



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 62

DENYSSON MACÊDO DAMASCÊNO

**PRINCÍPIOS CIENTÍFICOS DE UMA CHOCADORA ELÉTRICA EM UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA ORIENTADA SEGUNDO UMA UEPS**

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

2024

DENYSSON MACÊDO DAMASCÊNO

**PRINCÍPIOS CIENTÍFICOS DE UMA CHOCADORA ELÉTRICA EM UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA ORIENTADA SEGUNDO UMA UEPS**

Dissertação apresentada ao Polo 62 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Coorientadora: Prof^a. Dra. Cristina Porto Gonçalves

D162p

Damascêno, Denysson Macêdo.

Princípios científicos de uma chocadeira elétrica em uma sequência didática orientada segundo uma UEPS. / Denysson Macêdo Damascêno, 2024.

163f.; il. color.

Orientador (a): Dr. Luizdarcy de Matos Castro.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2024.

Inclui referência F. 117 - 126.

Contem produto educacional.

1. Chocadeira artesanal. 2. Efeito Joule. 3. Física térmica. 4. Ensino de Física. 5. UEPS. I. Castro, Luizdarcy de Matos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. III. T.

Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos vinte e sete dias do mês de setembro de 2024, às 9h00, na sala 5, do módulo IV, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada "Princípios científicos de uma chocadeira elétrica em uma sequência didática orientada segundo uma UEPS", de autoria de Denysson Macêdo Damascêno, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo professor Dr. Luizdarcy de Matos Castro, orientador do mestrando e contou com a participação da professora Dra. Roberta D'Angela Menduni Bortoloti e do professor Dr. Ferdinand Martins da Silva, na condição de examinadores; tendo sido APROVADA. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue(enviada), na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.

Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Dr. Ferdinand Martins da Silva
Examinador interno

Profa. Dra. Roberta D'Angela Menduni Bortoloti
Examinadora externa

Denysson Macêdo Damascêno
Discente

Prof. Dr. Wagner Duarte José
Coordenador do PPG-MNPEF

2024



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



**PRINCÍPIOS CIENTÍFICOS DE UMA CHOCADORA ELÉTRICA EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA ORIENTADA SEGUNDO UMA UEPS**


AUTOR: DENYSSON MACÊDO DAMASCÊNO

DATA DE APROVAÇÃO: 27 DE SETEMBRO DE 2024


Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA


PROF. DR. LUIZ DARCY DE MATOS CASTRO
PRESIDENTE DA BANCA EXAMINADORA/ORIENTADOR


DR. FERDINAND MARTINS DA SILVA
EXAMINADOR INTERNO


PROFA. DRA. ROBERTA D'ANGELA MENDUNI BORTOLOTTI
EXAMINADORA EXTERNA

2024



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, orientação e providências.

Agradeço a minha mãe, Dida, e meu pai, Walter, por todo amor e suporte oferecidos desde a minha infância, guiando-me a permanecer dedicado aos estudos e sempre proporcionando apoio incondicional em todas as fases de minha vida.

Agradeço a minha avó, Dona Léo, por todas as orações e atenção.

Agradeço aos meus irmãos, Deise e Derval, que desde cedo assumiram o papel de guias e referências pessoais.

À minha querida e amada, Ana Julia, que me apoia em tudo, e não foi diferente no decorrer desta fase.

Agradeço aos meus sobrinhos, Esther, Lucas, Pedrinho e Pedro, por me aturarem nos momentos de estresse, em que precisava falar qualquer coisa com alguém, mesmo que por pouco tempo.

Agrdecido aos meus familiares, meus tios, primos, que entendiam minha ansiedade de me ver entrando e saindo dos cômodos repentinamente em intervalos de estudo e escrita.

Grato pela orientação dos professores Luizdarcy de Matos Castro e Cristina Porto Gonçalves, que além das inspirações, orientações e apoio durante o processo dessa dissertação, foram pilares em minha jornada acadêmica e referências na vida profissional.

Agradeço a todos os professores do MNPEF que tanto contribuíram, não só nas excelentes aulas, mas em experiências únicas durante esse período.

Agradeço aos meus colegas de turma por todo companheirismo, apoio e amizade.

Aos meus colegas de trabalho, tanto do CENAD quanto aos colegas do Polivalente do Pradoso, pelo apoio, especialmente nos momentos de pressão da aplicação da sequência didática.

Aos meus alunos, que sempre me respeitaram e apoiaram, e participaram da pesquisa.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela idealização do Programa MNPEF.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante todo o período de realização desse mestrado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) aplicada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, em uma escola localizada no bairro Pradoso, zona rural de Vitória da Conquista - BA, cujo foco é voltado para a física térmica envolvida no estudo da eletricidade. O objetivo foi investigar a eficácia da aplicação de uma sequência didática aplicada sob os preceitos de uma UEPS, idealizada por Marco Antonio Moreira, a fim de atingir a aprendizagem significativa segundo os preceitos de David Ausubel, em que o novo conhecimento deve interagir com aquele que o aprendiz já possui, gerando um novo significado a algo que se pretendia aprender. A UEPS apresenta parâmetros que orientam a aplicação de uma sequência que objetive a aprendizagem significativa crítica. Dentre as atividades da UEPS realizada destaca-se a confecção de uma chocadeira elétrica artesanal, que foi utilizada como ferramenta de estudo e investigação dos princípios físicos nela envolvidos. Após a aplicação foi possível verificar seu sucesso a partir das evidências de aprendizagem significativa crítica do que se pretendia ensinar, aferidas por meio de atividades e debates com os estudantes.

Palavras-chave: Chocadeira artesanal; Efeito Joule; Física térmica; Ensino de Física; UEPS.

ABSTRACT

This dissertation presents a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) implemented in a third-year High School class, at a school located in the Pradoso neighborhood, rural area of Vitória da Conquista - BA, focusing on the thermal physics involved in the study of electricity. The aim was to investigate the effectiveness of applying a didactic sequence based on the principles of a PMTU, devised by Marco Antonio Moreira, to achieve meaningful learning according to the precepts of David Ausubel, wherein new knowledge interacts with what the learner already possesses, generating a new meaning to something intended to be learned. The PMTU presents parameters that guide the application of a sequence aimed at critical meaningful learning. Among the PMTU activities, the crafting of an artisanal electric incubator stands out, which was used as a tool for studying and investigating the physical principles involved in it. After implementation, it was possible to verify its success through evidence of meaningful learning of what was intended to be taught, assessed through activities and debates with the students.

Keywords: Artisanal incubator; Joule Effect; Thermal physics; Physics teaching; PMTU.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de mapa conceitual	36
Figura 2: Fluxo de corrente	44
Figura 3: Cilindro de carga.....	45
Figura 4: Trecho do fio condutor.....	47
Figura 5: Resistividade de diferentes materiais.....	48
Figura 6: A diferença nas linhas de campo elétrico indica uma diferença no caminho da corrente	49
Figura 7: Analogia entre o movimento da bola e elétrons.....	52
Figura 8: Diferença entre mapas mentais e conceituais	57
Figura 9: Modelo de mapa conceitual	58
Figura 10: Experimento “atrito”, PhET Colorado	60
Figura 11: Fios elétricos de diferentes espessuras.....	60
Figura 12: Consumo de energia de um modelo de chuveiro	64
Figura 13: Informações técnicas sobre um chuveiro	65
Figura 14: Partes da apresentação – fios de diferentes espessuras	65
Figura 15: Cálculo da potência nominal.....	66
Figura 16: Mapa conceitual 1 de aluno	69
Figura 17: Mapa conceitual 2 de aluno	70
Figura 18: Mapa conceitual 3 de aluno	70
Figura 19: Estudantes respondendo ao questionário de sondagem	71
Figura 20: Resposta de aluno à primeira questão do teste de sondagem.....	72
Figura 21: Resposta de aluno à segunda questão do teste de sondagem.....	72
Figura 22: Resposta de aluno à primeira questão do teste de sondagem.....	72
Figura 23: Resposta de aluno à primeira questão do teste de sondagem.....	73
Figura 24: Resposta de aluno à terceira questão do teste de sondagem	74
Figura 25: Resposta de aluno à terceira e à quarta questão do teste de sondagem.....	75
Figura 26: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem	75
Figura 27: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem	76
Figura 28: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem	76
Figura 29: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem	76
Figura 30: Segunda parte do teste de sondagem	78
Figura 31: Experimento com palha de aço	80
Figura 32: Experimento com palha de aço	80
Figura 33: Experimento com palha de aço	80
Figura 34: Respostas de aluno ao questionário 2	81
Figura 35: Respostas de aluno ao questionário 2	81
Figura 36: Estudantes confeccionando mapas conceituais.....	84
Figura 37: Confeção de mapa conceitual.....	84
Figura 38: Mapa conceitual de aluno	85
Figura 39: Mapa conceitual de aluno	85
Figura 40: Mapa conceitual de aluno	86
Figura 41: Questionário do ENEM de aluno	86
Figura 42: Questionário do ENEM de aluno	87
Figura 43 Questionário do ENEM de aluno	87
Figura 44: Questão 1 do questionário do ENEM de aluno.....	88
Figura 45: Questão 1 do questionário do ENEM de aluno.....	88
Figura 46: Questão 7 do questionário do ENEM de aluno.....	89

Figura 47: Questão 7 do questionário do ENEM de aluno.....	89
Figura 48: Atividade em grupo sobre potência	91
Figura 49: Atividade em grupo sobre potência	91
Figura 50: Atividade em grupo sobre potência	92
Figura 51: Parte da apresentação (1) – situações problema	93
Figura 52: Parte da apresentação (2) – situações problema	93
Figura 53: Apresentação de situações a serem analisadas.....	94
Figura 54: Situação e solução proposta por grupo de alunos	94
Figura 55: Situação e solução proposta por grupo de alunos	95
Figura 56: Situação e solução proposta por grupo de alunos	95
Figura 57: Situação e solução proposta por grupo de alunos	95
Figura 58: Situação proposta por grupo de alunos	96
Figura 59: Solução proposta por grupo de alunos	96
Figura 60: Mapa conceitual: tipos de Lâmpada – aluno.....	97
Figura 61: Mapa conceitual: tipos de Lâmpada – aluno.....	98
Figura 62: Mapa conceitual: tipos de Lâmpada – aluno.....	98
Figura 63: Confeção das chocadeiras pelos alunos	100
Figura 64: Confeção das chocadeiras pelos alunos	100
Figura 65: Confeção das chocadeiras pelos alunos	101
Figura 66: Confeção das chocadeiras pelos alunos	101
Figura 67: Confeção das chocadeiras pelos alunos	102
Figura 68: Confeção das chocadeiras pelos alunos	102
Figura 69: Confeção das chocadeiras pelos alunos	102
Figura 70: Confeção das chocadeiras pelos alunos	103
Figura 71: Alunos apresentando a chocadeira em sala.....	103
Figura 72: Alunos apresentando chocadeira em sala.....	104
Figura 73: Alunos apresentando chocadeira em sala.....	104
Figura 74: Alunos apresentando a chocadeira em sala.....	104
Figura 75: Alunos respondem a última atividade.....	105
Figura 76: Avaliação final – aluno 1	106
Figura 77: Avaliação final aluno 2	106
Figura 78: Avaliação final – aluno 3	107
Figura 79: Resposta da primeira questão da atividade de avaliação da UEPS.....	109
Figura 80: Resposta da primeira questão da atividade de avaliação da UEPS.....	109
Figura 81: Resposta da primeira questão da atividade de avaliação da UEPS.....	109
Figura 82: Resposta da segunda questão da atividade de avaliação da UEPS	110
Figura 83: Resposta da segunda questão da atividade de avaliação da UEPS	110
Figura 84: Resposta da segunda questão da atividade de avaliação da UEPS	110
Figura 85: Resposta da terceira questão da atividade de avaliação da UEPS	111
Figura 86: Resposta da terceira questão da atividade de avaliação da UEPS	111
Figura 87: Resposta da terceira questão da atividade de avaliação da UEPS	111
Figura 88: Resposta da quarta questão da atividade de avaliação da UEPS	112
Figura 89: Resposta da quarta questão da atividade de avaliação da UEPS	112
Figura 90: Resposta da quarta questão da atividade de avaliação da UEPS	112
Figura 91: Gráfico das respostas da questão 5	113

