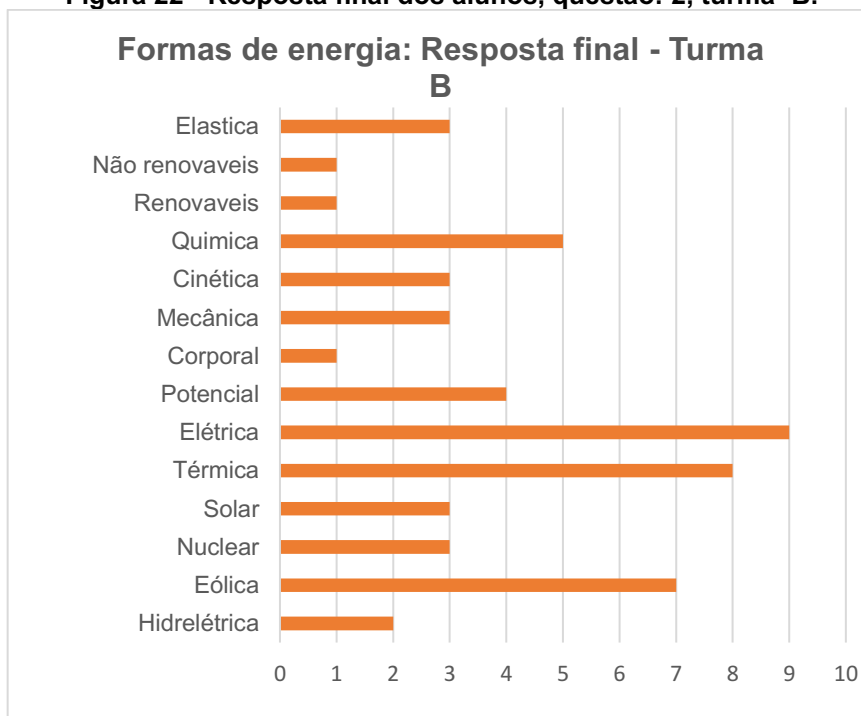
Respostas no questionário Final:

Figura 21 - Resposta final dos alunos, questão: 2, Turma- A.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 22 - Resposta final dos alunos, questão: 2, turma- B.



Fonte: Autoria própria (2022).

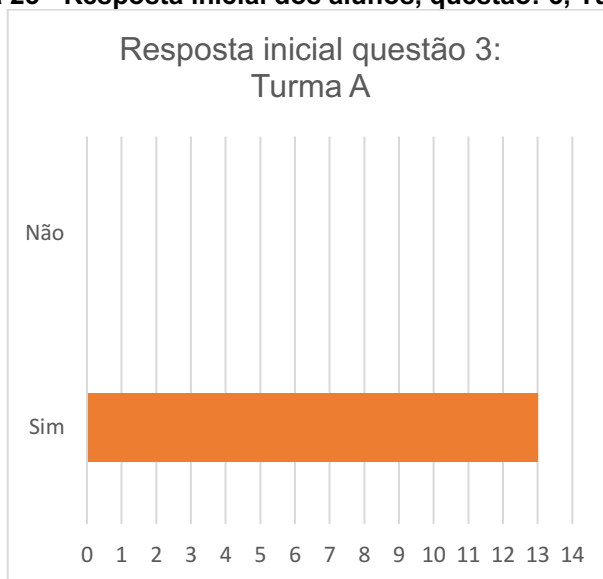
Analisando a resposta inicial e final dos alunos na questão 2, sobre as formas de energia, verificamos que à princípio a maioria dos alunos lembram da energia elétrica, eólica e solar e da energia térmica. Assim, tanto na turma A quanto na turma B apenas um aluno de cada turma citou a energia térmica. Também é possível verificar que antes da implementação alguns alunos confundem o tipo ou modalidade de energia com onde ela está disponível, isso é possível ser verificado na turma A quando os alunos citam o termo tomada.

No questionário final, observamos que aumentaram as citações na turma A, de 16 formas citadas no questionário inicial para 20 no final. Já a turma B no início citou apenas 8 formas de energia, enquanto que no questionário final fizeram 14 citações. Com isso, foi possível observar que com as aulas seus conhecimentos aumentaram. A energia térmica que era o foco principal das nossas transformações, no início era citada por apenas 9% dos alunos, enquanto ao final da aplicação do produto educacional foi citada por 91% do total dos alunos.

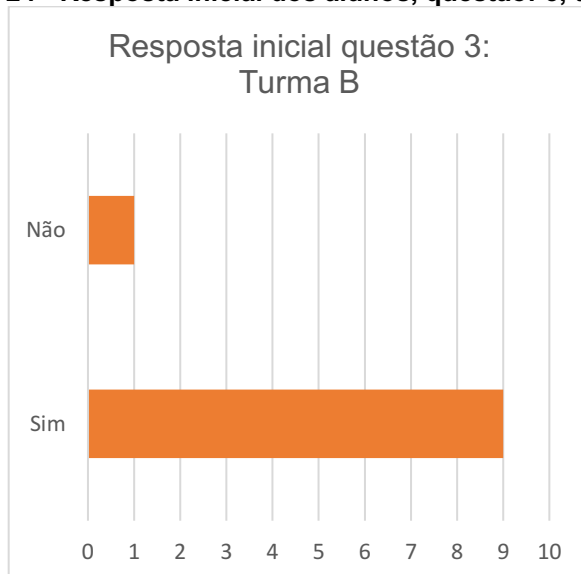
Um resultado muito importante é que ao final do trabalho os alunos são capazes de reconhecer e classificar a energia em renovável e não renovável, entendemos que esse é um resultado importante pois pode levar o aluno a uma reflexão sobre consumo consciente de energia, o que está em consonância com a perspectiva CTS de ensino.

A questão três (3), admitia como resposta apenas sim ou não e o resultado do questionário inicial e final de ambas as turmas estão apresentados nas figuras 23, 24, 25 e 26.

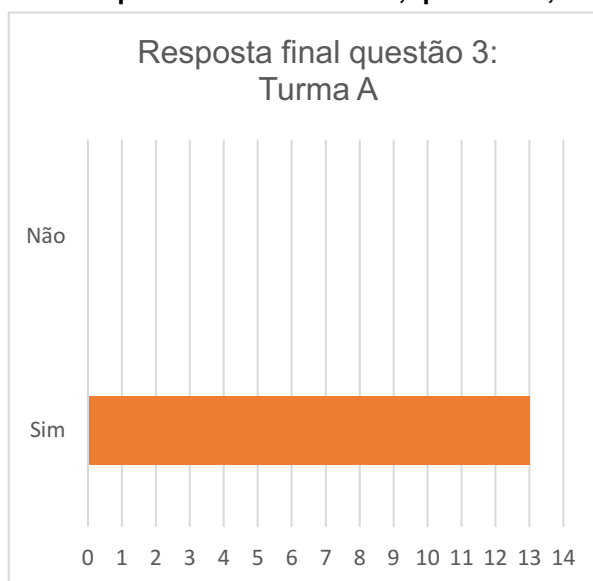
Questão 3: É possível transformar uma forma de energia em outra? () sim
() não.

Figura 23 - Resposta inicial dos alunos, questão: 3, Turma- A.

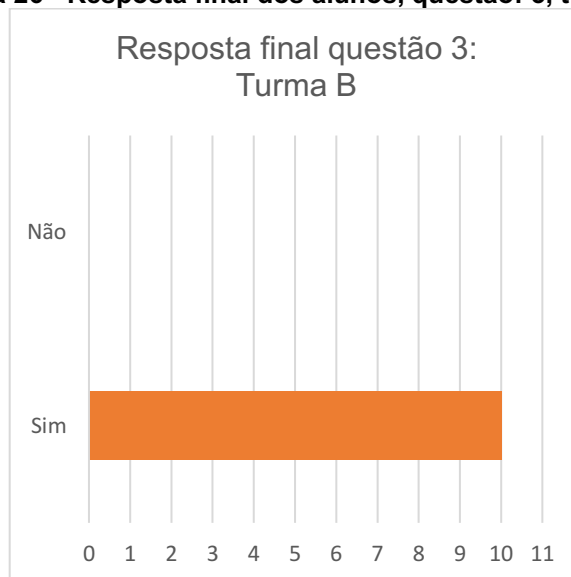
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 24 - Resposta inicial dos alunos, questão: 3, turma-B.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 25 - Resposta final dos alunos, questão: 3, Turma- A.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 26 - Resposta final dos alunos, questão: 3, turma-B.

Fonte: Autoria própria (2022).

Na questão 3 verificamos que dos 23 alunos que compuseram nossa análise, no início apenas o aluno 4B disse que não podemos transformar uma forma de energia em outra. A maioria dos alunos já apresentavam um conhecimento prévio de que a energia pode ser transformada.

Já no questionário final 100% dos alunos respondem que sim, a energia pode ser transformada de uma forma para outra.

A questão 4: Estabeleça uma relação entre a energia que você utiliza em sua casa, para fazer seus equipamentos funcionarem, e o meio ambiente. Buscava evidenciar se os alunos conseguiam estabelecer algum tipo de relação entre o tema que estavam estudando e o meio ambiente, as respostas dos questionários inicial e final estão apresentadas no quadro 4.

Quadro 4 – Resposta inicial e final dos alunos, questão 4

Alunos	Resposta inicial	Resposta Final
1A	<i>“Não sei”</i>	<i>“A energia é um elemento da natureza que as pessoas transformam de várias forma diferentes, para utilização de equipamentos e outros mecanismos. Tudo isso baseado nos conhecimentos das aulas de física. Também é possível entender que a energia mal utilizada pode causar problemas ao meio ambiente.”</i>
2A	<i>“É a partir das fontes de energia presentes no meio ambiente os quais o ser humano transforma na energia utilizada em casa. É por isso que quando há crise hídrica o custo da conta de luz aumenta, pois ela provem das hidrelétricas”</i>	<i>“A energia utilizada é de origem hídrica, a qual é produzida em hidroelétricas. As hidroelétricas são construídas desmatando grandes áreas para a construção das represas, tendo como consequência a emissão de CO₂ e a alteração dos habitats das espécies nativas. De acordo com as aulas de Biologia e Física”</i>
3A	<i>“Não sei, mas acredito que prejudique o meio ambiente sim.”</i>	<i>“Com base nas aulas de física, energia elétrica é causada por uma movimentação das águas da usina que geram trabalho. Prejudica o meio ambiente por causa desmatamento”</i>
4A	<i>“A energia utilizada em casa é gerada a partir de fontes naturais (ou não) e que para sua construção como por exemplo de uma hidroelétrica é necessária uma intervenção na natureza gerando um impacto no meio ambiente.”</i>	<i>“A energia gasta em casa é gerada de uma usina hidroelétrica que para ser construída afetou o meio ambiente por meio de alagamento (represamento) dos rios.”</i>
5A	<i>“É importante ter um consumo consciente, por exemplo, da energia elétrica, para que o consumo da água das hidroelétricas seja cada vez menos.”</i>	<i>“A energia elétrica lá de casa vem de usina hidroelétrica, que utilizam a energia mecânica das águas e da estrutura da usina para produzir energia elétrica levando em consideração as aulas de física, me baseei na lógica da transformação de energia.”</i>
6A	<i>“Nos utilizamos a energia que vem de diferentes locais, como usinas hidroelétricas, usinas nucleares entre outras. No caso do meio ambiente, utilizamos diversos recursos para a produção.”</i>	<i>“A energia que utilizamos vem direto da usina Itaipu a qual gerou boa parte de desmatamento no local que ela foi construída. Com desmatamentos, e o deslocamento da fauna causou um grande impacto para a região.”</i>
7A	<i>“Energia elétrica, usada em aparelhos domésticos é produzida em usinas, existem muitos tipos de usinas, que possuem diferentes efeitos na natureza como as</i>	<i>“Em casa usamos energia elétrica para fazer equipamentos funcionarem, essa energia é gerada em usinas, a construção das quais pode causar grande dano ao meio ambiente,</i>

	<i>hidroelétricas, e para construir uma é preciso inundar grande porção ao redor da usina.”</i>	<i>e quanto mais energia é usada pela população, maior a necessidade para construção destas usinas.”</i>
8A	<i>“A energia elétrica vem da água e se utilizarmos muito pode prejudicar a natureza.”</i>	<i>“A energia que é usada em minha casa vem de algum rio e temos que economizar energia, para não baixar muito o nível do rio.”</i>
9A	<i>“A relação está em que o excesso do consumo de energia prejudica o meio ambiente, e é utilizado meios do meio ambiente para gerar energia.”</i>	<i>“A energia elétrica utilizada em nossa casa é transformada através de outras energias. Ela é transformada por exemplo pelo meio ambiente por vento, água, e entre outros, vindo assim para transformar em energia elétrica. Ela prejudica o meio ambiente nas construções das usinas, causando desmatamento, etc.”</i>
10A	<i>“Em casa não usamos energia que tem relação com o meio ambiente, mas lá em casa tem pilhas, mas acho que faz mal para o meio ambiente quando joga no solo.”</i>	<i>“A energia que usamos em casa vem do meio ambiente e causa desmatamento eu queria colocar energia solar em casa.”</i>
11A	<i>“O uso dos equipamentos consome energia gerada nas usinas, quanto mais pessoas usam a energia maior tem que ser a produção e precisa cada vez mais de água”</i>	<i>“Energia elétrica. O movimento da água nas usinas transforma-se em energia elétrica, quanto mais eu uso mais gasta água, impactando diretamente no meio ambiente.”</i>
12A	<i>“A relação entre eles está em como é gerada a energia, como a energia eólica que é a transformação da energia do vento.”</i>	<i>“Bom, a energia elétrica é muito utilizada no nosso dia-a-dia é o que nos permite usar o secador de cabelo, tomar um banho quente, usar o micro-ondas, etc. Isso se baseei em uma simples observação e se estuda mais aprofundado nas aulas de física. Se ela for muito usada pode prejudicar ao meio ambientes, pois a energia elétrica que usamos a maior parte vem da transformação do movimento das águas.”</i>
13A	<i>“No meio ambiente temos as usinas hidroelétricas que é feita pelas correntes da água, e o mau uso de energia pode prejudicar o meio ambiente e a natureza.”</i>	<i>“A energia vem principalmente pela água da usina Itaipu, ela prejudica o meio ambiente na construção, pelo alagamento e desmatamento.”</i>
1B	<i>“Eu acho que uma coisa se relaciona com a outra, pode ser que prejudica o meio ambiente, mas não sei de qual modo.”</i>	<i>“A energia está totalmente relacionada ao meio ambiente, a forma de energia mais utilizada é a energia elétrica, que nos permite ligar diversos eletrodomésticos que utilizamos diariamente. Porém, ocorre muita poluição e desmatamento. Através das aulas de Física e explicações que aprendi.”</i>
2B	<i>“Eu acho que a energia prejudica sim o meio ambiente.”</i>	<i>“Na minha casa, economizamos água porque se gastarmos muita água futuramente vamos precisar e não vai ter, sem contar que economizamos dinheiro. Tirar as tomadas quando não se está usando desligar as luzes quando não se está usando.”</i>
3B	<i>“A energia que utilizamos na casa é o resultado dos processos das suas transformações. Por exemplo, as usinas hidroelétricas que transformam a energia mecânica.</i>	<i>“Por conta das transformações que ocorrem com a energia no meio ambiente, é possível utilizar dessas propriedades para conseguir energia elétrica, por isso é importante economizar, pois assim diminui a deterioração do meio ambiente.”</i>

	<i>Também há a questão do meio ambiente ser prejudicado por conta do uso excessivo da energia que chega em nossas casas.”</i>	
4B	<i>“Nos utilizamos energia elétrica, acredito que deve prejudicar o meio ambiente, mas não sei como.”</i>	<i>“Devemos economizar energia, pois está relacionada ao meio ambiente.”</i>
5B	<i>“O tipo de energia que chega em nossas casas vem de usinas hidroelétricas que com falta de água não funciona então em tempos de falta de chuvas é transformada menos energia por isso precisamos economizar energia e água.”</i>	<i>“A energia que usamos em casa é a elétrica ela veio de uma hidroelétrica na qual era energia mecânica, mas quando foi feita a hidroelétrica parte da natureza foi alagada fazendo uma parte ser destruída.”</i>
6B	<i>“Vem de usina que passa na sua casa para ter energia, eu acho que prejudica.”</i>	<i>“A energia elétrica está totalmente ligada ao meio ambiente.”</i>
7B	<i>“Eu acho que ela vem do poste de luz que vem de uma usina elétrica, eu acho que prejudica o meio ambiente só não sei dizer como.”</i>	<i>“A energia elétrica está totalmente ligada ao meio ambiente, são pelas usinas hidroelétricas que é gerado a energia através da movimentação das turbinas pelas águas, e nós usamos a energia em nossas casas.”</i>
8B	<i>“Sim.”</i>	<i>“Sim.”</i>
9B	<i>“É através dos recursos ambientes que ocorre a produção de energia elétrica. As usinas hidroelétricas geram perdas ao meio ambiente com suas instalações, por isso é importante economizar energia para contribuir com a preservação do meio ambiente.”</i>	<i>“É necessário preservar e economizar energia, pois esta é relacionada diretamente com o meio ambiente e através das águas, da força dos ventos e entre outras, podemos gerar energia para nossas casas. Baseado nas aulas, e conhecimentos externos.”</i>
10B	<i>“Eu acho que ela vem do meio ambiente porem eu não sei como funciona.”</i>	<i>“A energia elétrica está totalmente ligada ao meio ambiente.”</i>

Fonte: Autoria própria (2022).

Na questão 4, o nosso objetivo era o de conhecer se os estudantes conseguiam relacionar a energia que utilizam em suas casas com o meio ambiente, e se eles tinham consciência de que é preciso utilizá-la com sabedoria.

No questionário inicial, utilizado para levantamento dos conhecimentos prévios, treze dos vinte e três alunos investigados não conseguem relacionar a energia que utilizam em suas casas com o meio ambiente.

Não sei (Aluno 1A).

No caso do meio ambiente, utilizamos diversos recursos para a produção (Aluno 6A).

A energia elétrica vem da água e se utilizarmos muito pode prejudicar a natureza (Aluno 8A).

O mau uso de energia pode prejudicar o meio ambiente e a natureza (Aluno 13A).

Pode ser que prejudica o meio ambiente, mas não sei de qual modo (Aluno 1B).

Eu acho que a energia prejudica sim o meio ambiente (Aluno 2B).

Também há a questão do meio ambiente ser prejudicado por conta do uso excessivo da energia que chega em nossas casas (Aluno 3B).

Acredito que deve prejudicar o meio ambiente, mas não sei como (Aluno 4B).

Eu acho que prejudica (Aluno 6B).

Eu acho que prejudica o meio ambiente só não sei dizer como (Aluno 7B).

Eu acho que ela vem do meio ambiente, porém eu não sei como funciona (Aluno 10B).

Algumas dessas respostas evidenciam diretamente que o aluno não sabe, tendo isso ficado explícito na resposta, como dos alunos 1A ou 10B por exemplo. No entanto alguns alunos tentaram apresentar uma resposta, mas a mesma compõe-se de maneira simplista apenas dizendo que existe uma relação entre consumo de energia e meio ambiente como é o caso dos alunos 8A ou 3B por exemplo.

O quadro 4 ainda nos permite perceber que três alunos dos vinte e três que participaram da implementação, o que totaliza aproximadamente 13%, conseguiram associar a energia elétrica consumida em nossas residências com os impactos ambientais gerados na construção da usina hidrelétrica.

A energia utilizada em casa é gerada a partir de fontes naturais (ou não) e que para sua construção como por exemplo de uma hidroelétrica é necessária uma intervenção na natureza gerando um impacto no meio ambiente (Aluno 4A).

Existem muitos tipos de usinas, que possuem diferentes efeitos na natureza como as hidroelétricas, e para construir uma é preciso inundar grande porção ao redor da usina (Aluno 7A).

As usinas hidroelétricas geram perdas ao meio ambiente com suas instalações, por isso é importante economizar energia para contribuir com a preservação do meio ambiente (Aluno 9A).

E, temos ainda um aluno que acredita não existir nenhuma relação entre a energia que utilizamos em nossas residências com o meio ambiente.

Em casa não usamos energia que tem relação com o meio ambiente (Aluno 10A).

Já nas respostas finais é possível perceber que uma quantidade maior de alunos consegue relacionar a energia utilizada em casa com a hidrelétrica e associar a questão ambiental de construção da mesma.

A energia utilizada é de origem hídrica, a qual é produzida em hidroelétricas (Aluno 2A).

Prejudica o meio ambiente por causa desmatamento (Aluno 3A).

A energia gasta em casa é gerada de uma usina hidroelétrica que para ser construída afetou o meio ambiente por meio de alagamento (represamento) dos rios (Aluno 4A).

Com desmatamentos, e o deslocamento da fauna causou um grande impacto para a região (Aluno 6A).

A construção das quais pode causar grande dano ao meio ambiente (Aluno 7A).

Ela prejudica o meio ambiente nas construções das usinas, causando desmatamento, etc. (Aluno 9A).

Ela prejudica o meio ambiente na construção, pelo alagamento e desmatamento (Aluno 13A).

Quando foi feita a hidroelétrica parte da natureza foi alagada fazendo uma parte ser destruída (Aluno 5 B).

Ou seja, oito dos vinte e três alunos, o que totaliza aproximadamente 35% da nossa amostra.

No entanto, ainda temos sete alunos, aproximadamente 30%, que ao final da implementação apenas sinalizam que existe uma relação entre energia e meio ambiente, sem trazer uma explicação que sustente tal afirmação.

A energia mal utilizada pode causar problemas ao meio ambiente (Aluno 1A).

A energia que usamos em casa vem do meio ambiente e causa desmatamento (Aluno 10A).

Ocorre muita poluição e desmatamento (Aluno 1B).

Diminui a deterioração do meio ambiente (Aluno 3B).

Devemos economizar energia, pois está relacionada ao meio ambiente (Aluno 4B).

A energia elétrica está totalmente ligada ao meio ambiente (Aluno 6B).

A energia elétrica está totalmente ligada ao meio ambiente (Aluno 10B).

Nas respostas do questionário final é possível perceber que alguns alunos citam exemplos, e ainda argumentam que é preciso economizar energia, e utilizá-la de forma consciente. Também é possível inferir que nessa questão 4 do questionário final alguns alunos buscam estabelecer relações entre diferentes tipos de energia.

A energia elétrica lá de casa vem de usina hidroelétrica, que utilizam a energia mecânica das águas e da estrutura da usina para produzir energia elétrica (Aluno 5A).

A energia elétrica utilizada em nossa casa é transformada através de outras energias. Ela é transformada por exemplo pelo meio ambiente por vento, água, e entre outros, vindo assim para transformar em energia elétrica (Aluno 9A).

O movimento da água nas usinas transforma-se em energia elétrica (Aluno 11A).

A energia elétrica que usamos a maior parte vem da transformação do movimento das águas (Aluno 12A).

A energia que usamos em casa é a elétrica ela veio de uma hidroelétrica na qual era energia mecânica (Aluno 5B).

A energia elétrica está totalmente ligada ao meio ambiente, são pelas usinas hidroelétricas que é gerado a energia através da movimentação das turbinas pelas águas (Aluno 7B).

Entendemos ser válido tal resultado porque evidencia uma reconciliação integradora sobre o assunto, ou seja, podemos dizer que temos indícios de que novos subsunçores foram formados na estrutura cognitiva desses alunos.

6.3 Resultado dos mapas conceituais

Para Moreira (2011a, p. 3): “a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva”. Logo, em nosso produto a avaliação ocorreu durante todo o processo, os estudantes foram avaliados pela participação nas aulas, pelas respostas orais e descritivas dadas por meio dos questionários, através do relatório das atividades práticas, da autoavaliação e também por meio da confecção de um mapa conceitual feito por cada aluno, para levantamento de indicativos de aprendizagem significativa.

Os mapas conceituais são citados por vários autores, dentre eles destacamos aqui Batista, Fusinato, Gomes, Moreira, Novak e Gowin. Batista e Gomes (2021) relatam que se a intenção do pesquisador for a de verificar indícios de uma aprendizagem significativa, os mapas podem ser utilizados como uma ferramenta de grande eficácia. Moreira (2010, p.1) aponta que: “Mapas conceituais são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa. Além disso, apresenta-se sua fundamentação teórica e são dados exemplos, particularmente na área de ciências.” São diagramas utilizados para representar conceitos.

Os mapas conceituais foram elaborados apenas no final da aplicação da UEPS, como forma de avaliação individual e levantamento de indicativos para dizer se ocorreu ou não uma aprendizagem significativa. Assim, no intuito de demonstrar esse dado, fizemos uma nuvem de palavras dos conceitos que mais foram representados nos mapas dos alunos, apresentando-as nas Figura 27 e 28.

Ao analisarmos os mapas conceituais confeccionados por cada aluno, verificamos que houve uma conscientização dos mesmos em relação a utilização da energia elétrica, sustentabilidade e energias renováveis, pois, esses conceitos foram citados pela maioria dos alunos, esse resultado ainda corrobora com o resultado encontrado no questionário final. Podemos observar também, a partir da nuvem de palavras, que conservação, preservação, impacto ambiental e economizar apareceram nos mapas. Com essas palavras podemos dizer que os alunos começam a entender o conteúdo de Física numa perspectiva mais global, não só como um emaranhado de fórmulas mais com problemas reais que podem ser combatidos com uma conscientização crítica, isso só foi possível em nosso trabalho a partir da perspectiva CTS que utilizamos na UEPS.

Escolhemos aleatoriamente seis mapas conceituais, apresentando-os nas Figuras 29, 30, 31, 32, 33 e 34, sendo três de cada turma, para postarmos aqui as imagens e evidenciar como eles podem ser uma importante ferramenta a ser utilizada como forma de avaliação, diversificando assim os modelos avaliativos tradicionais.

Figura 29 - Mapa conceitual construído pelo aluno 2A.