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: Pesquisa dos termos no Google Acadêmico.....	17
Quadro 2: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: “Efeito Joule” + ensino.....	18
Quadro 3: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: UEPS efeito Joule.....	19
Quadro 4: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: “Ensino de Física” + “chocadeira”	19
Quadro 5: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: UEPS + chocadeira.....	21
Quadro 6: Mapeamento de revistas selecionadas	21
Quadro 7: FNE	22
Quadro 8: RBEF	22
Quadro 9: CBEF	22
Quadro 10: MNPEF.....	25
Quadro 11: Respostas da questão 5	112
Quadro 12: Média aritmética entre valores atribuídos pelos estudantes das questões 6 até 10	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASC	Aprendizagem Significativa Crítica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
CIEB	Complexo Integrado de Educação Básica, Profissional e Tecnológica
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FNE	Revista Física na Escola
IA	Inteligência Artificial
IBM	International Business Machines Corporation
MCA	Mapas Conceituais de aprendizagem
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PMTU	Potentially Meaningful Teaching Unit
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SD	Sequência Didática
SI	Sistema Internacional de Unidades
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO	26
3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	26
3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA	29
3.3 O CONCEITO DE UEPS.....	31
3.5 MAPA CONCEITUAL	35
3.6 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA	37
3.6.1 O Chat GPT	40
4 REVISÃO DOS CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA CHOCADORA	42
4.1 TEMPERATURA.....	42
4.2 CALOR E ENERGIA TÉRMICA	43
4.3 CORRENTE ELÉTRICA.....	44
4.4 LEI DE OHM E CONDUTIVIDADE	46
4.5 RESISTÊNCIA ELÉTRICA	48
4.5.1 Visão Microscópica da Lei Ohm	50
4.6 EFEITO JOULE.....	51
4.7 POTÊNCIA ELÉTRICA E DISSIPATIVA.....	52
5 METODOLOGIA	54
5.1 SUJEITOS DA PESQUISA	55
5.2 LOCAL DA PESQUISA	55
5.3 CONTEXTO DA PESQUISA.....	55
5.4 DESENVOLVIMENTO DA UEPS.....	56
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	69
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
ANEXOS	127
ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO 1	127
ANEXO 2 - ATIVIDADE EM GRUPO	131
APÊNDICES	132
APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO 1:	132
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO 2	135

APÊNDICE 3 – AVALIAÇÃO ESCRITA FINAL	136
APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO AUXILIAR DE AVALIAÇÃO DA UEPS	138
APÊNDICE 5 – QUADRO RESUMO DA UEPS	140
APÊNDICE 6: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	141
APÊNDICE 7: TERMO DE CONSENTIMENTO E ANUÊNCIA DO GESTOR	142
APÊNDICE 8: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	143
APÊNDICE 9: PRODUTO EDUCACIONAL.....	144

1 INTRODUÇÃO

A busca por renovações metodológicas no ensino não é mais uma novidade. Para Gemignani (2012), o grande desafio relacionado à educação no século XXI é a investigação por práticas metodológicas que superem os limites do conhecimento tradicional, possibilitando a formação do sujeito como todo. Um importante reflexo disso foram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) que, desde sua nova proposta no ano 2002, vem versando ideais sobre o poder do Estado na formatação da educação. Neste seguimento, as alterações nas propostas, anteriormente tecnicistas, favoreceram a evolução das novas metodologias.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, Ministério da Educação, 2018, p. 470) indica sobre o ensino das ciências da natureza e suas tecnologias que “os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente”. Estes pontos conferem, justamente com o aprender significativamente, segundo Moreira (2011, p. 46) “*captación de significados, comprensión, capacidad de explicar, de aplicar el conocimiento para resolver situaciones-problema*”, podendo ser utilizados como ferramenta na busca dos pontos propostos pelo referido documento.

A principal motivação para a aplicação dessa pesquisa veio, inicialmente, da busca por novas práticas educacionais no âmbito da física. A simples experimentação em sala de aula não garante uma melhoria expressiva no processo de ensino-aprendizagem, em especial a longo prazo. Práticas experimentais, apesar da proposta de alternativa ao sequenciamento tradicional de aulas e exercícios, sem uma devida ordenação e metodologia não garantem o favorecimento significativo à aprendizagem.

Desde o início da “minha” graduação foi reafirmada a importância do trabalho com experimentos de baixo custo, bem como o desenvolvimento das aulas seguindo preceitos freirianos, evidenciando a importância da realidade e do saber o estudante. Essa característica esteve presente nas atividades acadêmicas, desde análises de aulas de professores, passando por intervenções, até o estágio, e em especial, os três anos de trabalho no PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência). Não foi diferente na vida profissional, em que o uso dos experimentos como facilitadores do processo de aprendizagem sempre esteve presente, mas faltava atrelar de modo mais evidente os conhecimentos teóricos do ensino de Física com a aplicação, inclusive essa era a proposta inicial da pesquisa que, posteriormente, foi repaginada para a investigação da eficácia da aplicação de uma UEPS.

Este trabalho apresenta uma sequência didática aplicada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, e o objeto de conhecimento é a física térmica envolvida nos efeitos da eletricidade, com enfoque no efeito Joule. A pesquisa realizada foi qualitativa, baseada nos passos da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), de Moreira (2011).

Os passos de uma UEPS conduzem à uma Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) e para que ela ocorra é o aluno quem decide se quer aprender significativamente (Ausubel 1980; Novak, 1984), de modo que o professor deve agir como incentivador e orientador para a aprendizagem significativa crítica. Nesse sentido, o presente trabalho aponta as ações do professor, buscando em primeira instância alterar a visão estigmatizada da Física pelos estudantes, incentivando-os especialmente em aspectos investigativos, para que as atividades conduzam à negociação de significados, conferindo uma aprendizagem significativa crítica.

O objeto de conhecimento da presente UEPS já carrega maiores dificuldades apontadas à abstração.

Os alunos consideram a aprendizagem de um conteúdo mais interessante e fácil quando este pode ser relacionado diretamente com suas experiências diárias. A “materialidade” do cotidiano funciona como um ponto de partida, uma referência a partir da qual podem começar a pensar em termos mais abstratos. Ao mesmo tempo, a conexão dos conteúdos mais abstratos com situações do dia-a-dia serve também como um fator motivador para a aprendizagem. Diversos autores observam que a possibilidade do aluno relacionar o conteúdo a ser aprendido com experiência prévia facilita a aprendizagem. Contudo, não é qualquer tipo de relação que leva a uma aprendizagem significativa. (Barlette; Dias; Martins, 2009, p. 113).

Nessa perspectiva, a UEPS apresentada nesse trabalho utiliza mecanismos de aproximação dos conhecimentos com ações, situações e ferramentas do cotidiano, especialmente de seu público-alvo, objetivando favorecer o sucesso daquela.

Partindo das observações no cotidiano escolar enquanto professor, observou-se uma significativa mudança de postura dos estudantes em relação às práticas da sala de aula durante a aplicação da sequência didática, bem como uma relação de maior interesse nos aspectos do ensino e aprendizagem, apontado como responsáveis tanto a proximidade das situações com as do cotidiano dos estudantes, quanto a busca pela negociação de significados própria de uma UEPS.

A pesquisa objetivou a análise e verificação eficácia da aplicação de uma UEPS em uma turma de terceiro ano, em uma escola localizada em uma área rural. A importância da ênfase no local da pesquisa é explicada pelos meios e atividades utilizadas durante a sequência didática. Elas foram pensadas para este público, de modo que pode sofrer pequenas alterações para adequar-se à realidade dos estudantes a que ela seja aplicada.

O objetivo geral da aplicação da sequência didática foi ressignificar o ensino e a aprendizagem de conceitos, como calor, temperatura, energia, efeito Joule, por meio da aplicação de uma UEPS, e descrever os princípios físicos decorrentes da construção e utilização de uma chocadeira.

Como objetivo específico, o trabalho buscou indicar ações do professor para o ensino do efeito Joule, atrelado a outros princípios da eletrodinâmica, tais como resistência elétrica, potência elétrica e leis de Ohm, na condução de uma UEPS). Criar possibilidades para negociação de significados junto aos estudantes, e avaliar o ressignificado dos conceitos construídos. A pesquisa visa reafirmar a importância da aplicação de conceitos metodológicos próprios do ensino de Física, especialmente os que apontam para a realidade do aluno, e seus conhecimentos prévios como importantes variáveis para o processo de aprendizagem.

Esta dissertação está dividida em sete capítulos. O primeiro apresenta aspectos introdutórios do presente trabalho. O segundo apresenta uma revisão bibliográfica de trabalhos relacionados às temáticas aqui abordadas, o estado do conhecimento, apontando resumidamente seus enfoques. O terceiro apresenta o referencial teórico que embasa os conhecimentos aplicados no trabalho, desde a fundamentação da Aprendizagem Significativa de Ausubel e seus aspectos no ensino de física, bem como a fundamentação de uma UEPS e sua aplicação no ensino da Física e suas ferramentas, tais como os mapas conceituais. Neste capítulo também é brevemente abordado o tema de Inteligência Artificial (IA), utilizado em um momento da sequência didática. O quarto capítulo apresenta uma base teórica dos tópicos de física que formaram a base da aplicação da sequência didática aplicada durante a realização da pesquisa. O quinto capítulo apresenta a metodologia utilizada durante a aplicação da sequência didática, bem como na pesquisa. O sexto capítulo apresenta a análise dos dados e resultados da pesquisa. Por fim, apresenta-se as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feito um levantamento das contribuições científicas acerca dos temas abordados na presente pesquisa.

A investigação favorece o progresso científico, indicando os pontos que precisam de mais atenção, bem como aponta para as necessidades atuais, teorias e hipóteses que sustentam a pesquisa em andamento, colaborando com o estudo científico geral. Em suma, ela é de extrema importância para contextualização da nova pesquisa, identificando a especificidade de sua contribuição.

Utilizando o motor de busca do Google Acadêmico, foram priorizados termos que remetem ao ensino de física, atrelando a termos comuns do conteúdo evidenciado na sequência didática aplicada, já que sem a restrição no estudo do ensino, muitas publicações fora do enfoque seriam encontradas, mas sem relevância para esta pesquisa.

Foi dada a preferência para publicações posteriores ao ano 2009 até o presente momento, para dar ênfase às relacionadas a UEPS, enfatizando trabalhos que tomaram como base os trabalhos de Marco Antônio Moreira, bem como os contemporâneos às suas publicações relacionadas à UEPS e aprendizagem significativa. Além disso, por se tratar de termos corriqueiros na pesquisa científica, foram utilizados termos secundários para filtrar o escopo das publicações selecionadas. O quadro 1 apresenta o número de registros relacionados a busca no Google Acadêmico das palavras relacionadas na 1ª coluna. Os termos foram elencados por se tratar de elementos chave e principais da aplicação da UEPS e da presente pesquisa.