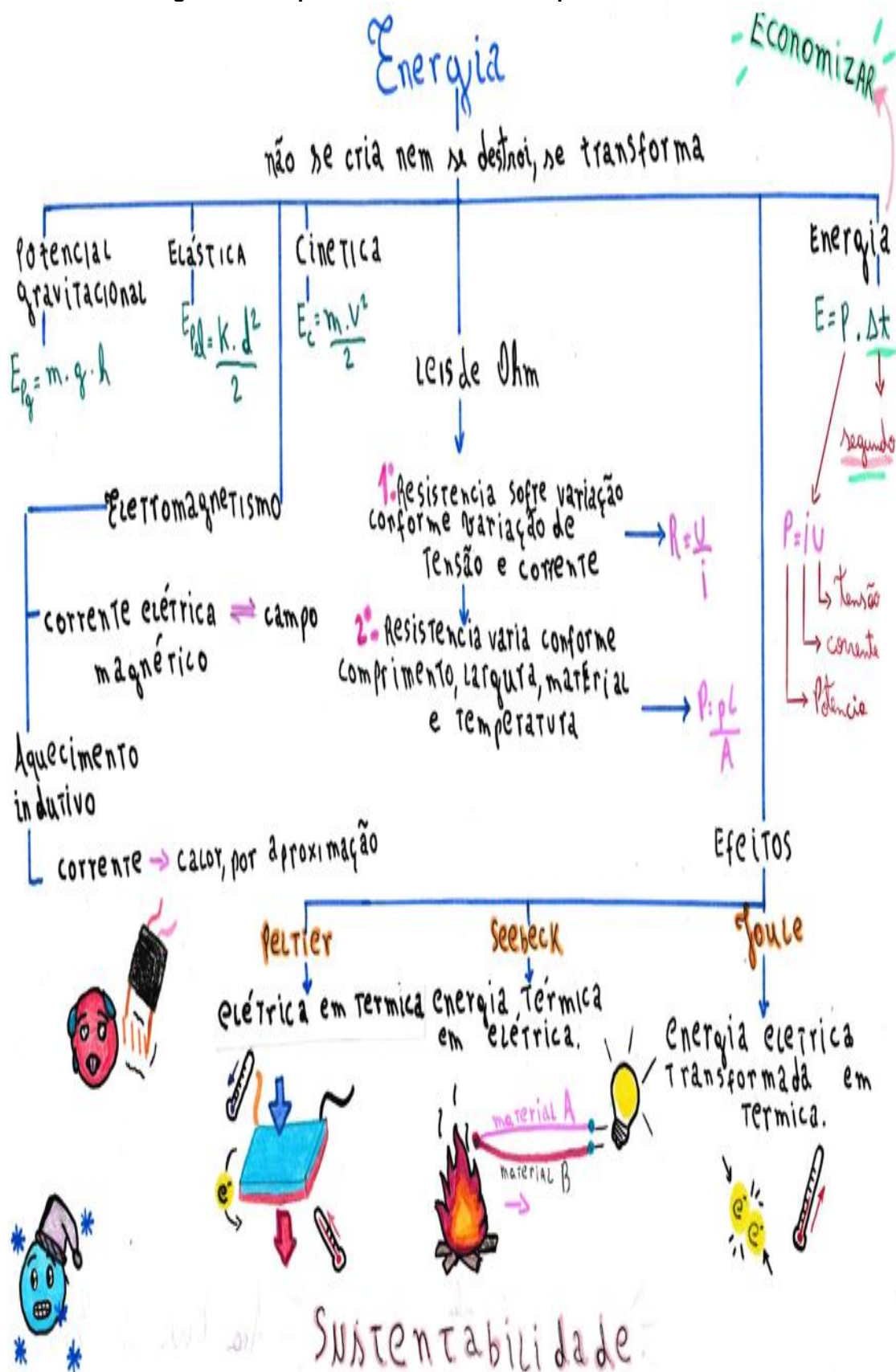


Figura 30 – Mapa conceitual construído pelo aluno 3A.

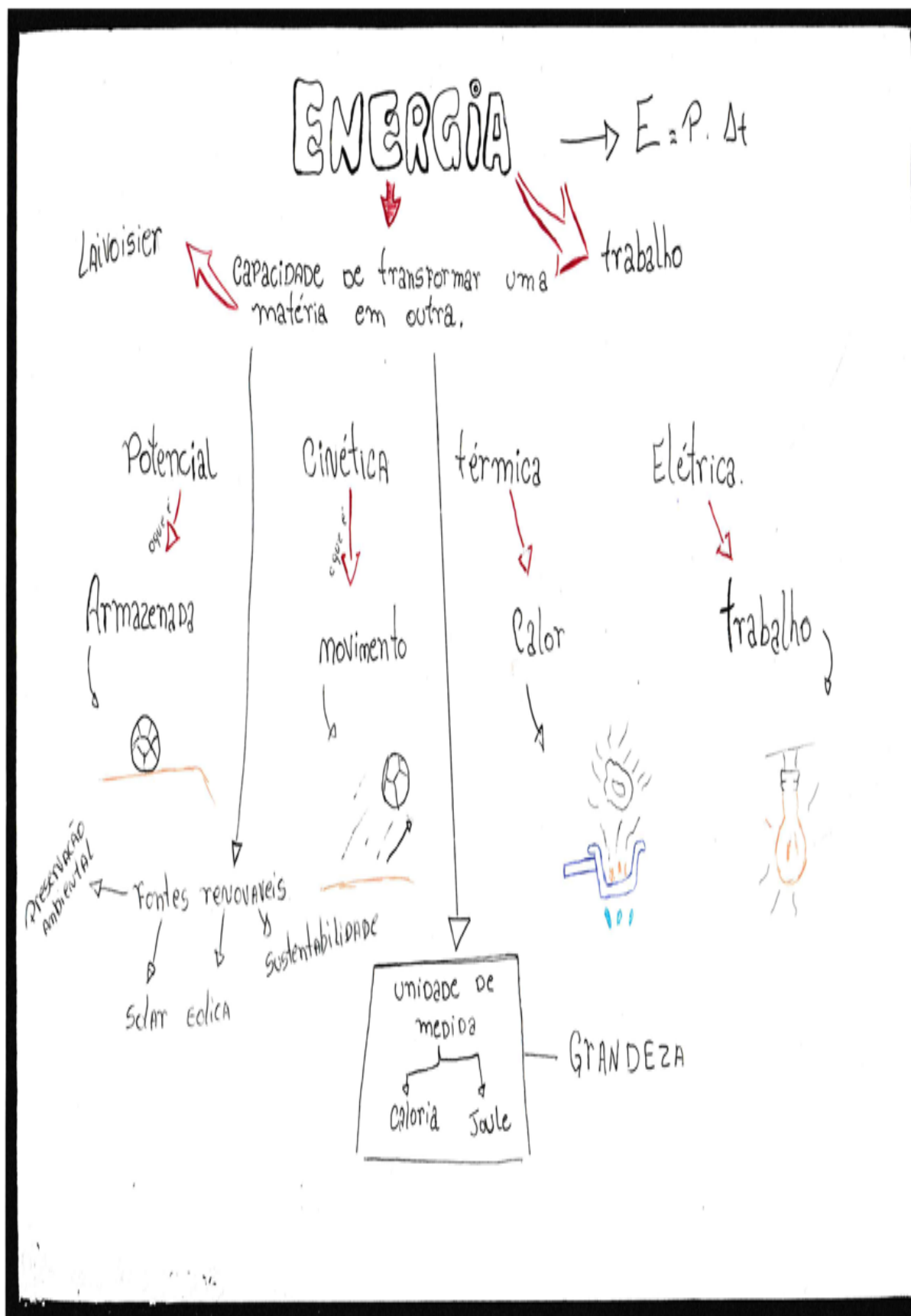


Figura 31 - Mapa conceitual construído pelo aluno 9A.

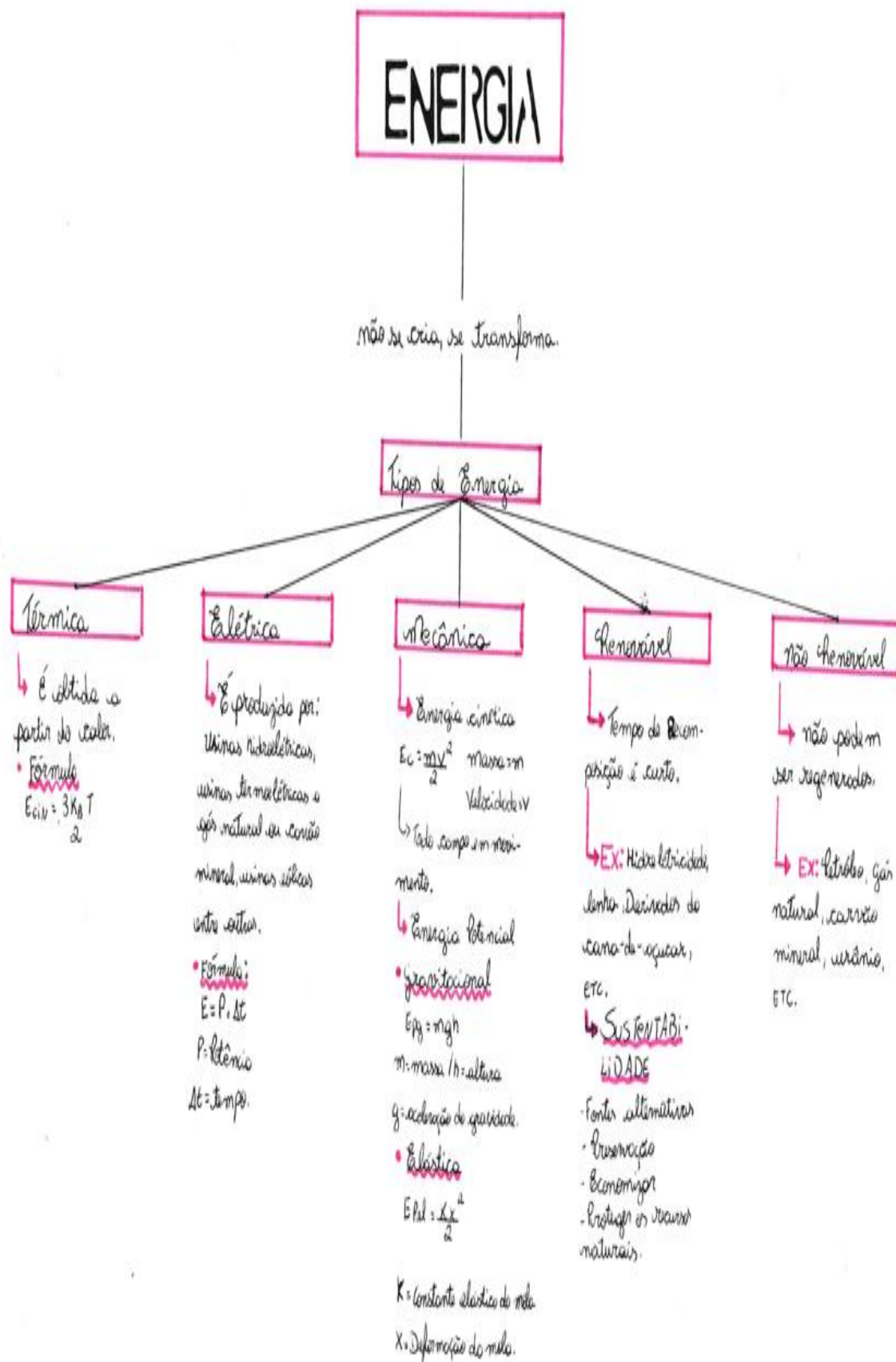
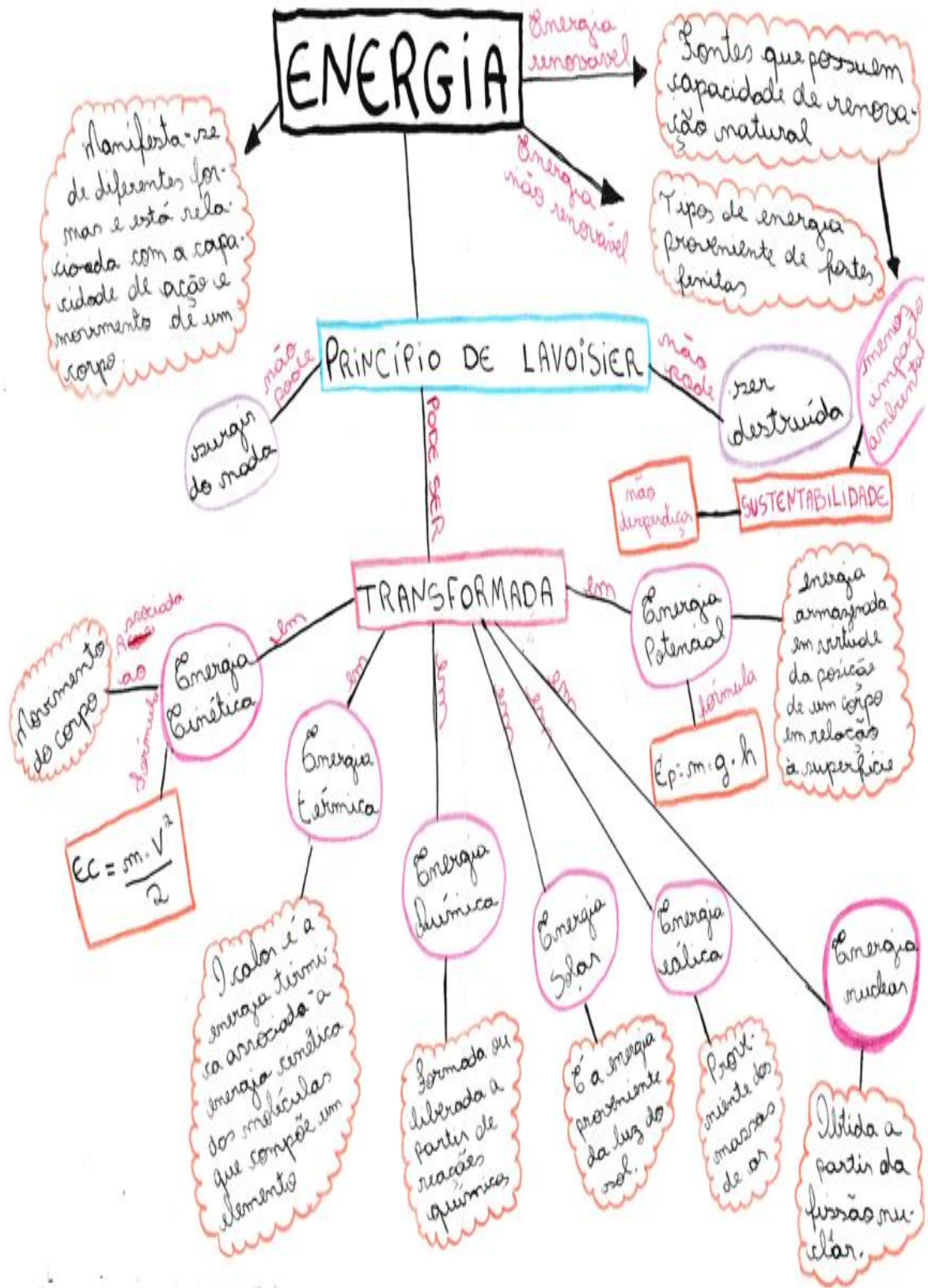