Quadro 1: Pesquisa dos termos no Google Acadêmico

Termo	Motor de busca	Número de registros
“Efeito Joule” + ensino	Google Acadêmico	8
UEPS efeito Joule	Google acadêmico	1
“Ensino de Física” + “chocadeira”	Google acadêmico	12
UEPS + chocadeira	Google acadêmico	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dentre as publicações relacionadas, algumas não estavam associadas ao ensino da física. Das que tinham relação, destacam-se as apresentadas nos quadros a seguir, sendo o Quadro 2 referente ao termo “efeito Joule + ensino”, o Quadro 3 referente ao termo “UEPS efeito Joule”,

o Quadro 4 referente aos termos “Ensino de Física” + “chocadeira”, e o Quadro 5 referente à pesquisa “UEPS + chocadeira”.

Quadro 2: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: “Efeito Joule” + ensino.

Trabalho	Autoria	Observações
Efeito Joule e seus âmbitos de ensino: revisão sistemática (Monografia)	Vinícius da Vinci Ferreira da Silva (2022)	O autor apresenta uma variedade de artigos sobre o efeito Joule e traça um paralelo com o seu uso (ou sua carência) no ensino de Física. A pesquisa do autor remeteu ao mesmo número de publicações do presente trabalho.
Desenvolvimento de um experimento didático operável remotamente para o ensino de termometria: um método para a determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre baseado em efeito Joule (Artigo científico)	Thiago Costa Caetano, Camila Cardoso Moreira e Isabela Dutra de Oliveira (2022)	Os autores propõem uso de experimento para o ensino de termometria.
Estudo de uma UEPS sobre transformação de energia elétrica, utilizando efeito Joule, efeito Peltier e indução eletromagnética (Dissertação)	Viviane Dziubate Pittner (2022)	A autora desenvolveu uma UEPS relacionando o efeito Joule e transformação de energia. Utilizou eletroímã para aquecimento por indução, resistências de chuveiro e calorímetro. O foco da UEPS foi a investigação das transformações de energia.
Uso de mapas conceituais como ferramenta de avaliação no ensino de física (Artigo científico)	Marcelle de Oliveira Manhães, Adelson Siqueira Carvalho, Silvia Cristina Freitas Batista (2018)	Apesar de não tratar diretamente do efeito Joule, a publicação contém assuntos sobre ele, e é relevante para a pesquisa por tratar de mapas conceituais.
O uso de experimentos de baixo custo como instrumento para o ensino de física no ensino básico (Dissertação)	Pedro Rodrigo Sousa Santos (2022)	O autor investiga a eficácia do uso de experimentos de baixo custo no ensino de Física.
Proposta de ensino de eletromagnetismo baseada nos efeitos da corrente elétrica, por meio do uso de vídeos, de experimentos e de uma visita à escola da ciência física da cidade de Vitória – ES (Artigo científico)	Luiz Otávio Buffon e Julio Cesar Carriço Cândido (2019)	O autor desenvolveu uma proposta com base nos três momentos pedagógicos. Dentre os efeitos da corrente elétrica, a proposta aborda o efeito térmico.
Uma proposta de atividade experimental para o ensino da lei de Ohm (Trabalho de conclusão de curso)	Janio Damiani Spillere (2019)	Trata-se de um TCC que propõe a utilização de atividades experimentais para o ensino de resistência elétrica, e as leis de Ohm.

Atividades práticas e inversão da sala de aula como ferramentas para a aprendizagem do conceito de resistores elétricos por estudantes da terceira série do Ensino Médio (Dissertação)	Mozart Morato Campos (2022)	O autor parte de equívocos cometidos pelos estudantes para trabalhar conversão de corrente elétrica por meio de sala de aula invertida.
--	-----------------------------	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quadro 3: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: UEPS efeito Joule

Trabalho	Autoria	Observação
Termodinâmica, um tutorial para entendimento do conceito de entropia (Dissertação)	Nivaldo de Oliveira Gregio (2016)	O trabalho apresenta algumas estratégias para o ensino de termodinâmica e entropia no Ensino Médio. Ao final o autor indica como próximo passo o estudo de uma UEPS. Embora o termo “efeito Joule” integrasse o termo geral da pesquisa, o fenômeno físico não é característico do trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quadro 4: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: “Ensino de Física” + “chocadeira”

Trabalho	Autoria	Observação
Estudo da física térmica a partir da construção de uma chocadeira elétrica: aprendizagem baseada em projetos (Dissertação)	Adenauro Martini (2021)	O autor utiliza os Três Momentos Pedagógicos para estudar a aprendizagem baseada em projetos. O trabalho envolve a confecção da chocadeira, e estuda o calor e temperatura, sem ênfase no efeito Joule e abordagens da física da eletricidade.
Conceitos de termodinâmica através de experimentação: simulando uma máquina térmica em sala de aula (Dissertação)	Marco Antônio Linhares (2018)	O autor defende a experimentação como ferramenta de ensino da física. O enfoque é a física térmica, calor, energia interna e máquinas térmicas
O desafio dos pequenos projetos de física no programa adolescente aprendiz (Dissertação)	Camila Lima dos Reis (2018)	A autora relata uma proposta de ensino a alunos trabalhadores vinculados ao programa adolescente aprendiz. A autora estabeleceu relações entre fenômenos físicos observados durante a copa do mundo de 2010, tais como efeito Magnus, Dopping, além de trabalhar com temáticas relacionadas a calor, energia e aquecimento. Conclui então a eficácia de trabalhar a

		física com pequenos projetos, estimulando a iniciação da produção científica.
Chocadeira artesanal como fonte de renda (Manual)	Carlândia Rocha da Silva, Fábio Ferreira de Almeida, Hermeson Nunes de Azevedo, Leticia Monike Andrade Pontes, Carolina Lima Gulart, Abraão Honorato da Silva, Milena Santiago de Lima (2017)	Trata-se de um trabalho produzido com a finalidade de servir como manual para confecção de uma chocadeira para pequenos criadores de aves.
O campo magnético e suas aplicações no cotidiano a partir experiências simples utilizando ímãs e eletroímãs (Manual)	Ermilúcia Bispo Filomeno, Aulana Martins Azevedo, Carolina da Cunha Fontenele, Davi Bruno da Silva Brasil, Jonatas reis de Oliveira (2017)	Projeto para ensino de magnetismo com diversos experimentos. Não tem relação com o tema pesquisado, a não ser o ensino de Física.
Defesa da melhor lâmpada elétrica em um projeto de iluminação de uma sala de aula com uso do método da controvérsia tecnológica (Trabalho de conclusão de curso)	Victtor Hudson Alves Arantes, Douglas Xavier de Andrade, Luiz Gonzaga Roversi Genovese (2017)	O autor estabelece uma relação entre as variáveis que determinam a escolha da melhor lâmpada para o projeto de iluminação, contribuindo com um acervo sobre o funcionamento dos diferentes tipos de lâmpada, e auxiliando na escolha de lâmpadas para cada ambiente ou diferente utilização.
Abordando as relações CTS e a sustentabilidade no ensino de Química: uma proposta de sequência didática a partir do tema biogás (Dissertação).	Francisca Liliane de Macedo (2014)	A autora versa sobre uma sequência didática para o ensino de química, abordando ciência, tecnologia e sociedade, com o biogás como temática central. Apesar da carência de livros didáticos que abordem o tema, a autora desenvolveu a sequência, com a utilização de um biodigestor. Foram abordados temas como reação de combustão, reação química, entalpia, e pH.
Uma unidade didática sobre eletrodinâmica à luz da perspectiva de ensino freiriana (Trabalho de Conclusão de Curso).	Pedro Antônio Viana Vazata (2019)	O autor apresenta uma unidade didática, sob a perspectiva educacional de Paulo Freire, relatando os planos de aula e as aulas de Física durante um período, com a temática da eletricidade.
Monitoramento remoto da temperatura e umidade de uma chocadeira usando radiofrequência (Trabalho de Conclusão de Curso).	Miguel Alves Pires Junior (2022)	O autor utiliza Arduino para a automatização do controle de temperatura e umidade de modo remoto (radiofrequência).

Chocadeira automatizada microcontrolada de baixo custo (Trabalho de Conclusão de Curso).	Marcos Antonio de Castro Amorim (2021)	O autor apresenta um protótipo de baixo custo de automatização (utilizando arduino) de chocadeira.
Conceitos de termodinâmica através de experimentação: simulando uma máquina térmica em sala de aula (Dissertação).	Marco Antonio Linhares (2018)	O autor apresenta uma proposta de ensino da Física térmica envolvendo as máquinas térmicas, utilizando a abordagem de David Ausubel, Joseph D. Novak e Marco Antonio Moreira.
Construção de uma incubadora B.O.D. a partir de materiais reciclados para uso em ensino e pesquisas botânicas (Artigo)	Mauro Sancearussio Bento, Cristiano Pedroso-de-Moraes (2018)	O autor apresenta um modelo de construção de incubadora para utilização em pesquisas na área de botânica.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quadro 5: Breve resumo do resultado da pesquisa com termo: UEPS + chocadeira

Trabalho	Autoria	Observação
Conceitos de termodinâmica através de experimentação: simulando uma máquina térmica em sala de aula (Dissertação)	Marco Antônio Linhares (2018)	O autor defende a experimentação como ferramenta de ensino da física. O enfoque é a física térmica, calor, energia interna e máquinas térmicas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Foram selecionadas revistas em acesso aberto, apresentadas no quadro 6.

Quadro 6: Mapeamento de revistas selecionadas

Revista	Foco	Endereço eletrônico
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)	Publicação do Departamento de Física da UFSC que contempla temas como ensino e aprendizagem de Ciências e Física, formação de professores, história e currículo.	https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica
Revista brasileira de Ensino de Física – RBEF	De acesso livre da SBF, com publicações de artigos de alta qualidade, busca a promoção e divulgação das ciências e aspectos da comunidade engajado no ensino de física.	https://www.sbfisica.org.br/rbef/

Revista Física na Escola – FNE	Publicação da SBF que visa a divulgação da física com Ênfase em atividades da sala de aula.	https://fisicanaescola.org.br/index.php/revista
--------------------------------	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dentre os resultados, foram selecionados os mais específicos, em relação a UEPS e estão divididos por revista, nos quadros 7, 8 e 9. Para a pesquisa nas revistas ficou decidido que se especificasse os termos, com a finalidade de evidenciar os resultados referentes à pesquisa.

Quadro 7: FNE

Termo pesquisado	Número de resultados	Considerações
Efeito Joule	0	Nenhum resultado foi encontrado
Física Térmica	0	Nenhum resultado foi encontrado
Chocadeira	0	Nenhum resultado foi encontrado
Lei de Ohm	0	Nenhum resultado foi encontrado

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quadro 8: RBEF

Termo pesquisado	Número de resultados	Considerações
Efeito Joule	3	Nenhum dos resultados se refere à aplicação de uma UEPS
Física Térmica	23	O motor de busca procura todas as palavras separadamente. Para especificar o termo, a busca foi repetida com a expressão entre aspas, o que remeteu 3 resultados. Nenhum refere-se a uma UEPS
Chocadeira	1	A publicação não se refere à aplicação de uma UEPS
Lei de Ohm	5	Nenhuma refere-se a aplicação de uma UEPS

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quadro 9: CBEF

Termo pesquisado	Número de resultados	Considerações
Efeito Joule	1	A publicação não se refere à aplicação de uma UEPS
Física Térmica	1	A publicação não se refere à aplicação de uma UEPS
Chocadeira	0	Nenhum resultado foi encontrado
Lei de Ohm	2	Nenhuma refere-se à aplicação de uma UEPS

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Nos próximos parágrafos serão apresentados um breve resumo dos principais trabalhos que apareceram na revisão bibliográfica, no intuito de indicar o *status quo* da pesquisa e suas ramificações.

No trabalho intitulado “Desenvolvimento de um experimento didático operável remotamente para o ensino de termometria: um método para a determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre baseado em efeito Joule” (quadro 2), Caetano, Cardoso e Oliveira (2022) utilizam o efeito Joule para a realização de um experimento, controlado também remotamente, para determinar o coeficiente linear do cobre.

No estudo “Experimentos de Calorimetria em Cursos Universitários” (quadro 2), Cosentino e Rios (2020) investigam os materiais e métodos utilizados nos cursos universitários, motivados pela frequente ocorrência de problemas na medição, que levavam inclusive a erros grotescos.

Lara, Amaral e Dechoum (2013) na pesquisa “O Problema dos Dois Capacitores Revisitado” (quadro 2) discutem o problema da descarga de um capacitor em relação a outro, e a independência da resistência elétrica no circuito em relação ao estado final de equilíbrio e a energia dissipada.

Santana e Simon (2019) realizaram o estudo “László Tisza, 110 anos: Origens da Física Térmica Moderna” (quadro 2), no qual relacionam a Axiomatização de Tisza com os desenvolvimentos da física térmica do século XX.

Já “O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental na rede municipal de ensino do Recife, segundo os seus docentes” (quadro 2) é o estudo realizado por Rodrigues e Teixeira (2011) no qual investigam o status do ensino de física nos 4º e 5º anos do ensino fundamental de escolas de Recife – PE.

No trabalho “Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis” (quadro 2), Damásio e Steffani descrevem uma atividade interdisciplinar aplicada em uma escola pública da cidade de Criciúma – SC, cujo objetivo era a conscientização sobre o aquecimento global.

“Avaliação quantitativa da contaminação por micro-organismos no ambiente de criação do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) na fase de chocadeira” (quadro 2) é o resultado do estudo de Margatho *et al.* e refere-se à fase do bicho da seda, e não à chocadeira de ovos.

No trabalho “Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de Professores de Física sobre o uso das Múltiplas Representações num Estudo de Aula” (SISYPHUS – Lisboa, Portugal), (quadro 2), Tomkelski e Baptista buscam aplicar e investigar o uso de múltiplas representações como ação pedagógica no ensino das leis de Ohm.

Os autores Couto e Silva, no estudo “Uso do Módulo *Python Uncertainties* no cálculo de incertezas experimentais da diferença de potencial e corrente elétrica de um protótipo

experimental” (quadro 2), utilizam o Python para calcular incertezas com o auxílio de um protótipo experimental que demonstra o efeito fotovoltaico, a fim de quantificar as grandezas envolvidas.

No “Estudo comparativo de um experimento de eletrodinâmica: Laboratório Tradicional X Laboratório Remoto” (quadro 2), Germano *et al.* comparam a aplicação presencial de um experimento em um laboratório com a aplicação por meio remoto.

No trabalho “Atividade experimental "hands-on" para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um receptor (voltômetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo” (quadro 2) Oliveira e Paixão (2017) investigam problemas nas aplicações de experimentos em alunos de escolas de Portugal. Para isso foi utilizado um experimento de construção de um voltímetro.

Tort (2009) investiga problemas históricos relacionados à perda de corrente da era vitoriana na pesquisa “Dois problemas práticos de eletricidade Vitoriana e sua discussão no ensino secundário e universitário” (quadro 2).

“As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física” (quadro 9) é o estudo de Queiróz *et al.* no qual buscam averiguar as questões socioculturais que influenciaram no trabalho de Joule e realizaram apontamentos a fim de auxiliar professores em sua formação.

No trabalho intitulado “Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático” (quadro 9), dos autores Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008), foram analisadas as trajetórias de sete estudantes, no estudo da física térmica, utilizando as ferramentas da teoria de campos conceituais de Vergnaud.

Perez apresenta as bases que sustentam o modelo do elétron livre, que prenuncia a lei de Ohm, na pesquisa nomeada de “O modelo do elétron livre de Drude completa 100 anos” (quadro 9).

“Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade” (quadro 9) é o estudo realizado por Macêdo Dickman E Andrade (2012) no qual relatam a elaboração de um roteiro de atividades a serem dirigidas por professores do Ensino Médio, com simulações computacionais para ensino de temas relacionados ao eletromagnetismo.

No intuito de uma verificação de trabalhos mais próximos, ligados ao programa, foi realizada a pesquisa dos termos também no site do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Os resultados estão apresentados no quadro 10.

Quadro 10: MNPEF

Termo pesquisado	Número de resultados	Considerações
Efeito Joule	0	Nenhum resultado foi encontrado
Física Térmica	5	Dos 5 resultados, um refere-se ao produto educacional da dissertação. Das quatro, nenhuma refere-se a UEPS com uma chocadeira como produto educacional.
Chocadeira	0	Nenhum resultado foi encontrado
Lei de Ohm	2	Nenhuma refere-se à aplicação de uma UEPS

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

As informações apresentadas no quadro 10 evidenciam a ausência de trabalhos ligados diretamente a uma UEPS para estudo da física térmica envolvendo o efeito Joule.

No trabalho “O Ensino da Física Térmica a partir de um Modelo didático de coletor solar”, Fernandes (2016) utiliza os três momentos pedagógicos como metodologia para o ensino da física térmica, utilizando sistema de aquecimento de água por energia solar.

Verificamos que apesar do número substancial de dissertações sobre os temas relevantes deste trabalho, quando os termos são relacionados na pesquisa, o número de resultados é reduzido drasticamente. Além disso, nenhum dos resultados aponta para uma UEPS envolvendo a física térmica com enfoque no efeito Joule, tampouco nos aspectos relacionados à resistência elétrica, e leis de Ohm.

3 REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO

Este capítulo trata das teorias da aprendizagem que embasaram esta pesquisa. Para isso, foram abordados temas tanto dos principais teóricos quanto breves explicações sobre as bases teóricas mais influentes para o desenvolvimento das suas pesquisas. As principais referências foram: Ausubel (1980), Moreira, (2011, 2012) e Freire (1987).

3.1 Aprendizagem Significativa

David Paul Ausubel nasceu no Brooklin, NY, em 25 de outubro de 1918, de família pobre, de origem judaica e emigrantes de uma região onde atualmente fica a Polônia. Seu histórico escolar de insucesso teve influência em sua pesquisa futura, visto que sua história pessoal nunca foi levada em consideração. Formou-se em medicina e especializou-se em psiquiatria e psicologia, tendendo a renovar o cenário em que viveu em sua infância.

O referido estudioso apresentou a teoria da aprendizagem em 1963, em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Sua ideia central é a evidenciação do conhecimento prévio do aluno, e a sua interação com o conhecimento novo. Dentro do modelo de Ausubel, esta interação deve ocorrer de modo não literal e não arbitrária (Moreira, 2012). Os novos conhecimentos não devem ser simplesmente uma consequência ou desdobramento do anterior, mas devem ser ancorados em outros conhecimentos anteriores e, por meio deles, receber um novo significado a algo na rede cognitiva. E dessas ideias aparecem as alcunhas dos termos utilizados por ele.

As ideias-âncora ou subsunçores são ideias já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e é a partir delas que será dado um novo significado ao novo conhecimento, de forma mediada ou pela própria interferência do sujeito. É válido ressaltar que nem sempre o conhecimento prévio do aluno será um agente facilitador do processo de aprendizagem, visto que ele pode ser demasiadamente alicerçado no senso comum, o que demandaria uma revolução na estrutura de conhecimento.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (Moreira, 2010, p. 2)

O principal propósito da aprendizagem significativa é a ancoragem das ideias, e sequenciamento para a reformulação no indivíduo, de modo que os subsunçores, após

interagirem com o novo conhecimento, se transformam, passando a reintegrar a estrutura cognitiva, mas com um significado reformulado, reintegrando a base de subsunçores para uma futura nova interação a fim de uma nova aprendizagem. A cada interação, ou seja, a cada aprendizagem significativa, o subsunçor fica mais detalhado, rico em significados e, por conseguinte, mais valioso para a própria aprendizagem significativa. A relação entre os conhecimentos na rede cognitiva ocorre de maneira dinâmica, mas de maneira não-arbitrária e não-literal.

Moreira reitera as ideias de Ausubel sobre esses processos na estrutura cognitiva, “considerada como uma estrutura de subsunçores interrelacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora” (Moreira, 2012 *apud* Delgado, Mendoza, 2012, p 7).

A diferenciação progressiva é o processo de sucessivas utilizações de um subsunçor específico para dar significado a um determinado conhecimento. Essa ressignificação consecutiva (que deve ser não-arbitrária e não-literal) contribui para novas aprendizagens, ou seja, serve de âncora para novos conhecimentos, novas ressignificações, e por conseguinte, novos e mais elaborados subsunçores, mantendo o ciclo da aprendizagem significativa.

O outro processo que ocorre é a reconciliação integradora ou integrativa. Este conceito relaciona o aprendiz com o objeto a ser aprendido de maneira mais refinada. Segundo Moreira (2012) “consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações.” Embora esta abordagem deixe a impressão de sequenciamento obrigatório, os dois processos ocorrem concomitantemente, ou seja, enquanto o aprendiz interage com novos significados e ocorre a diferenciação progressiva, naturalmente surgem conceitos e significados diferentes (mas em paralelo) ao que se pretende ensinar e aprender. Enquanto assimila novos conhecimentos, o aprendiz também diferencia, reorganiza e estabelece interações cognitivas a esses “conceitos paralelos”. Partindo dessas novas interações, o aprendiz não só refinará os conceitos, mas progressivamente irá diferenciar os conceitos de uma mesma linhagem.

Fica evidente no conceito de subsunçor a ideia direta do que o aprendiz já sabe, ou seja, o conhecimento prévio que, para Ausubel, é a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa, de modo que não se pode negligenciar sua análise que deve ser feita no processo.

Em relação a maneira de interação entre os conhecimentos, a abordagem significativa pode ser superordenada quando um novo conceito mais eficiente submete um menos completo. Ela é classificada como subordinada quando o novo significado vem da interação do conhecimento prévio ancorado no novo.

Moreira (2009, 2016) apresenta duas tipologias para a aprendizagem, a das “representações” em que os “símbolos arbitrários passam a representar seus referentes”. Esta refere-se ao que se aprende, que também engloba a conceitual, já que um conceito é representável. A outra refere-se ao que se aprende – a “proposicional”, em que se procura captar significados em forma de proposições.

Após a interação entre os pressupostos e o que deve ser apreendido, um novo conceito surge na estrutura cognitiva do aprendiz. A esse processo Ausubel nomeou “assimilação”. Quando o novo conhecimento assume o papel do anterior (subsunçor) na estrutura cognitiva, trata-se da “diferenciação progressiva”. Já quando há uma interação e reorganização dos subsunçores trata-se da “reconciliação integrativa”.

Para Ausubel a aprendizagem em sala de aula é receptiva, ou seja, não se aprende por meio de descoberta e depende do quão significativos podem ser os materiais didáticos e da predisposição do educando para aprender. O professor, nesse processo, tem um papel importante, utilizando princípios facilitadores como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa para integrar novos conhecimentos aos conhecimentos existentes e para isso o ensino deve ser organizado de modo que os conceito-chave e ideias da matéria sejam introduzidos no início e ao longo das aulas sejam diferenciados, e deve apontar diferenças e semelhanças para uma aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa diferencia-se da “aprendizagem mecânica” pela interação substantiva e não-arbitrária entre o novo conhecimento e o conhecimento preexistente. Ela é progressiva, os novos conhecimentos vão adquirindo novos significados e implica a compreensão, por isso os métodos avaliativos buscam respostas que evidenciem a compreensão, não buscam exatamente respostas corretas, porque elas podem ser frutos do aprendizado mecânico.