Figura 32 - Mapa conceitual construído pelo aluno 1B.

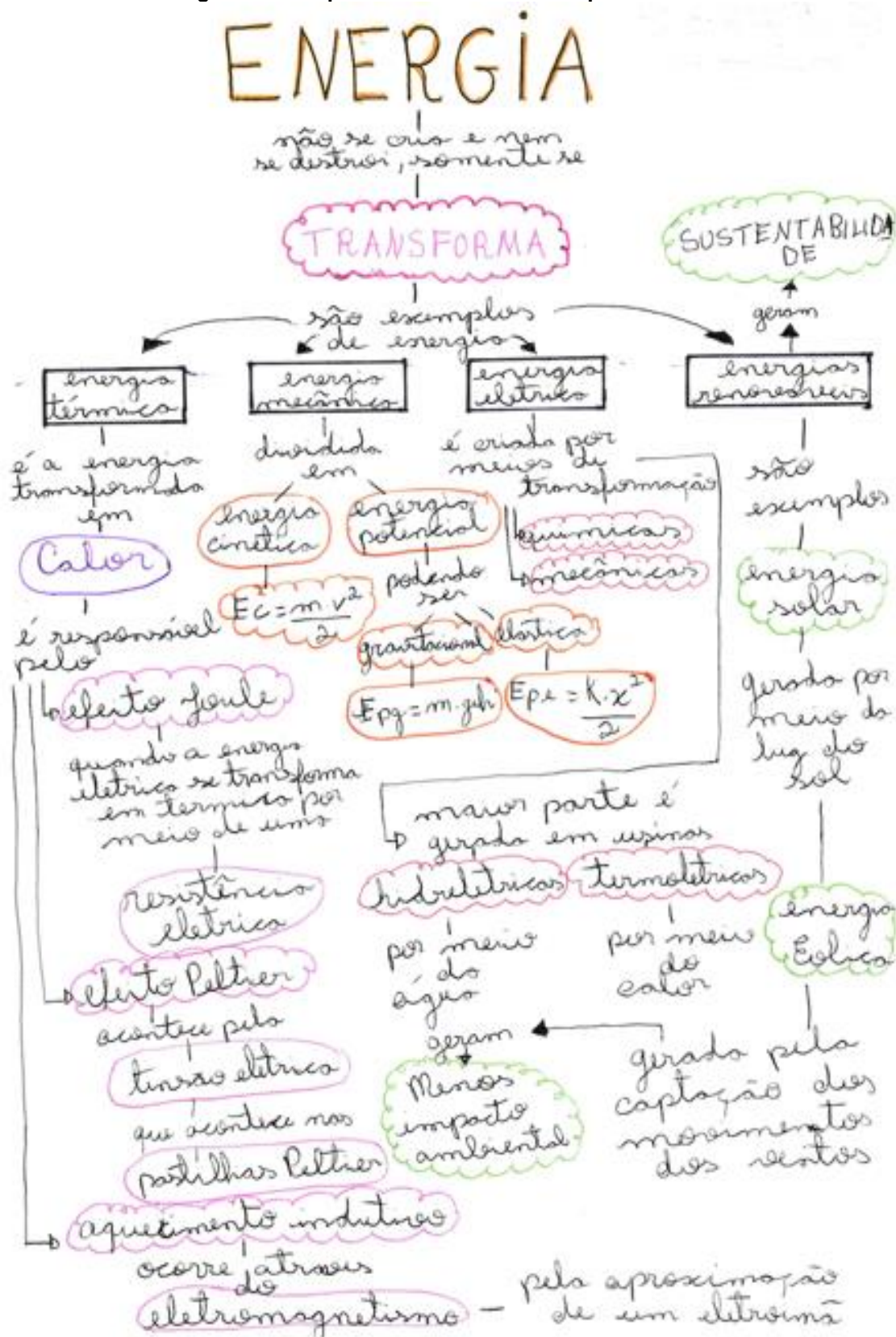


Figura 33 - Mapa conceitual construído pelo aluno 3B.



Fonte: Aluno 3B (2021).

Figura 34 – Mapa conceitual construído pelo aluno 5B.



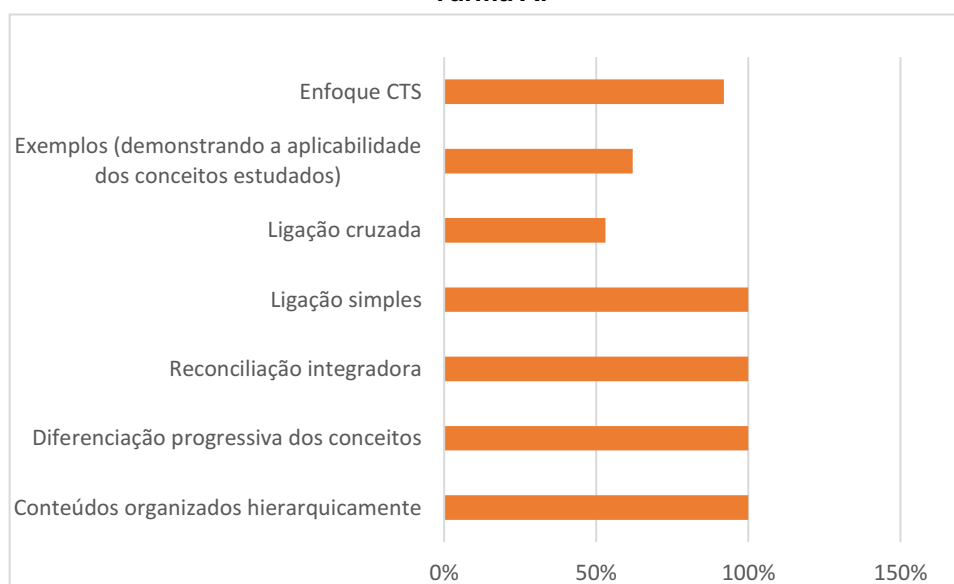
Segundo Gomes (2021), a avaliação feita por meio dos mapas conceituais dá liberdade aos alunos para que os mesmos expressem e organizem suas ideias à sua maneira. Quando os conceitos diferem em grau de inclusão e generalização, evidenciam elementos de que houve um aprendizado.

Para avaliarmos os mapas conceituais elaborados pelos estudantes, utilizamos os critérios citados por Novak, Gowin, Gomes, Batista e Fusinato, os quais citam tais critérios em diversas publicações sobre mapas conceituais:

- Conteúdos organizados hierarquicamente, dos conceitos mais amplos para os mais específicos;
- Diferenciação progressiva dos conceitos;
- Reconciliação integradora: a relação que o aluno faz dos novos conceitos adquiridos com os conhecimentos prévios que já possuía;
- Ligação simples: mostra a relação simples entre conceitos em diferentes cadeias hierárquicas;
- Ligação cruzada: que amarra duas ou mais hierarquias;
- Exemplos: demonstrando a aplicabilidade dos conceitos estudados;
- Enfoque CTS (esse critério incluído por nós, pois trabalhamos os conceitos envolvendo assuntos relacionados a ciência, tecnologia e sociedade).

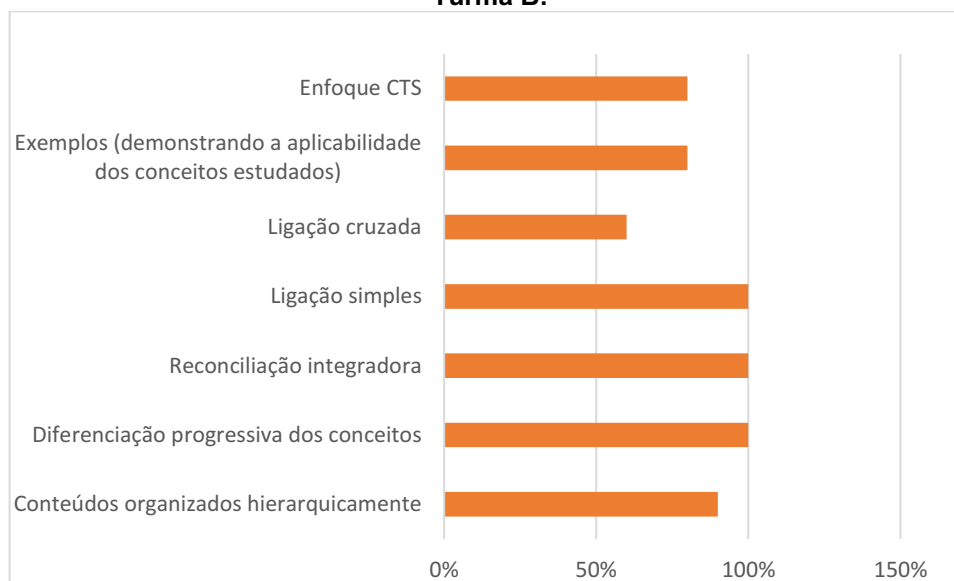
Nas Figuras 35 e 36 apresentamos os gráficos referentes a avaliação feita nos mapas conceituais de cada aluno, utilizando os critérios acima citados.

Figura 35 - Demonstrativo da incidência dos critérios analisados nos mapas conceituais da Turma A.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 36 - Demonstrativo da incidência dos critérios analisados nos mapas conceituais da Turma B.



Fonte: Autoria própria (2022).

Após análise realizada nos mapas dos estudantes, seguindo os critérios estabelecidos verificamos que na turma A 100% e na turma B 90% dos alunos organizaram os conteúdos nos mapas de forma hierárquica, partindo do conceito chave “ENERGIA”, especificando cada novo conceito inserido, respeitando uma conexão entre eles. Todos os alunos da turma A e da turma B fizeram a diferenciação progressiva dos conceitos, ou seja, todos conseguiram incorporar novos conceitos fazendo uma relação com os conceitos pré-inseridos.

A reconciliação integradora, que é a relação que os estudantes fizeram dos conhecimentos prévios que já possuíam, os quais foram citados no questionário inicial, e os novos conhecimentos que adquiriram, também ocorreu em 100% dos mapas em ambas as turmas, A e B. Todos os alunos conseguiram fazer uma ligação do que conheciam com o que conheceram de novo nas aulas.

Ligações simples, mostrando a relação entre um conceito e outro foram realizadas por 100% dos alunos em ambas as turmas. No entanto, as ligações cruzadas, as quais representam uma amarra de dois ou mais conceitos, demonstrando uma maior interação entre as palavras, apareceu somente em 53% dos mapas da turma A, e em 60% nos mapas dos alunos da turma B. Os exemplos que apresentaram uma maior explicação dos conceitos, demonstrando a sua aplicabilidade, foram escritos por 62% dos alunos da turma A e 80% dos alunos da turma B.