3.2 Aprendizagem Significativa Crítica

Antes de adentrar na interação entre modelo ausubeliano e o ensino da Física, é importante atentar-se para os fatores relevantes de ambos. Ausubel desenvolveu uma teoria construtivista, assim como Jean Piaget e Lev Vygotsky, Gégard Vernaud e Johnson-Laird. Em geral, o construtivismo, alicerçado nas ideias contrárias àquelas que endossavam o ideal hereditário. Becker (1992) relaciona fatores socioculturais para exemplificar o ideal construtivista.

A ideia de assimilação também precede a utilizada na abordagem de Ausubel. Piaget (1982) já aplicava o conceito em sua abordagem construtivista. Para ele, a assimilação era parte do processo de adaptação do ser humano, na qual o indivíduo passa a captar novas informações e agregá-las ao seu conjunto de ideias. Isto dá ao conceito um caráter subjetivo, já que o conjunto (de ideias) será sempre um novo conjunto, renovado a cada interação.

O construtivismo está então relacionado a ideia de que as coisas não estão prontas, mas sim inacabadas. Esta afirmação é aplicada também ao conhecimento, que estará sempre em transformação advinda das interações com o meio social, com o próprio indivíduo. Assim, o construtivismo surge do avanço da própria ciência e da filosofia, e reúne várias tendências educacionais no intuito de ir contra o modelo tradicionalista de ensino. Em suma, a ideia da construção do conhecimento tenta desfazer o ideal de que o conhecimento vem sempre de fora – algo exterior que deve ser incluído diretamente. Construtivismo é construir o conhecimento, e não apenas empilhar, mesmo que este empilhamento seja organizado.

Segundo o epistemólogo Stephin Toulmin (1977), os conceitos são a chave para a compreensão humana, eles são a base para a construção cognitiva. Para compreender o que uma disciplina propõe é necessário interagir com seus conceitos, o que reforça a ideia no ensino de física moderna, que propôs o abandono do enfoque em decorar e aplicar as equações, popularmente chamadas de fórmulas. “As fórmulas contêm conceitos. Não tem sentido decorar fórmulas sem entender os conceitos que as constituem.” (Moreira, 2021, p.2). Segundo Pietrocola (2002), essa linguagem matemática é muito mais que uma ferramenta para a compreensão dos fenômenos físicos, mas faz parte da própria estrutura do pensamento físico, entremeada nos seus saberes específicos.

Isto posto, um grande desafio para o ensino de física é propor ações e situações no processo de ensino e aprendizagem que realmente colaborem significativamente, em especial os conceitos da Física, tendo em vista o grau de abstração inerente à sua apreciação. Outro

ponto importante está no próprio processo como todo: embora o sujeito tenha contato com o mundo e sua natureza, o ensino de ciências no ensino fundamental, na maioria das vezes, é carente de conceitos de física, estando em sua maior parte focado em biologia e esporadicamente na química. Embora a BNCC preveja o ensino dos três componentes, inclusive respeitando a interdisciplinaridade, editais de concursos públicos para admissão de professores de ciências para o ensino fundamental, em geral, requisitam diploma de licenciatura em ciências, ou em ciências biológicas, o que não faz sentido já que as duas áreas, a priori, teriam dificuldade em abordar em sala de aula os conteúdos alheios à sua formação principal. Silva *et al.* (2019) retratam, em sua pesquisa, essas dificuldades, apontando como causa a falta de uma devida formação continuada.

A compreensão dessas dificuldades a partir dos sentidos atribuídos às suas experiências, levou tanto aos sujeitos da pesquisa como aos pesquisadores a verem a importância da formação inicial e da formação continuada como meios de suprir aos professores dos saberes necessários à sua prática. Sem sólida formação teórica, o papel formativo da prática é fragilizado. A pesquisa também indicou as limitações dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas no que tange à formação dos professores de Ciências para o ensino de Física no Ensino Fundamental, mesmo compreendendo que nesse nível espera-se um trabalho interdisciplinar e contextualizado. (Silva *et al.* 2019, p.140)

Neste sentido, é importante que os professores procurem meios de aprimorar o ensino, a fim de promover uma aprendizagem significativa crítica das Ciências da Natureza e, por conseguinte, da Física. Para Moreira (2021, p. 13), “são as situações-problema que dão sentido aos conceitos”, de modo que elas devem ser apresentadas em ordem crescente de complexidade. E é justamente a apresentação inicial de situações que não fazem sentido ao aprendiz que o fazem perder o interesse em aprender.

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, desenvolvida por Marco Antônio Moreira, emerge como uma abordagem inovadora e reflexiva no campo da psicologia educacional. Esta teoria representa uma extensão da concepção clássica da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, incorporando elementos críticos que aprofundam a compreensão do processo de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Moreira (2021) aponta também para a devida utilização da modelagem, que segue muito atrelada à aplicação direta da matemática, e ainda associada à aplicação das equações. Propõe-se então a interligação dessas modelagens com novas ferramentas, tais como computacionais, ou laboratórios virtuais, e quem sabe a própria experimentação, em que em vez de o estudante simplesmente aplicar o modelo matemático, teria que interagir com os conceitos e significados,

dialogando com os de sua rede cognitiva (os subsunçores), promovendo então uma maior frequência de ressignificações, colaborando com a aprendizagem significativa crítica da Física.

O ideal proposto por Moreira (2011) enviesa o paradigma da aprendizagem para os conceitos sugeridos por David Ausubel para os preceitos de por Paulo Freire. A aprendizagem significativa crítica preocupa-se com o que o aluno já sabe, de modo que o professor prepara sua aula visando esta importante variável, além da realidade do aluno e sua vivência, já que as relações e embates entre os significados na rede cognitiva do estudante dependerão diretamente desse cuidado do professor.

3.3 O Conceito de UEPS

Os estudos no âmbito das teorias da educação apontaram várias falhas nos modelos que eram abordados no século XX. Desde a ideia da educação bancária abordado pelo Educador e Filósofo Paulo Freire, até a própria ressignificação da aprendizagem, proposta por David Ausubel, perpassando pela importância do conhecimento prévio do aluno, abordado por Jean Piaget, o modelo de aprender e ensinar passou por diversas mudanças e aperfeiçoamentos. O principal elo entre estas abordagens é o viés construtivista, no qual a interação do sujeito com o meio é o caminho para a construção do conhecimento.

É importante salientar a relevância das bases estruturais das ideias de Ausubel na ideia da “aprendizagem significativa”, para então procurar uma aplicação mais eficiente do modelo. Para tal, é necessário analisar os vários elementos que corroboram para a aprendizagem, que perpassam pela maneira como o saber é tratado pelos indivíduos envolvidos no processo.

Na visão “bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro. (Freire, 1996. p. 57)

O debate acerca da educação bancária atualmente adentra em uma esfera mais específica. Muito embora seja um conceito apresentado aos professores desde o início de sua formação e *a priori* pareça ser um problema, se não resolvido, ao menos encaminhado, o próprio cotidiano escolar, as multitarefas atribuídas aos professores, ou mesmo a carga horária demasiadamente sobrecarregada – problema que se intensificou com o advento do Novo Ensino Médio – faz com que o professor, mesmo que sem intenção, em sua atuação retorne à educação bancária (Freire, 2005, p. 34). O professor, mesmo ciente do problema, continua no antigo

modelo, que embora não seja eficaz para o ensino, resolve problemas sistemáticos, tais como dar conta do conteúdo, e dar conta das diversas turmas. Na busca de um resgate e aperfeiçoamento destes modelos é que a ideia da aprendizagem significativa e a estruturação de uma UEPS ganham força.

Sob uma ótica mais aproximada, é possível perceber que as UEPS têm sua origem na aprendizagem significativa de Ausubel, quando a abordagem da aprendizagem significativa corrobora com aquela, esboçando os mesmos pilares, enfatizando a importância dos significados, do embate entre eles, e da reconciliação integradora.

Uma aprendizagem significativa não necessariamente é atribuída ao acerto no conceito. “Significativa” é característica da aprendizagem, do modo como o processo cognitivo ocorre. Por exemplo: “se uma pessoa acredita que no verão estamos mais próximos do sol e no inverno mais distante, explicando assim as estações do ano, isso pode ser significativo para ela, embora não seja a explicação científica aceita” (Ausubel *apud* Moreira, 2011, p. 24). Essa pessoa, em algum momento, incorporou à sua rede cognitiva esse conceito, de modo significativo. Um novo aprendizado, também significativo, pode corrigir o erro conceitual.

Nesse mesmo viés, Paulo Freire esboça uma ideia de aprendizagem significativa, defendendo aspectos pedagógicos que conduzam a uma educação de qualidade significativas. Freire (1987,1996) relata que a vida em sociedade implica relações sociais e embates políticos, de modo que o sujeito deve estar apto a uma diversidade de conhecimentos para não sofrer dominação e alienação.

Alguns pontos de semelhança são perceptíveis entre as teorias de Ausubel e Freire. O caráter de “educação libertadora”, a valorização dos saberes e conhecimentos que o estudante leva para a sala de aula, todavia Ausubel não enfatiza as ideias de ser político e social freirianas (Souza, 2021)

A aprendizagem significativa freiriana é aquela que parte de uma formação humana, com preparação do indivíduo para a sociedade, enquanto ser histórico, social e cultural. Uma UEPS favorece a aproximação entre as duas abordagens de aprendizagem significativa, visto que busca a interação entre os significados, mas preocupando-se com o que é significativo para o aprendiz, visando assim a realidade do aluno.

Uma parte importante do processo de ensino é a escolha de uma metodologia que seja adequada tanto para o professor, estudante e a própria realidade e ambiente no qual o processo ocorre. No âmbito de um processo educacional modelado na aprendizagem significativa pode-se utilizar diversas metodologias, tais como a aprendizagem por resolução de problemas, a

gamificação, mão na massa (*Hands on*), aprendizagem baseada em projetos, dentre outros. Dentre essas metodologias, uma de suma importância devida a sua sistematização, seu próprio “esqueleto”, que simplifica o processo é a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, esboçada por Marco Antonio Moreira, professor emérito da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS) (Moreira, 2011).

A UEPS é uma proposta de sequências didáticas que, segundo Moreira (2011), são sequências de ensino fundamentadas do ensino não mecânico, mas sim de aprendizagem significativa crítica.

No intuito de facilitar o entendimento e aplicação dos estudos de Ausubel, que de modo sucinto, buscava relacionar os conhecimentos prévios e as experiências do estudante com o novo conhecimento a ser aprendido, e essa associação auxiliaria o estudante a elaborar e incorporar um novo conhecimento ao seu arcabouço cognitivo. Para facilitar o processo, principalmente nos Sistemas de Ensino, Moreira (2011) propôs uma estrutura metodológica coerente às Teorias da Aprendizagem Significativa, dividindo o processo de ensino em oito passos a serem seguidos pelos envolvidos (professor e estudante), no intuito de conduzir à aprendizagem significativa crítica, na qual o novo conceito interage de maneira substantiva e não literal com a estrutura cognitiva. O novo conhecimento interage com o todo, mas tem como foco algumas ideias - foco, ou ideias – âncora, para poderem se ancorar a fim de integrar a estrutura cognitiva: os subsunçores.