O enfoque CTS pode ser observado nos mapas conceituais de 92% dos alunos da turma A e 80% dos alunos da turma B. Os alunos demonstraram que é preciso ter cuidado com o meio ambiente, que devemos utilizar a energia de forma consciente, utilizar recursos renováveis, não desperdiçar água e, ainda, surpreendemo-nos positivamente ao ver que a questão da sustentabilidade apareceu em quase todos os mapas, seguido de exemplos em muitos.

Sendo assim, podemos dizer que nosso objetivo com esta proposta de produto educacional que era o de tratar as transformações de energia nos efeitos Joule, Peltier e de indução eletromagnética, calcular o balanço energético e conscientizar os estudantes da importância de cuidarmos do meio ambiente, economizando energia e água, de uma forma mais dinâmica, saindo um pouco das aulas tradicionais, foram atingidos, o que nos deixa motivados, pois, vemos o quanto é importante para nós, como professores e como pessoas, investirmos em nossas formações. Sempre temos algo a aprender, e faz toda diferença em sala de aula a satisfação de olharmos a autoavaliação dos alunos no final da aplicação do produto e encontrarmos comentários como os apresentados nas Figuras 37 a 43.

Figura 37 – Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 12A.

9) Avalie criticamente as aulas que tivemos juntos, pontos positivos, pontos negativos, sua opinião é muito importante:

Com certeza essas aulas de física me fizeram gostar mais e me interessar pela matéria. Não faltou nada.

Fonte: Aluno 12A (2021).

Figura 38 – Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 3A.

A teoria foi explicada pelas aulas práticas, o que facilitou o entendimento, principalmente ao comparar com assuntos da mesma qualidade.

Fonte: Aluno 3A (2021).

Figura 39 – Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 5A.

Eu adorei as aulas, principalmente as práticas no laboratório. Sempre tive muita dificuldade em entender efetivamente o conteúdo, não gostava da matéria de física. Hoje consigo entender bem o tema, e acho a matéria muito interessante. Não vi pontos negativos.

Fonte: Aluno 5A (2021).

Figura 40 – Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 1B.

As aulas sempre foram claras e objetivas, nos métodos e que é importante a física é, aulas animadas que nos fazem prestar mais atenção, por conta da dedicação e ~~dedicação~~ (entusiasmo) do professor.

Fonte: Aluno 1B (2021)

Figura 41 – Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 2B.

Acho que a maneira que nos explica e as aulas do laboratório são ótimas, entendi a importância da energia na nossa vida, e que a economia é muito importante.

Fonte: Aluno 2B (2021)

Figura 42 – Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 7B.

As aulas foram muito boas, e aqui me fiz melhor entender a física foi o Prof. Luiz Vitorino com o apoio do laboratório e seu trabalho no trabalho, obrigado Prof. Seno por me fazer entender a física, Tom Babin Rauber e sem dúvida é o melhor professor não há quem duvide.

Fonte: Aluno 7B (2021)

Figura 43 – Resposta da questão 9, avaliação das aulas, aluno 9B.

Todas as aulas, práticas e teóricas, são de muito apreço. Contribuíram de uma forma excelente para minha formação, deixando mais agradável as aulas com a parte prática.

Fonte: Aluno 9B (2021).

Os comentários dos alunos nos mostram como é importante trabalharmos de forma diferenciada. Nesse sentido, todas as metodologias são importantes ferramentas, pois, temos em nossas salas de aulas educandos diferentes, que aprendem de forma diferente, cada um é um ser único, de forma que até mesmo as aulas expositivas e tradicionais são importantes. Com base nessas premissas, neste produto educacional utilizamos desde questionários para o levantamento dos conhecimentos prévios até os mapas conceituais para a avaliação final, sendo que todos esses instrumentos se demonstraram de grande valia para o processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente produto educacional é o resultado de trabalhos baseados nas teorias da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Moreira, estudos que demonstraram eficácia na utilização de ferramentas que podem apresentar indícios de uma aprendizagem realmente significativa.

A forma como a presente UEPS foi organizada, diversificando as atividades, desde a exposição inicial do assunto que iremos trabalhar, passando pelo levantamento dos conhecimentos prévios, os quais conseguem fazer com que os alunos relembrem sobre o que aprenderam e o que conhecem, mesmo de uma forma sucinta, o que nos auxilia nas elaborações das nossas atividades, até as avaliações finais, presentes na última etapa da UEPS, nos possibilita verificar, com a conclusão deste trabalho, que temos indicativos de que houve uma aprendizagem significativa com a aplicação desta UEPS. Entretanto, só podemos dizer que temos indicativos, pois, para verificar se realmente houve uma aprendizagem significativa seria necessário, após alguns anos, encontrar esses alunos e realizar uma nova verificação sem tratarmos novamente do assunto, verificando se os educandos irão se lembrar dos conceitos, indicando assim que realmente ocorreu uma aprendizagem significativa.

No confronto entre os conhecimentos iniciais e os finais, recolhidos por meio de questionários, ficou evidente que os alunos entenderam o que é energia, agregaram o conceito de energia térmica, a grande maioria dos alunos passaram a compreender que é possível transformar uma forma de energia em outra e a relação entre energia e meio ambiente foi consolidada, contemplando assim a perspectiva CTS.

Quanto aos mapas conceituais, podemos dizer que os mesmos representam uma excelente ferramenta a ser utilizada como avaliação, pois, os alunos não se sentem oprimidos como nos modelos avaliativos tradicionais, ficando livres para usar a imaginação e expressar o que aprenderam de uma forma diferente. Inclusive foi observado que os estudantes se divertiram colorindo e fazendo as ligações entre os conceitos. Através dos mapas também ficou evidente que o enfoque CTS utilizado no produto, principalmente nos vídeos, teve retorno. Os alunos tomaram consciência de que precisam cuidar do meio ambiente, gastar menos água e energia elétrica, enfim, utilizar os recursos naturais de forma racional. Além disso, os critérios de

aprendizagem significativa por meio de diferenciação progressiva e reconciliação integradora apareceram nos mapas produzidos pelos estudantes.

Este trabalho, assim como todas as disciplinas cursadas no mestrado, contribuiu significativamente para um melhor desempenho das aulas desta pesquisadora. Com as metodologias ativas, simuladores e diversas práticas que aprendemos durante esta formação, conseqüentemente as aulas estão mais dinâmicas e potencialmente significativas para os estudantes. Este programa com certeza, faz diferença em nossas vidas profissionais.

Por fim, esperamos que com esta proposta possamos contribuir com os demais professores de Física, os quais possam replicar este trabalho com seus alunos, adaptando-o às suas realidades de forma que consigam atingir os mesmos ou ainda melhores resultados dos que aqui foram por nós obtidos.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO.** Disponível em <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 24 de dez. de 2021.
- 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.
- ATAIDES, A. D. **A utilização da plataforma arduino no ensino de física: medindo carga e energia armazenada em associações de capacitores.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26263>. Acesso em: 20 set. 2021.
- 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.
- AVELAR, Â.M.F. de.; NASCIMENTO, M. do C. do.; PEREIRA, M. de F. do N.; SILVA, L. da C. O uso de atividades experimentais no ensino de física com materiais de baixo custo. **V CONEDU**, 2018.
- 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, G.; PREVIDELI, J.A. **Balances de massa e energia aplicados a produção industrial de formaldeído.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alfenas, campus avançado Poços de Caldas. Minas Gerais, 2015. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/engenhariaquimica/system/files/imce/TCC_2015_1/TCC-2%20Jessica%20e%20Gislene.pdf. Acesso em: 12 set. 2021.
- BATISTA, M.C.; GOMES, E.C. **Diário de campo, gravação em áudio e vídeo e mapas conceituais.** *In.*: MAGALHÃES JR., C. A. O; BATISTA, M. C. Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências. Maringá: Gráfica e editora Massoni: 2021.
- BATISTA, M. C.; SCHIAVON, G. J.; BATISTA, D. C. **Física Geral.** Maringá-Pr.: 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.

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. de 2020.

BOURDIEU, P. O campo científico. *In*: ORTIZ, Renato (org.). **Bourdieu – Sociologia**: coleção grandes cientistas sociais, vol. 39. São Paulo: Ática, 1983.

CAMPOS, F.R.G. **Ciência, tecnologia e sociedade**. Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2010.

CAMPOS, F.R. **A robótica para uso educacional**. São Paulo: SENAC, 2019.

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.

DOURADO, S.; RIBEIRO, E. Metodologia qualitativa e quantitativa. *In*: MAGALHÃES JR., C. A. O; BATISTA, M. C. **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Maringá/Pr: Gráfica e editora Massoni: 2021.

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

FONTANA, F.; ROSA, M. P. Observação, questionário, entrevista e grupo focal. *In*: MAGALHÃES JR., C. A. O; BATISTA, M. C. **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Maringá/Pr: Gráfica e editora Massoni: 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 37. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

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.

GIL-PEREZ, D. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

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.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2053>. Acesso em: 20 jan. 2021.

GOMES, E. C. **Contribuições de metodologias ativas para o ensino de física 3 em um curso de engenharia eletrônica**. 2021. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2021. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6135>. Acesso em: 20 jan. 2022.

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.

LANA, H.C. **Projetos Maker**. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2018.

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

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da 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**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V**. Porto Alegre: Edição do autor, 2006.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**. v.32, n. 94, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152679>. Acesso em: 18 de ago. de 2021.

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.

ROSA, C. T. W.; BATISTA, M. C. **A pesquisa e os produtos educacionais nos programas profissionais**. In.: MAGALHÃES JR., C. A. O; BATISTA, M. C. Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências. Maringá/Pr: Gráfica e Editora Massoni: 2021.

ROSA, C.W.; ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005.

Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf.
Acesso em: 25 maio 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.

VIEIRA, T. F. **Estudo de uma proposta didática interdisciplinar para o ensino de física e astronomia no ensino médio**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021.
Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26263>. Acesso em: 22 maio 2021.

APÊNDICE A - Produto Educacional

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

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

CAMPO MOURÃO

2022

VIVIANE DZIUBATE PITTNER

**UEPS - UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA
DISSIPACÃO 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

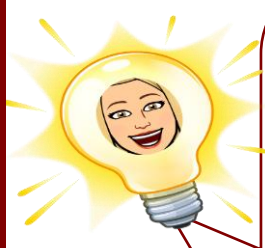
Objetivo: - Explicar o tema a ser trabalhado.

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	Consumidor	Leitura	kWh	Dia	Mês	21	01/04/2009	Banco	Agência	Município
7131312	951672	7295	260	31	03			222	999-7	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.

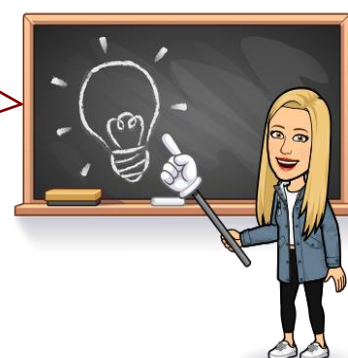


Figura 2: *Print Screen* da Tela Inicial do vídeo no Youtube.



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) = $t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$

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?

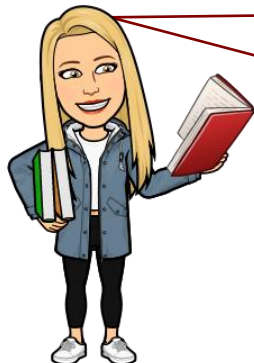
2. Um aquecedor ligado a uma fonte de 110 V consome 10 A. Sem considerar a perda térmica do reservatório, deve aquecer 5 litros de água mudando sua temperatura de 15°C para 80°C. Qual é o tempo necessário para essa mudança?

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>$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$ = 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).

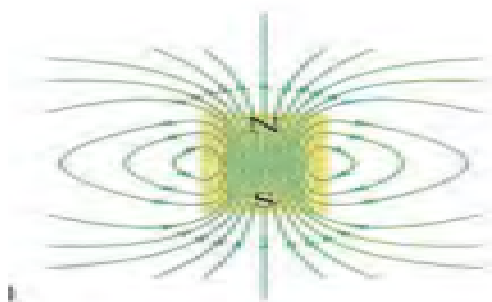
Embora tenhamos iniciado nossa abordagem com o aspecto eletromagnético, devemos destacar que tanto o campo elétrico (\vec{E}), quanto o magnético (\vec{B}) existem na natureza, isoladamente. No caso dos campos elétricos, como é elementar e amplamente conhecido, tais campos são provenientes de qualquer 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 $\text{sen}(\phi)$

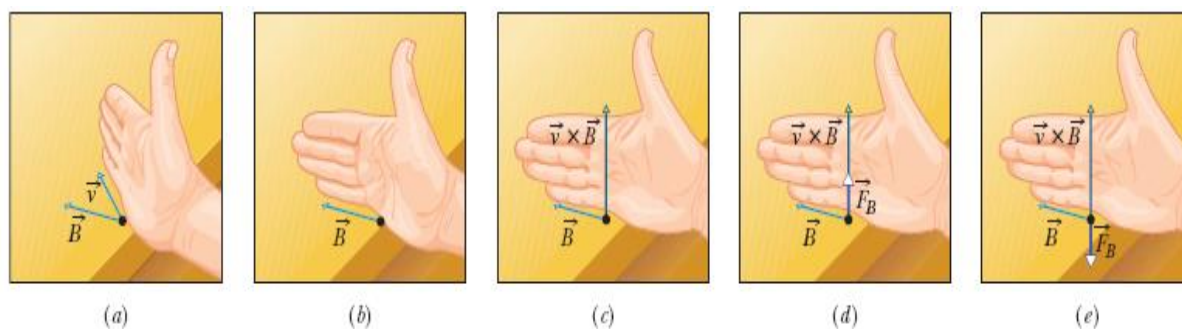
$$F_B = |q| v B \text{sen}(\phi)$$

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:

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

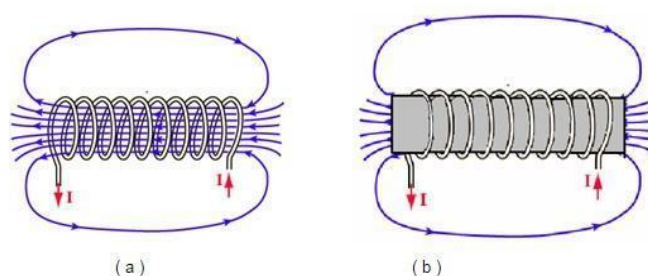
Onde ϕ é o ângulo formado entre o segmento de fio L e o campo magnético B. Se o Campo magnético (\vec{B}) for perpendicular ao fio, temos $\text{sen}(90^\circ) = 1$, podendo escrever uma forma generalizada da equação, bem como foi feito para a partícula se movendo sob a influência de um campo magnético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

<http://www.eletronica24h.net.br/images/CursoCAaula04Figura01a.jpg>.

Disponível

em:
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).

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

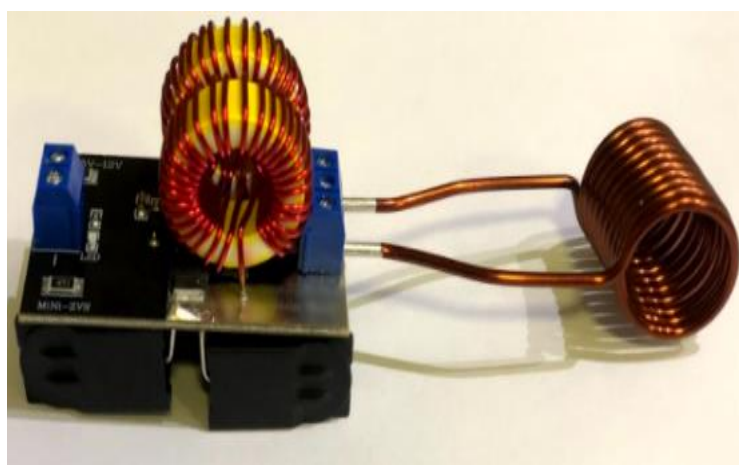
Podendo tal fenômeno ser observado no funcionamento de um gerador elétrico, no qual, fazendo uso do fenômeno da indução, somos capazes de produzir energia elétrica.

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;

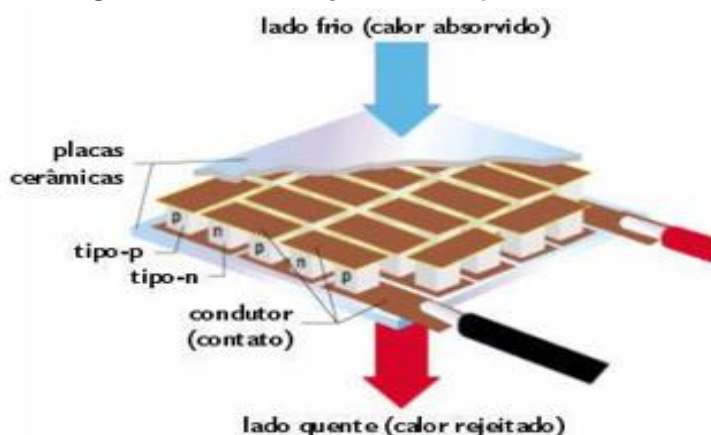
Q_p , o calor produzido ou absorvido.

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).

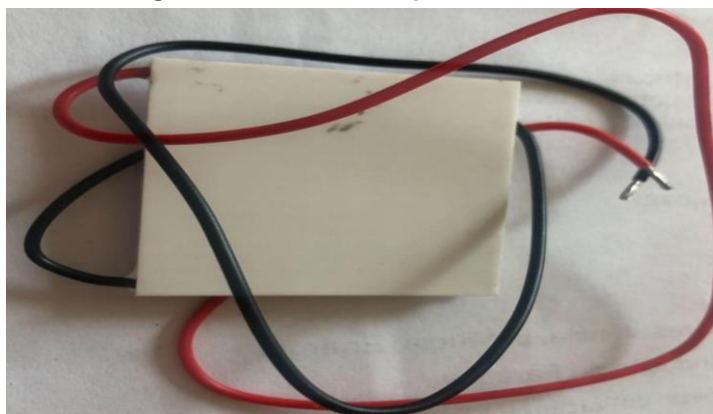
Conforme versam Oliveira, Lesmann e Santin (2021), o processo pela pastilha Peltier ocorre da seguinte forma: uma corrente passa pelos elementos (tipo-n a tipo-p), gerando assim a redução da temperatura (absorção). O calor absorvido é transferido por meio do transporte de elétrons para o outro lado, 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.

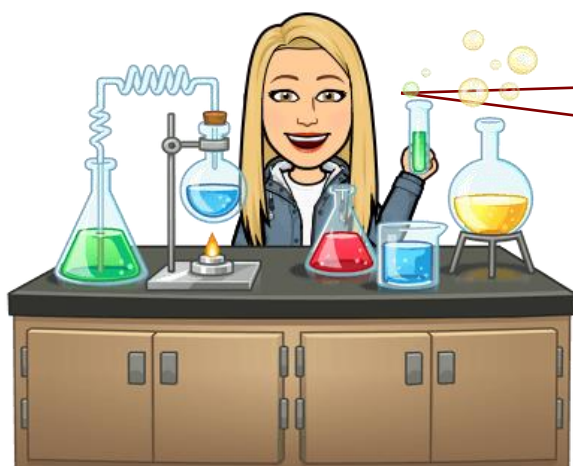
Balço energético é o quanto de trabalho um sistema pode realizar utilizando uma determinada quantidade de energia. Para cálculos de balanço energético em um sistema levamos em consideração o estado inicial e final do processo, sendo também verificada a energia transferida do sistema para as vizinhanças,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

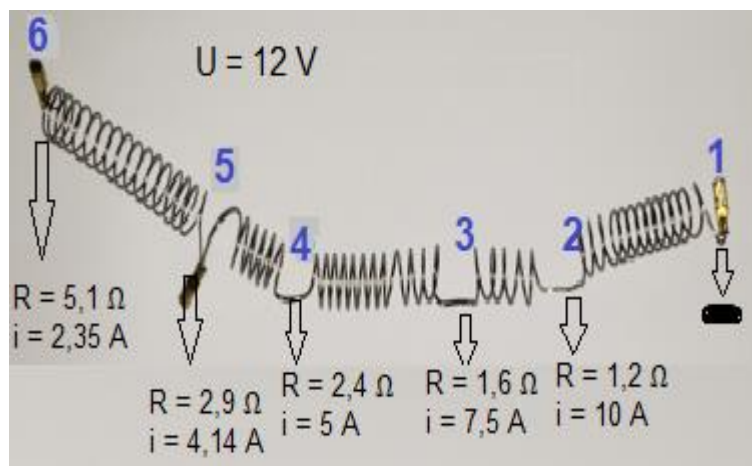
- Becker	<p>Figura 12: Foto de um Becker</p>  <p>Fonte: Autoria própria (2021).</p>
- Fios de conexão	<p>Figura 13: Foto de fios de conexão</p>  <p>Fonte: Autoria própria (2021).</p>

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: $U = 12 \text{ V}$, $R = 1,2 \Omega$ 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: $U = 12 \text{ V}$, $R = 1,6 \Omega$ 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: $U = 12 \text{ V}$, $R = 2,4 \Omega$ 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: $U = 12 \text{ V}$, $R = 2,9 \Omega$ 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.



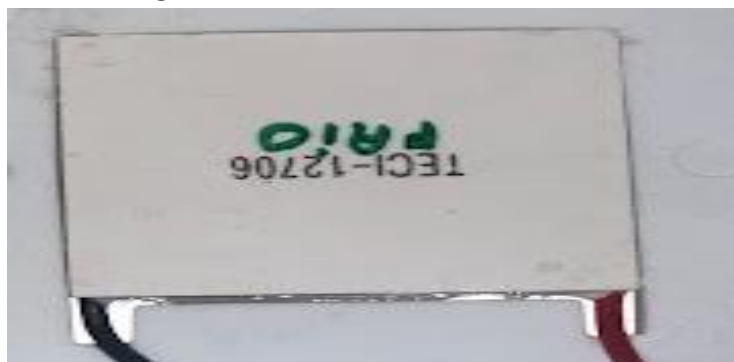
ATIVIDADE PRÁTICA 2

Aquecedor de água por Efeito Peltier

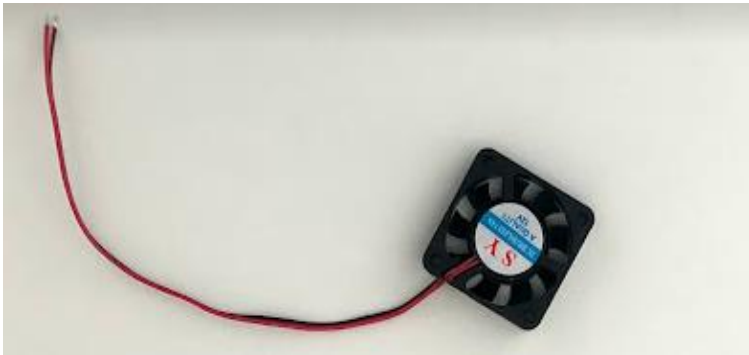
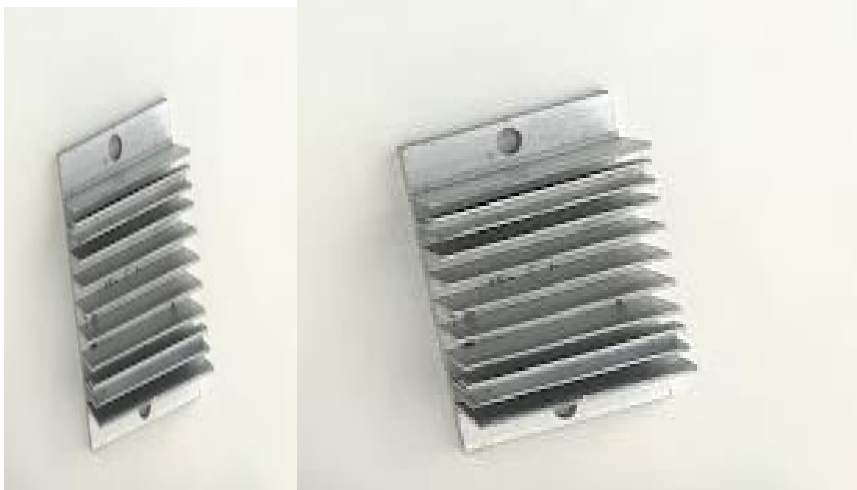

Materiais necessários:

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:

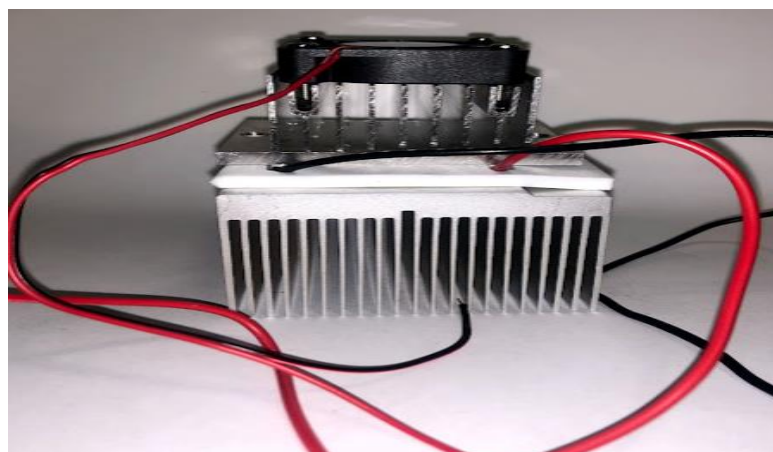
Figura 25: Dissipador de calor maior, Pastilha Peltier, EVA, dissipador de calor menor e cooler.



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 $i = 5 \text{ A}$

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

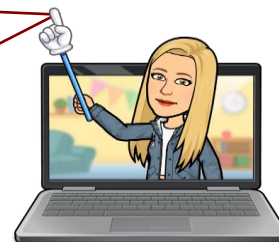
$$300 \cdot 1,5 \cdot 4,18 = 5 \cdot 12 \cdot \Delta t$$

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



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.