O trabalho de Moreira intitulado “Unidades De Ensino Potencialmente Significativas – UEPS*” à primeira vista parece ser um simples passo-a-passo a ser seguido – um roteiro ou manual, entretanto ele é bastante fundamentado, deixando a aplicação da Teoria de Ausubel simplificada, mas sem deixar de lado a importância de cada ponto.

Os passos a serem seguidos, de acordo com Moreira (2011, p. 45-46) são:

- 1- Definir o tópico específico a ser abordado.
- 2- Criar e propor situações-problema para levar o aluno a explicitar seu conhecimento.
- 3- Propor situações-problema em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, para facilitar a introdução do conhecimento que se quer ensinar.
- 4- Retomar aspectos mais gerais do conteúdo a ser ensinado/aprendido em um maior nível de complexidade, dar novos exemplos e seguir a reconciliação integradora.
- 5 - Propor e discutir em grande grupo, novas situações-problema em maior nível de complexidade que as anteriores.
- 6 - Concluir a unidade dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo, buscando ao mesmo tempo a reconciliação integradora.
- 7 - Realizar a avaliação individual somativa – nesta avaliação devem ser propostas situações-problema que impliquem compreensão e que evidenciem captação de significados.
- 8 - Análise do êxito da UEPS.

Esses passos devem ser seguidos a partir de ações e atividades no processo de ensino, orquestrado pelo professor, e executado pelo professor e estudante, reiterando que por tratar-se da busca por uma aprendizagem significativa crítica, é de suma importância que o conhecimento seja significativo para o estudante, e que ele esteja disposto a aprender, de modo que a variável que mais influencia na aprendizagem significativa crítica é o que aluno já sabe (Moreira, 2011).

As ideias propostas por Moreira perpassam pelas várias áreas do conhecimento, sendo também bastante eficazes no ensino de Física e, recentemente, vem ganhando adeptos em diversos trabalhos acadêmicos, e aplicações em sala de aula.

Embora de maneira ainda amarrada na aprendizagem mecânica, é comum ouvir de professores de Física que um dos principais problemas no processo de ensino-aprendizagem é que os estudantes não aprenderam o conteúdo anterior. É notório que, mesmo na abordagem mecânica, o conhecimento prévio é relevante, ainda que sob uma ótica diferente, já que a ideia nesta abordagem não é de ancoragem, mas apenas de sequenciamento, de seguir o roteiro do planejamento anual de conteúdos de Física, muitas vezes simplesmente seguir a sequência do livro didático, mas já evidencia o ponto de fragilidade do seguimento: o conhecimento prévio.

Além das dificuldades recorrentes, como tempo e quantidade das aulas, e volume de conteúdos, o próprio processo não favorece os professores à orquestração de uma aprendizagem significativa crítica. O primeiro fator logo se apresenta: a dificuldade em coletar os conhecimentos prévios. Alguns professores tentam investigar o que o aluno já sabe de maneira mecanizada, com testes prontos sem a devida adequação à realidade da própria turma. Entretanto a estrutura cognitiva é muito mais complexa, e outros fatores não devem ser negligenciados.

A busca pelos conhecimentos prévios deve sim ser contínua, junto com o próprio processo de ensino e aprendizagem, mas esta averiguação no início do processo é crucial já que é a partir do que o estudante já sabe que ele irá assimilar os novos conhecimentos. Neste viés, podem ser utilizadas práticas como debates em sala orientados pelo professor, conduzindo o assunto ao que se deseja averiguar, atividades com questões de sondagem, tomando o devido cuidado de não desenvolver questões que viessem para o “ensino para testagem”, buscando questões que evidenciem o aluno a expressar seus conhecimentos. Além dessas, outra prática muito utilizada nas UEPS é propor a construção de Mapas Conceituais (MOREIRA, 2012), nos

quais os estudantes expressarão conceitos principais sobre o tema, além de indicar as relações entre eles.

3.5 Mapa Conceitual

No processo de ensino e aprendizagem, o professor, no papel de regente da aprendizagem significativa, buscando facilitar as conexões entre os subsunçores e o novo conhecimento, deve propor atividades, debates e situações-problema que conduzam à essa interação entre os conhecimentos. Dentre essas atividades, destaca-se o mapa conceitual, técnica desenvolvida por Joseph Novak, e posteriormente foi aprimorada por Ausubel, que atrelando sua teoria ao construtivismo de Vygotsky, consolidando os Mapas Conceituais de aprendizagem (MCA) (Pelizzari *et al.* 2002 *apud* Córdula, 2013).

O objetivo dos mapas conceituais é representar relações significativas entre conceitos, de modo que eles sejam apresentados de modo objetivo, como proposições. Para formar uma proposição, são necessários dois ou mais termos conceituais a serem unidos semanticamente (Novak; Gowin, 1988). Um MCA é diferente de um mapa mental. Muito embora não se deva estigmatizar os mapas mentais como estruturas inimigas da aprendizagem, visto que são amplamente utilizadas em situações de ensino, na construção de um MCA há cuidados especiais que devem ser tomados para assegurar a interação substantiva e não literal. Sem os devidos cuidados, segundo Moreira (2012, p. 6) “a pessoa é inclusive capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas não significa nada para ela”. A construção de um MCA deve seguir algumas recomendações para assegurar esses cuidados, para propiciar as condições para uma aprendizagem significativa.

Moreira (2012, p. 6-7) pontuou as principais orientações para a construção de um MCA:

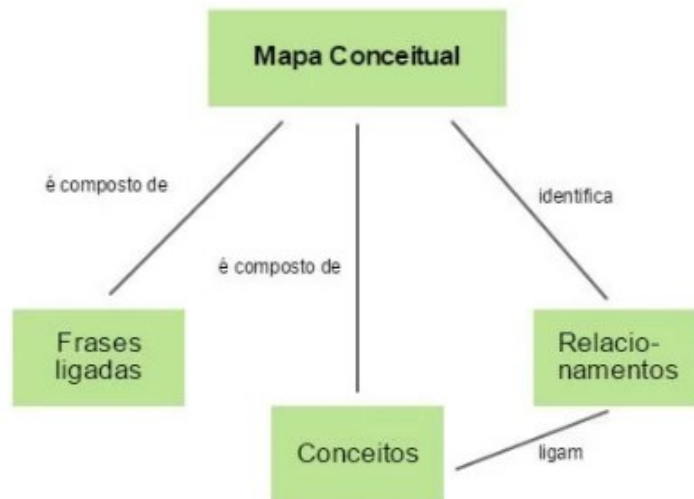
- 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem.

Tendo em vista a provável confusão entre a utilização de mapas mentais e conceituais, é importante que o professor aborde as diferenças entre os dois antes de utilizá-los como atividade, para que assim, tenha uma validade para o processo. Eles podem ser utilizados tanto

no início da UEPS, mais precisamente no segundo passo, associando-a a outras situações que conduzam o aluno a explicitar seus conhecimentos (Moreira, 2011) quanto no decorrer da UEPS, já que ele induz a criação de relações entre conceitos, e tentando relacioná-lo a outros conceitos da vida. um dos objetivos chave da aprendizagem significativa.

Os mapas conceituais devem apresentar relação entre os conceitos, indicando essas relações nas linhas os interligam em uma ou duas palavras-chave que forme uma proposição que evidencie o significado da relação (Moreira, 2010). É também possível estabelecer uma relação de hierarquia, de modo que os conceitos mais abrangentes ficam no topo, e os mais específicos ficam na parte de baixo, mas de suma importância que seja possível distinguir os mais importantes dos secundários. A figura 1 apresenta uma representação de um mapa conceitual.

Figura 1: Modelo de mapa conceitual



Fonte: Static (s.d.)¹.

Não há uma necessidade na forma. Ele pode ser em teia de aranha, fluxograma, desencadeamento hierárquico. Mas deve, principalmente, por meio das proposições, estabelecer as relações entre os conceitos, para assim buscar as relações entre os significados esperados nas Teorias da Aprendizagem Significativa.

¹ Disponível em: https://static.significados.com.br/foto/mapa-conceitual-exemplo_bg.jpg. Acesso em: 30 jan. 2024.

3.6 Inteligência Artificial como Ferramenta Pedagógica

A inteligência artificial (IA) está presente no cotidiano de muitas pessoas já há alguns anos. Embora nos últimos anos, entre 2022 e 2023, a sociedade conheceu e se deslumbrou com ferramentas como *Chat GPT*, *Aria*, *Bard*, *Bing*, ou *DALL – E*, a IA existe há mais tempo que se imagina. Segundo Russel e Norvig (2009 *apud* Fernandes, 2023) o termo Inteligência Artificial foi assim registrada na Conferência de Dartmouth em 1956. Indo mais a fundo, Barbosa e Bezerra (2020) citaram a produção bibliográfica de Warren McCulloch e Walter Pitts que, em 1943, traçava modelagem matemática para estruturas de raciocínio artificial, além do notório Alan Turing, que trabalhava com outros cientistas em projetos de criptografia em meio à segunda guerra mundial com a máquina de *Colossus*, que ajudava a decifrar códigos inimigos. A maioria desses instrumentos é definido como máquinas inteligentes, mas para caracterizar como IA's faltava ainda a capacidade de decisões.

Trazendo para tempos mais próximos, as IAs já estavam presentes há alguns anos em nosso cotidiano, mais especificamente no final do século XX e início do século XXI, em 1959 quando o termo “*machine learning*” foi utilizado pela primeira vez, referindo-se a capacidade da máquina aprender algo que não tenha sido programada diretamente. Em 1964 foi desenvolvido o primeiro *ChatBot* (Eliza) que respondia automaticamente segundo palavras-chave.

Entre os anos 1970 e 1980 o grande empecilho no avanço das IAs era tanto o hardware (parte física, como memória, processador) que ainda não tinha desenvolvimento acelerado, quanto a ausência de softwares (parte lógica, os programas) que era inclusive ancorada pelos hardwares. Do final da década de 70 ao início da década de 90 a colaboração mundial para o desenvolvimento das IAs culminou no desenvolvimento dos microchips e microprocessadores, resolvendo temporariamente o problema de hardware que antes ocupavam grande espaço e demandava uma maior tecnologia de resfriamento.

Já na segunda metade da década de 90 o avanço da internet comercial colaborou com o avanço das IAs, nos sistemas de navegação, indexação e busca. Em 1997 o computador *Deep Blue*, da IBM, utilizando algoritmos de força bruta, analisando possibilidades e prevendo movimentos derrotou o campeão soviético de xadrez Gary Kasparov.

Partindo dessa linha de pensamento tecnológico, outras máquinas apareceram na primeira década do século XXI, como o *BigDog* da Boston Dynamics, que vasculhava terrenos

difíceis. Em 2008 a Google lançou mecanismos de reconhecimento de voz com linguagem natural.

Definir o conceito de inteligência artificial não é tão simples. A observação de uma máquina operando sobre IA e apontamento como tal é muito mais fácil que sua definição. Inicialmente por conta do próprio conceito de “inteligência”, que se mostra bastante amplo, e o termo “artificial” denota, *a priori*, a ideia de algo não-humano, mas que em uma análise mais detalhada, pode-se concluir que um comportamento humano pode ser também artificial.

Para além da pura análise etimológica, o conceito (semântico) está claramente ligado a tentativa de reproduzir ou ao menos simular a inteligência humana, tomando como principal fator descritivo para a “inteligência”, descrita por Piaget como a capacidade de adaptação do organismo a uma situação nova (PIAGET, 1982), ou ainda segundo Binet e Simon “Julgar bem, compreender bem e raciocinar bem são as atividades essenciais da inteligência” (BINET e SIMON, 1916 apud Sternberg, 1990, p.74-75).