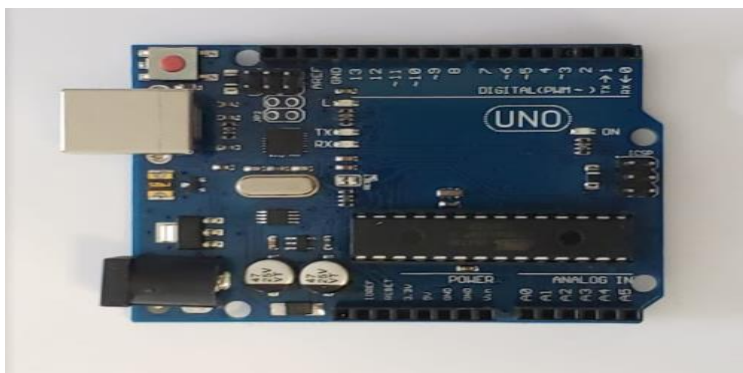


Sistema de medida com Arduino:

Materiais necessários:

- Uma placa arduino UNO:

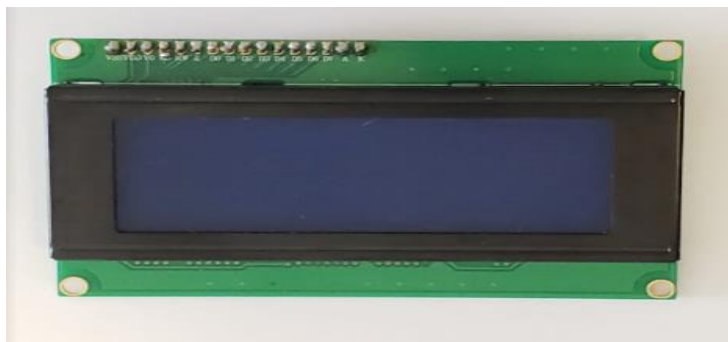
Figura 27: Foto de um arduino UNO



Fonte: Autoria própria (2021).

- Um display LCD 20 x 4 Backlight Azul

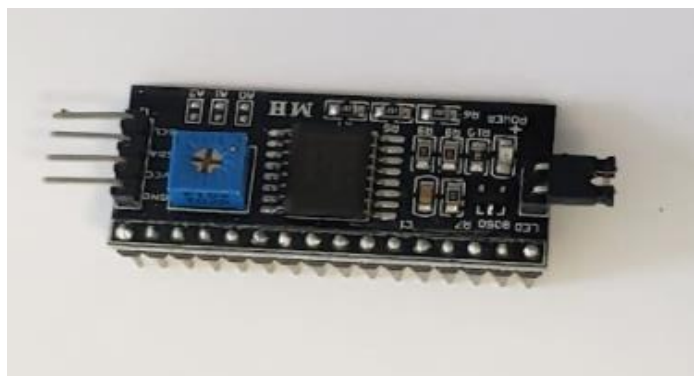
Figura 28: Foto de um display LCD 20 x 4



Fonte: Autoria própria (2021).

- Um módulo I2C

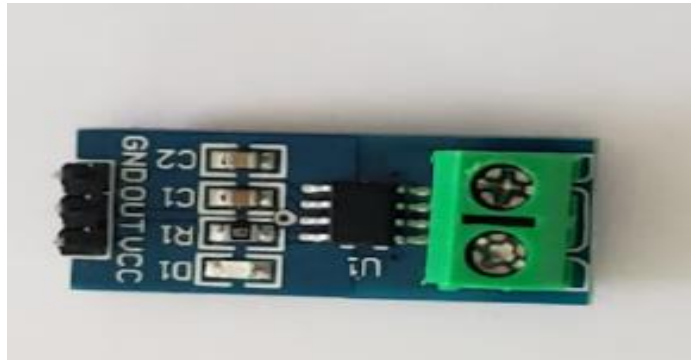
Figura 29: Foto de um módulo I2C



Fonte: Autoria própria (2021).

- Um sensor de corrente Acs 712, 30 A

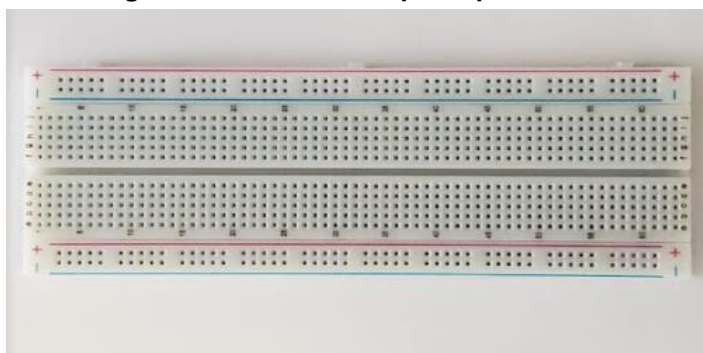
Figura 30: Foto de um sensor de corrente Acs 712, 30^a



Fonte: Autoria própria (2021).

- Uma Placa Protoboard

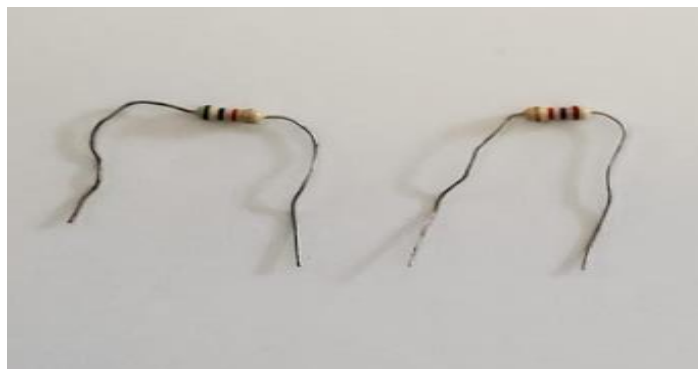
Figura 31: Foto de uma placa protoboard



Fonte: Autoria própria (2021).

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

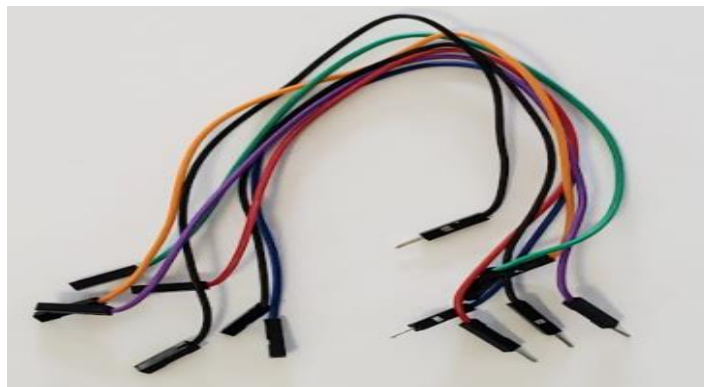
Figura 32: Foto de dois resistores



Fonte: Autoria própria (2021).

- Sete Jumpers macho-fêmea

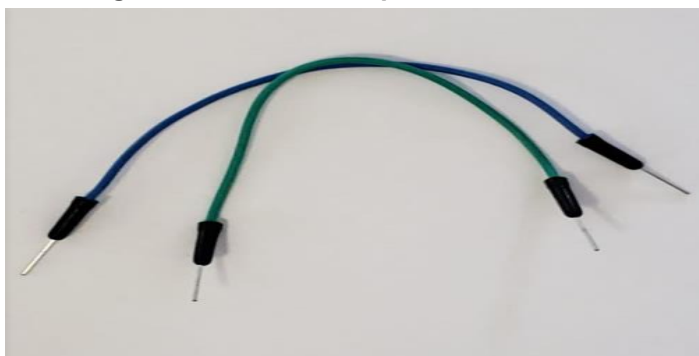
Figura 33: Foto de Jumpers macho-fêmea



Fonte: Autoria própria (2021).

- Dois Jumpers macho-macho

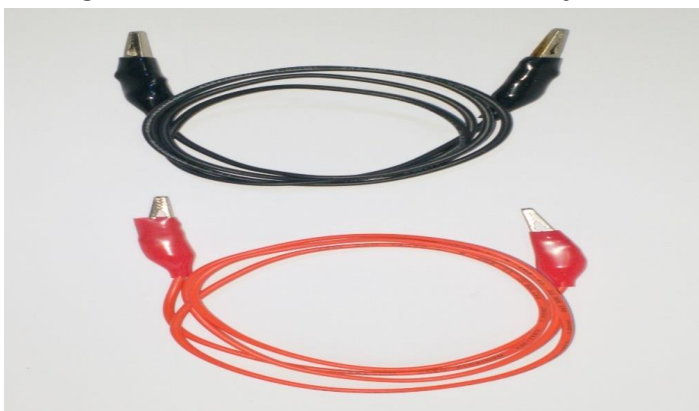
Figura 34: Foto de Jumpers macho-macho



Fonte: Autoria própria (2021).

- Dois cabos de conexão com jacarés nas pontas

Figura 35: Foto de fios de conexão com jacarés

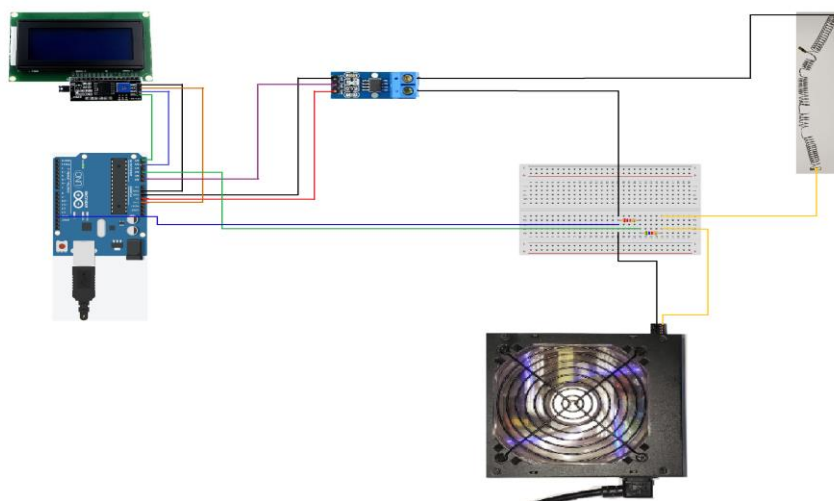


Fonte: Autoria própria (2021).

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 kWhs
float x=0; //variável que armazena o valor kWhs
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;

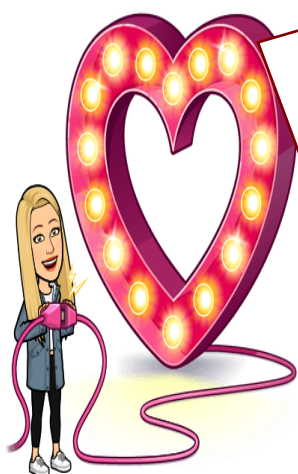
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Corrente :");
lcd.print(valorCorrente, 3);
lcd.print(" A ");
lcd.setCursor(0,2);
Potencia = valorCorrente * tensao;
```

```
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 kWs  
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

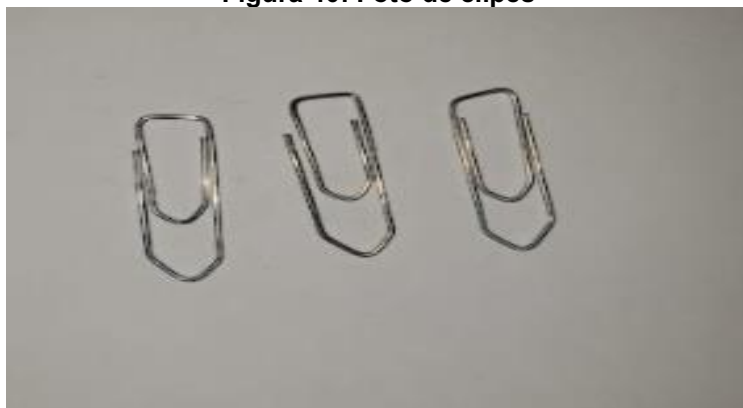
Construção de um Eletroímã

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).

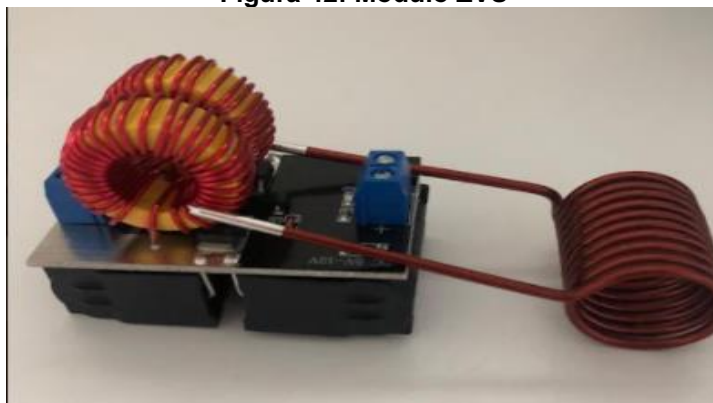
ATIVIDADE PRÁTICA 4

Aquecimento por indução

Materiais necessários:

- Módulo ZVS

Figura 42: Módulo ZVS



Fonte: Autoria própria (2021).

- Chaves de fenda de vários tamanhos

Figura 43: Foto de chaves de fenda e philips



Fonte: Autoria própria (2021).

- LED ligado a um fio

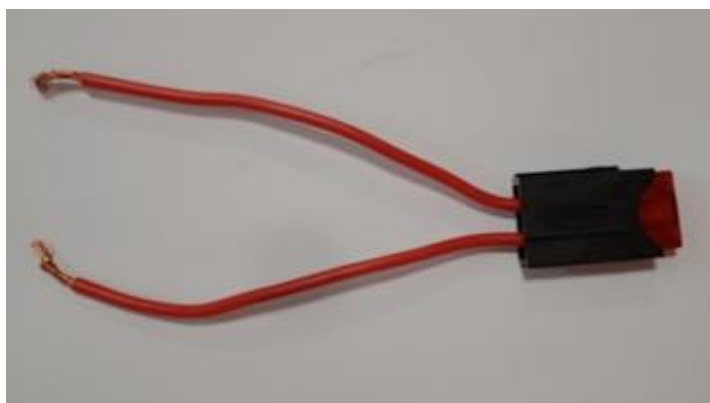
Figura 44: Foto de um LED conectado a um fio



Fonte: 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



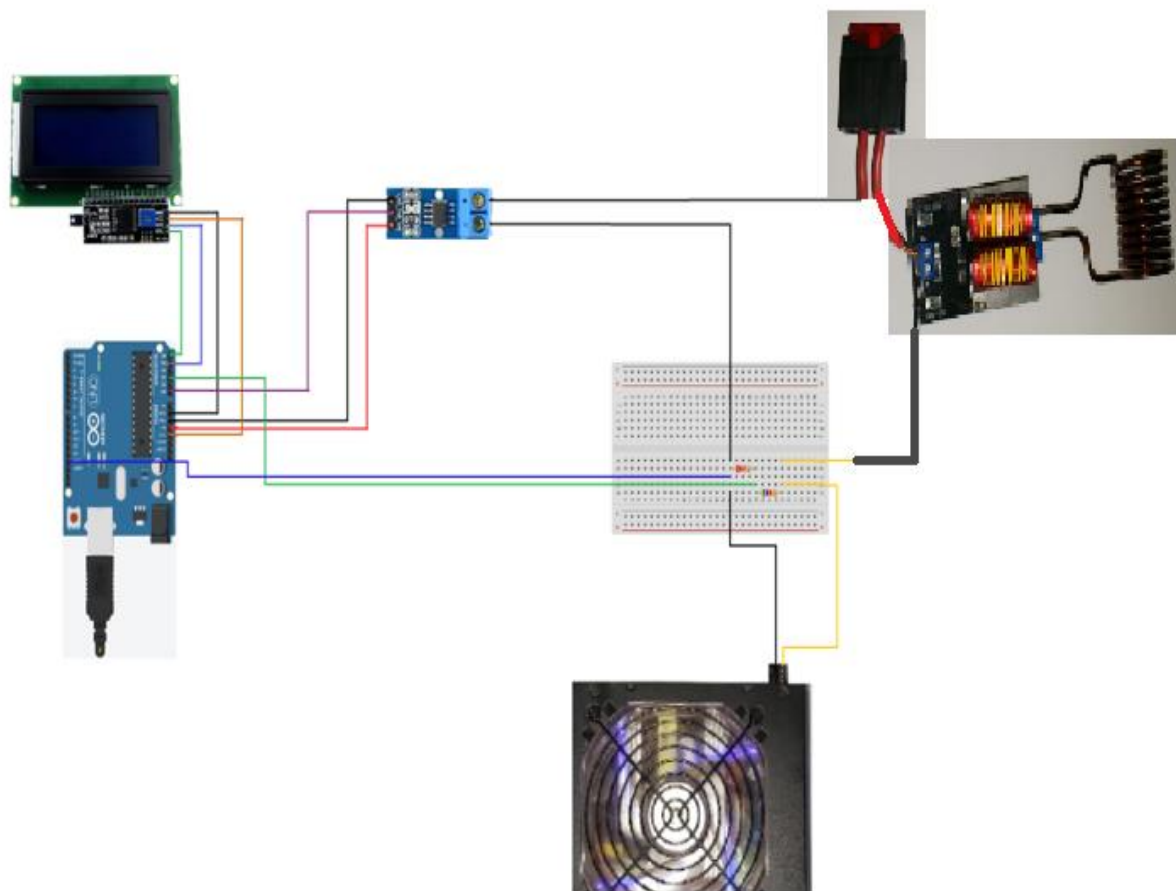
Fonte: Autoria própria (2021).

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:

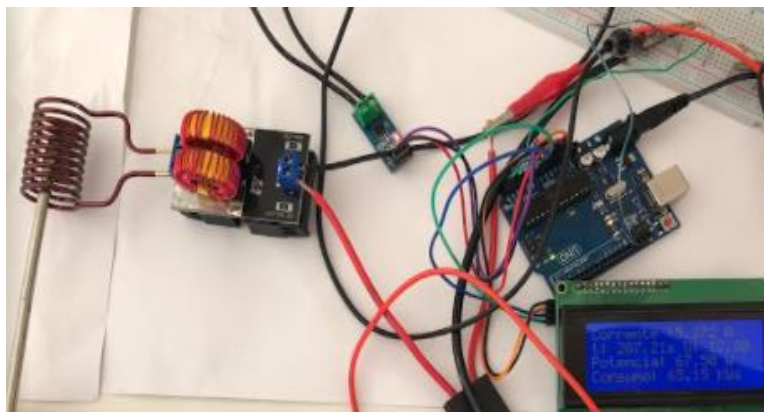
Figura 47: Diagrama de conexão do arduino com módulo ZVS.



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.

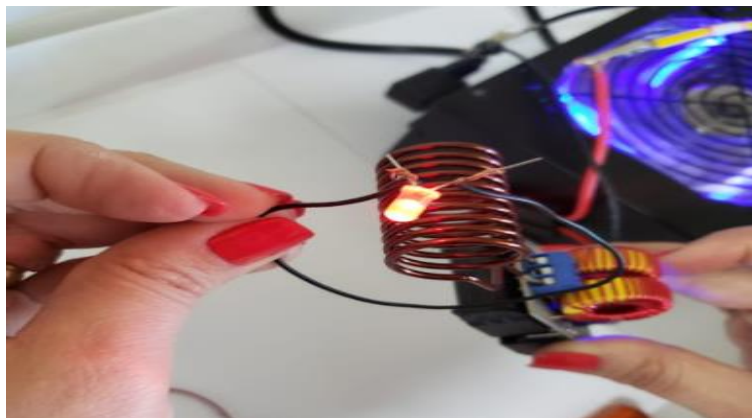
Figura 48: Aquecimento por Indução.



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).

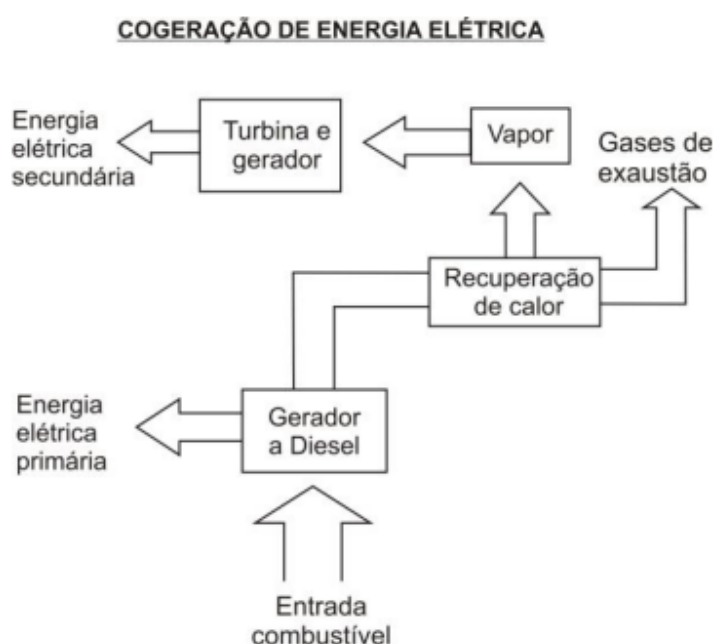
No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma Fonte:

- 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)”

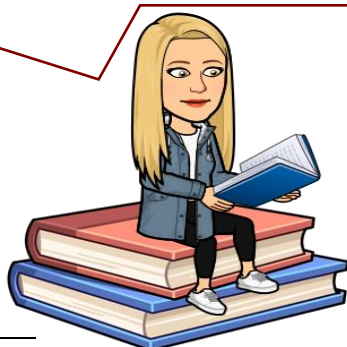
Converse com os alunos sobre a situação que estamos vivendo em relação a falta de água, a qual diretamente interfere na energia elétrica que utilizamos, sobre o valor que estamos pagando pela conta de energia em nossas residências e o que podemos fazer para ajudar a economizar energia.

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=SjyU2CQ29pl>. Acesso em: 26 de mai. de 2021(b).

ATIVIDADE 5

Questão problema final

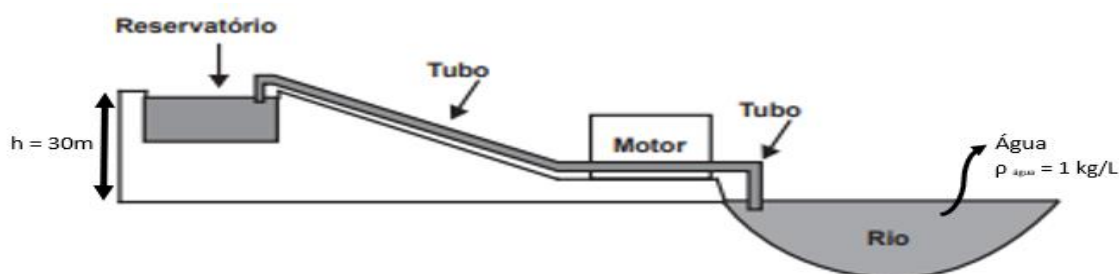
Situação hipotética!

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.

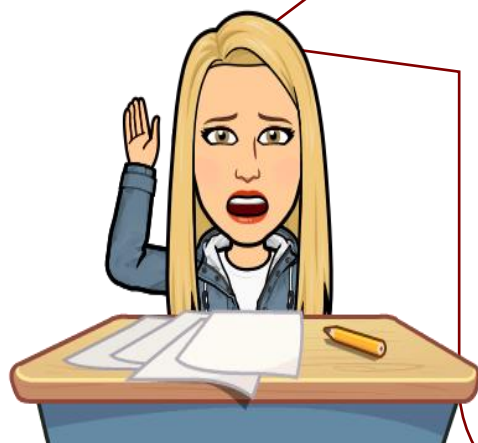
AULAS 11 e 12

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:

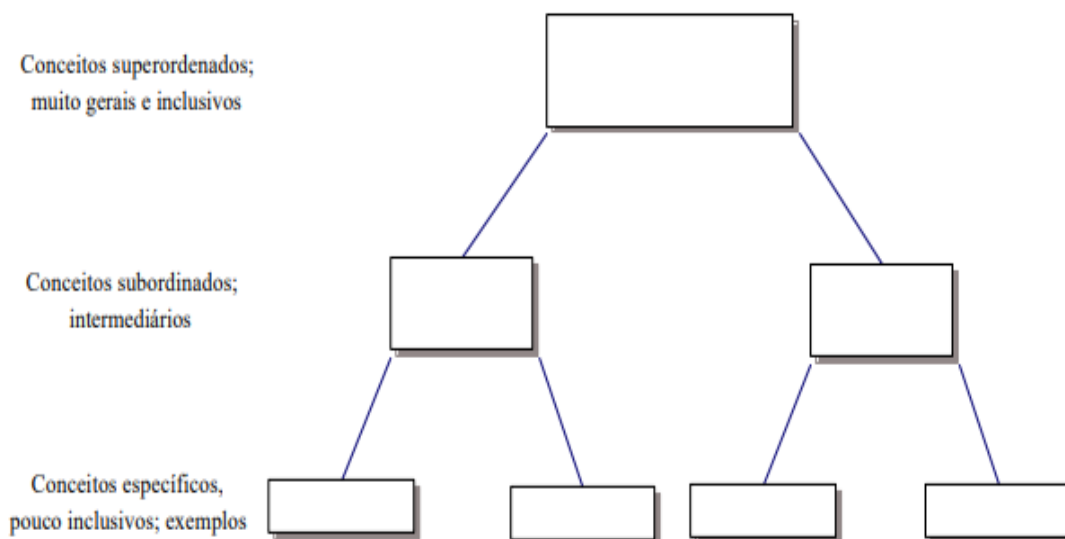
Novak e Gowin desenvolvem os mapas conceituais que, baseados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, visam a facilitar a aprendizagem por meio de uma metodologia que estrutura os conteúdos de forma fácil e dinâmica. Joseph

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=I-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	$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$
$E_p = m \cdot g \cdot h$	$P = \frac{3600 \cdot 10 \cdot 30}{3600}$
	$P = 300 \text{ W} = 3 \cdot 10^2 \text{ W}$