A inteligência está, portanto, intimamente ligada à capacidade de tomada de decisões coerentes com uma base de dados, que nos seres vivos identificamos como memórias, aspectos cognitivos. Afinal, é a partir das experiências que os seres desenvolvem aspectos cognitivos que o favorecem a tomadas de decisões em situações futuras. Esta definição é também válida para as máquinas. Seja por meio de redes neurais ou por meio de algoritmos de tomada de decisão, análises de *Big Data*. Uma máquina desenvolve estratégias, que conduzem a uma melhor escolha, que pode ser um caminho que o *sprint* de um personagem de um jogo faz para obter êxito, adequação dos tons e cores em uma imagem para que fique mais parecida com um banco de dados ou lançamento de palavras em um texto para completar a frase de maneira mais coerente. As IAs conduzem seu trabalho tomando decisões mais coerentes com o que se espera em seu banco de dados preexistente, e com isso, caso o código dela esteja aberto para aprendizagem, ela poderá incorporar novas informações.

Deste modo, as IAs podem ser utilizadas como ferramentas para auxiliar nos processos de ensino. Como Casas relata, “A inteligência artificial é capaz de fornecer aos educadores e aos alunos a possibilidade de criar um ambiente de ensino mais personalizado e adaptado às necessidades individuais de cada aluno” (CASAS et al., 2021). Assim como a maioria das ferramentas tecnológicas que surgem e são utilizadas no meio educacional, a utilização das IAs deve ser acompanhada pelos profissionais da educação para que seu uso seja proveitoso. Mills *et al.* relata que “A IA pode ser usada para criar experiências de aprendizado envolventes que

promovam habilidades socioemocionais, como a colaboração e a comunicação” (MILLS et al., 2021).

Embora a popularização dos *Smartphones*, bem como a ascensão do uso de internet móvel tenham crescido consideravelmente, em especial na última década, os sistemas de ensino ainda encontram empecilhos para sua devida utilização em salas de aula. Para contornar o problema, muitos gestores e professores optam por simplesmente proibir o seu uso. Namurgo e Teles (2016) investigaram o problema do uso do celular em sala de aula:

“Além das leis, existe a proibição ao uso do celular por parte dos regimentos escolares. Para compreender melhor este tema, foi realizada uma busca na internet com os termos "regimento escolar" e "norma escolar". Foram analisados 21 regimentos de escolas do ensino fundamental e/ou médio, sendo 5 particulares, 5 municipais e 11 estaduais. Em síntese, os regimentos analisados se referem às leis para justificar a proibição ao uso dos celulares na escola; indicam que a escola não se responsabiliza pela perda de aparelhos eletrônicos pessoais nesse local; proíbem o uso não só para alunos como para professores; e estabelecem forma de punição para o descumprimento dessa regra. Os alunos, em geral, informaram que as escolas proíbem o uso durante as aulas e liberam nos intervalos, sendo esta especificidade constatada em apenas um dos 21 regimentos analisados” (NAMURGO e TELES, 2016, p.363).”

Os maiores problemas enfrentados pelos professores por conta da utilização dos *Smartphones* estão relacionados à distração durante as aulas, ou com o acesso às informações que em determinados momentos (em atividades avaliativas) podem atrapalhar o processo. É possível perceber uma evidente similaridade com o processo de adaptação do uso das IAs nos processos de ensino e aprendizagem. O uso das IAs pode tanto ajudar quanto atrapalhar. Cabe aos professores, às escolas e aos Sistemas de Ensino, se prepararem para as revoluções tecnológicas.

Um modelo de IA que rapidamente se popularizou foi o de generativa, que possibilita ao usuário solicitar que seja produzido um texto inédito, e ela então cria o que é pedido, seja uma simples frase ou um texto mais complexo.

No presente trabalho a inteligência artificial foi utilizada para gerar as situações problema e as imagens em uma atividade proposta aos alunos. O modelo de IA utilizado foi o Chat GPT, que trabalha com Inteligência artificial generativa. É importante ressaltar que o Chat GPT foi alimentado com *prompts* que instruíram a criar as situações com os determinados conceitos físicos, de modo que a parte que coube a geração foi puramente artística. Os conceitos físicos estavam presentes nas instruções.

3.6.1 O Chat GPT

Em 2022 a Startup OpenIA lançou o Chat GPT 3, uma inteligência artificial generativa, ou seja, é projetada para entender e gerar textos em linguagem natural em uma gama de contextos.

Chat GPT, derivado do modelo "Generative Pre-trained Transformer" (GPT), é uma variante especializada para conversação desenvolvida pela OpenAI. Fundamentado em técnicas de aprendizado profundo, este modelo é projetado para compreender e gerar texto, permitindo interações fluidas e coerentes entre máquinas e seres humanos em linguagem natural. (Vaswani *et al.*, 2017, p.1).

Este modelo de IA é treinado por uma grande quantidade de textos para, quando receber um comando, gerar uma frase como resposta, gerando palavra por palavra, aprendendo a prever a próxima palavra em determinado contexto.

Por conta do próprio modelo de IA, o *Chat GPT 3* (versão de uso livre na Internet) ainda apresenta algumas falhas, especialmente quando solicitado a responder uma questão que envolva cálculo, por exemplo, mas gerando pequenos textos ele tem uma boa eficácia, embora os padrões de formação sejam ainda previsíveis.

A utilização dessas IAs já faz parte do cotidiano escolar, seja no auxílio do professor em elaborar a estrutura de um planejamento, ou mesmo por parte dos estudantes, que de forma equivocada buscam a ferramenta para resolução de atividades e trabalhos. Os estudantes costumam utilizar a versão de IA disponibilizada no *WhatsApp* chamada "Luzia". O uso correto dessas ferramentas pode auxiliar no processo de ensino, não simplesmente solicitando que a IA realize toda a tarefa (seja o planejamento, uma atividade, ou uma avaliação), mas sim, tarefas de rotina complexas ou de exaustão, ou mesmo o professor pode solicitar à IA que crie situações-problema, indicando os parâmetros e valores de grandezas, para que as situações sejam utilizadas em aula.

Mas a grande pergunta é: como utilizar essa ferramenta poderosa na educação? Primeiro é preciso interpretar a IA como uma ferramenta que está disponível para todos e esta pode auxiliar a solucionar problemas complexos, assim, o professor precisa elevar o nível de complexidade das tarefas para que os alunos possam utilizar a IA para proporcionarem soluções mais assertivas (Fernandes, 2023).

O uso das IAs na educação é inevitável, e para que não se torne um problema, todos devem adaptar-se à nova realidade utilizando-a, e orientando os estudantes ao uso correto das ferramentas. Esta ideia encontra respaldo nos ideais de Lev Vygotsky (1978), em sua teoria sociocultural da aprendizagem. A aprendizagem é um processo social, sendo praticamente

impossível desvincular o processo das relações socioculturais, especialmente os fatores contemporâneos. Deste modo, é imprescindível que a utilização das IAs esteja presente no processo, tendo em vista que elas estão cada vez mais presentes no cotidiano dos estudantes.

Para além do uso da ferramenta durante o processo, ela pode ser uma ótima aliada do professor em diversas práticas processuais, como o auxílio na criação de situações-problema para a elaboração de questões, organização de dados, entre outros, mostrando-se como uma ferramenta auxiliadora no trabalho pedagógico do professor.

4 REVISÃO DOS CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA CHOCADORA

Este capítulo aborda conceitos físicos relacionados com os princípios da termodinâmica, eletrodinâmica, visando uma elucidação dos conceitos da física térmica envolvida no efeito Joule. As bibliografias utilizadas foram: Sears e Zemansky (2003); Halliday, Resnick, Walker (1996); TIPLER (2000); ALONSO e FINN (2014); Nussenzveig (2014); GASPAR (2013); ALLARD (1960).

4.1 Temperatura

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), a temperatura é uma grandeza física fundamental do Sistema Internacional de Unidades (SI), seu conceito, ou ao menos sua ideia, está presente no conhecimento geral das pessoas desde muito cedo. Ela inicialmente é associada unicamente às sensações de quente e frio – uma associação direta ao sistema sensorial – que causa a impressão de ser algo intrínseco, quase sem necessidade ou capacidade de formulação conceitual. Apesar disso, a ciência buscou formas de conceituar esta grandeza.

Uma das formas de conceituar é partindo da Lei Zero da Termodinâmica, que estabelece a relação entre corpos, a exemplo, os corpos A, B e C. Se o corpo A, em contato com o B não apresenta troca de calor, dizemos que eles estão em equilíbrio térmico. Se esta mesma condição é aplicada aos corpos A e C, ou seja, se os corpos A e C, ao entrarem em contato não apresentarem troca de calor, então eles estarão também em equilíbrio térmico. Por último, podemos deduzir que os corpos B e C também estarão em equilíbrio térmico, mesmo sem efetuar o teste entre eles.

Seguindo as condições estabelecidas pela proposição da Lei Zero da Termodinâmica, a grandeza física que tem o valor característico equivalente nos três corpos é a Temperatura, independente da variação de outras grandezas, como massa, volume, densidade. Assim, podemos dizer que “todo corpo possui uma propriedade chamada temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, as suas temperaturas são iguais” (FONSECA apud HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p. 10).

A temperatura tem como unidade de medida no Sistema Internacional de Medidas o kelvin (K), que não possui limite superior de medição em um corpo, possui um limite inferior, que é explicado justamente por sua definição conceitual no nível molecular. A temperatura é a grandeza que busca definir o grau médio de agitação das partículas em um meio. Seguindo esta definição, a menor temperatura possível é aquela em que as moléculas estão completamente

estacionárias, ou seja, não é possível estar menos agitadas do que paradas. Assim, o Zero Absoluto é o conceito dado à esta condição (estacionária), que estabelece a menor temperatura possível, definido como $-273,15^{\circ}\text{C}$ (0 K).

4.2 Calor e Energia Térmica

Quando os corpos A, B e C do exemplo apresentado anteriormente interagem, uma forma de energia é trocada entre elas para que ocorra mudança de temperatura. Da mesma forma que quando deixamos um copo de café quente sobre a mesa por um tempo ele esfriará, ou seja, sua temperatura diminuirá, ou quando um copo de água gelada é colocado na mesa ela tende a “esquentar” rapidamente nos primeiros minutos, depois continua esquentando mais lentamente, em ambos os casos até atingir a temperatura ambiente, ou seja, ficam em equilíbrio térmico.

Ainda segundo Halliday, Resnick e Walker (1996), esta mudança de temperatura é devido a troca de uma forma de energia entre o sistema e o seu ambiente, ou entre os objetos no primeiro exemplo. Ela é denominada energia interna (ou energia térmica) que é a soma das energias potenciais e cinéticas de todas as partículas do corpo, atribuídas ao movimento aleatório dos átomos, moléculas e outras partes microscópicas que compõem o objeto.

Assim que a energia interna de um corpo é transferida para outro corpo, de um sistema para outro, ou de um sistema para o meio, através de algum processo, ela é chamada de calor, ou seja, o calor é a energia térmica em transferência entre um corpo mais quente e um mais frio. Atribuímos a ele o símbolo Q .

É válido ressaltar que fisicamente o calor só tem sentido, em seu próprio conceito, enquanto a transferência de energia térmica está ocorrendo; quando o equilíbrio térmico se estabeleceu, não há mais calor. Entretanto comumente no estudo da termodinâmica utiliza-se expressões que de modo literal parecem não fazer sentido, como é o caso de “transferência de calor”, ou “calor cedido e recebido”. Tais expressões são incorporadas e aceitas no próprio meio científico, bem como em salas de aula no ensino da física por conta da praticidade e interação entre os conceitos, de modo que sua não utilização, ou tentativa de troca poderia dificultar o próprio entendimento, em especial em processos termodinâmicos e estudo de máquinas térmicas.

Isto posto, o caminho para determinar a quantidade de calor perdido ou absorvido perpassa pela averiguação da variação da temperatura. A energia pode também ser trocada com o ambiente por meio de um processo que envolva trabalho (representado por W).

4.3 Corrente Elétrica

Segundo Tipler e Mosca (2009), o conceito de corrente elétrica está intimamente ligado à dinâmica dos portadores de carga elétrica em um corpo. Disposto de duas placas metálicas carregadas com “potenciais diferentes”, (como em um capacitor, por exemplo), ao conectar as placas utilizando um fio metálico é evidente que não haverá equilíbrio eletrostático. A diferença de potencial entre as pontas do fio acarretará um movimento dos elétrons livres da placa negativa para a placa positiva. Esta é a natureza da corrente elétrica. Por razões históricas, convencionou-se o sentido da corrente como sendo o que corresponderia ao movimento das cargas positivas.

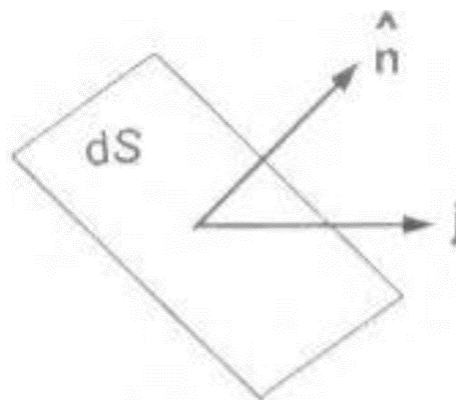
De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2012), define-se então a intensidade da corrente elétrica como sendo a quantidade de carga que atravessa uma seção transversal de um fio condutor por unidade de tempo (Eq. 1). A unidade de medida no Sistema Internacional (SI) é o Ampère.

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (01)$$

Cada Ampère corresponde a 1 Coulomb, ou seja, $6,2 \times 10^{18}$ elétrons que atravessam o fio por segundo.

Para casos mais gerais, analisando uma seção oblíqua de orientação qualquer, deve-se tomar o elemento de área dS , em que o versor normal \hat{n} define a orientação (Fig. 2).

Figura 2: Fluxo de corrente



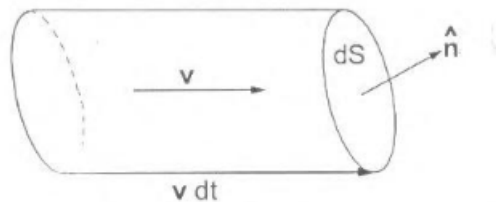
Fonte: Halliday, Resnick e Walker (1996).

O vetor \mathbf{j} é a densidade de corrente, que relaciona cada elemento de intensidade de corrente a cada elemento de unidade de área, com unidade de medida A/m^2 .

$$di = \mathbf{j} \cdot \hat{\mathbf{n}} \cdot dS \quad (02)$$

É importante ressaltar que a os portadores de carga estão relacionados com o meio onde estão. Se for em um metal, serão os elétrons, em um cilindro com descarga gasosa, tanto os elétrons quanto íons positivos do gás.

Figura 3: Cilindro de carga



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (1996).

A velocidade dos portadores de carga pode ser descrita por:

$$dv = \mathbf{v} dt \cdot \hat{\mathbf{n}} \cdot dS \quad (03)$$

Para simplificar, considerando que os portadores de carga sejam do mesmo tipo, e desloquem-se à mesma velocidade, e considerando ρ como sendo a densidade volumétrica de cargas, o elemento de corrente elétrica pode ser descrito por:

$$di = \rho \cdot \mathbf{v} \cdot \hat{\mathbf{n}} \cdot dS \quad (04)$$

Então, comparando com a equação 4, a densidade de corrente pode ser descrita como:

$$\mathbf{j} = \rho \cdot \mathbf{v} \quad (05)$$

ou ainda, em termos do número de portadores de carga:

$$\mathbf{j} = n \cdot q \cdot \mathbf{v} \quad (06)$$

Generalizando esta expressão para todos os portadores de carga, de diferentes naturezas e velocidades, encontra-se:

$$\mathbf{j} = \sum_i \mathbf{n}_i \cdot \mathbf{q}_i \cdot \mathbf{v}_i \quad (07)$$

Que descreve a densidade de carga para todos os grupos de portadores de carga. Se o corpo estiver neutro, todos os portadores de carga se deslocam, mas a soma de suas densidades se cancela, relevando o caráter neutro.

4.4 Lei de Ohm e Condutividade

No interior de um condutor, as partículas carregadas respondem aos estímulos de forças a elas aplicadas. Assim, surge a corrente elétrica em um objeto submetido a um campo elétrico. Mas essa resposta dependerá, além da densidade de corrente e do campo elétrico, da natureza do meio material por onde passará. A esse tipo de comportamento atribui-se a ideia de equação constitutiva.

Segundo Moyses (1997), é possível observar o mesmo padrão na relação entre a polarização P e o campo elétrico E , em que:

$$P = \epsilon_0 \cdot \chi \cdot E \quad (08)$$

Em que a susceptibilidade elétrica χ é uma constante característica do material. Também é possível observar na equação do campo elétrico, na do potencial elétrico, força elétrica, entre outras em que uma das variáveis aponta para uma característica do material, ou meio material.

A relação entre \mathbf{j} e \mathbf{E} , para a maioria dos materiais isotrópicos ²sólidos e líquidos pode ser determinada por:

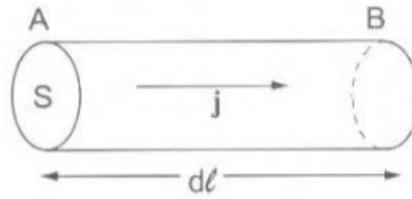
$$\mathbf{j} = \sigma \cdot \mathbf{E} \quad (09)$$

Em que σ é a condutividade elétrica, característica do material.

Considerando a passagem de uma corrente elétrica por meio de um fio condutor representado na figura 4 a ddp entre A e B será:

² Um material é isotrópico quando suas propriedades mecânicas e térmicas são as mesmas em todas as direções

Figura 4: Trecho do fio condutor



Fonte: Nussenzveyg (1997, p. 104).

$$V_A - V_B \equiv dV = \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad (10)$$

Sendo \mathbf{E} uniforme e paralelo a $d\mathbf{l}$, isto indica a queda do potencial no sentido da corrente.

A intensidade da corrente elétrica que atravessa o fio é então:

$$i = \int_S \mathbf{j} \cdot \hat{\mathbf{n}} dS = j \cdot S = \sigma \cdot ES \quad (11)$$

Do qual encontra-se

$$dV = \frac{i}{\sigma S} dl \quad (12)$$

Se o fio tem seção constante, a equação é simplificada para a primeira Lei de Ohm

$$V_A - V_B = V = R \cdot i \quad (13)$$

Considerando:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (14)$$

substituindo na equação 13, tem-se que:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (15)$$

Conhecida como a relação da segunda lei de Ohm. A unidade de resistência elétrica é o ohm, representado por Ω .

Para boa parte das substâncias, a resistividade varia linearmente com a temperatura. Condutores com esta característica são chamados de condutores ôhmicos.

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (16)$$

A figura 5 apresenta a distinção entre as resistividades de diferentes materiais, e evidencia a distância entre os valores de condutores, semicondutores e isolantes.

Figura 5: Resistividade de diferentes materiais

	Material	ρ a 20°C em $\Omega \cdot m$	α (a 20°C)
Metais	Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	$\sim 4 \times 10^{-3}$
	Prata	$1,6 \times 10^{-8}$	$\sim 4 \times 10^{-3}$
	Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$	$\sim 4 \times 10^{-3}$
	Ferro	10×10^{-8}	$\sim 5 \text{ a } 6 \times 10^{-3}$
	Chumbo	22×10^{-8}	$\sim 4 \times 10^{-3}$
Semicondutores	Silício puro	$\sim 3 \times 10^3$	$\sim -7 \times 10^{-2}$
	Germânio	~ 10	$\sim -5 \times 10^{-2}$
Isolantes	Vidro	$\sim 10^{10} \text{ a } 10^{14}$	
	Quartzo fundido	$\sim 10^{16}$	
	Papel	$\sim 10^{12} \text{ a } 10^{16}$	
	Borracha dura	$\sim 10^{16}$	

Fonte: Nussenzveig (1997).

4.5 Resistência Elétrica

Segundo Young e Freedman (2015), existe uma grandeza física que está relacionada ao obstáculo enfrentado por uma corrente elétrica quando passa por um meio, impulsionada por uma diferença de potencial. Este obstáculo muda a depender do formato do objeto (um fio elétrico, como exemplo trivial), tanto em relação às suas dimensões, quanto ao próprio material pelo qual a corrente elétrica estiver atravessando. Esta grandeza é a Resistência elétrica.

A resistência elétrica (R) de um objeto é definida pela relação entre a diferença de potencial entre os terminais e a corrente que atravessa o condutor.

$$U = R \cdot i \quad (17)$$

Esta é a primeira Lei de Ohm. A grandeza física da resistência elétrica é utilizada, com o símbolo “ Ω ”, nomeada ohm.

Deste modo, cada ohm equivale a um volt por ampère, segundo a relação a seguir.

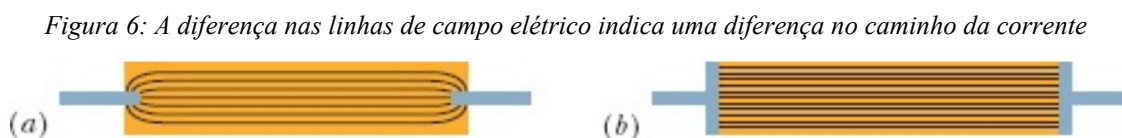
$$1 \Omega = 1 \frac{V}{A} \quad (18)$$

A equação 18 representa a análise dimensional da resistência, e pode ser encontrada isolando o “R” na equação 1.

$$R = \frac{U}{i} \quad (19)$$

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), qualquer meio por onde uma corrente elétrica atravesse sofrerá a ação de sua resistência elétrica, que vem da interação das partículas livres e partículas do próprio meio condutor, com os portadores de carga que o atravessam (corrente elétrica). Quando um dispositivo é utilizado em um circuito elétrico com o intuito de oferecer resistência elétrica ele é denominado “resistor”. Analisando a equação da primeira Lei de Ohm (Eq. 7) ou sua variação (Eq. 19), pode-se observar que a resistência é inversamente proporcional à corrente.

Outro componente que varia a resistência é simplesmente o modo como a diferença de potencial é aplicada. A passagem da corrente elétrica é afetada pelo formato do condutor nos terminais e, por isso, o próprio caminho da corrente também é afetado



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2016).

Na parte *a* da figura 6, o terminal é pequeno, causando uma forma não uniforme no início das linhas, já na parte *b* o contato ocorre em uma área maior, propiciando a uniformidade desde o início.

As grandezas evidenciadas neste exemplo são o campo elétrico e a densidade de corrente elétrica que são perturbadas pela variação nas condições iniciais – o tamanho e posição do terminal. A unidade de campo elétrico é o volt por metro, e a da densidade de corrente elétrica é o ampère por metro quadrado.

A relação entre essas duas grandezas resulta na resistividade, que é a característica do material em resistir à corrente elétrica. Enquanto a resistência elétrica estabelece a relação da

corrente com um objeto, em que suas dimensões interferem em seu valor, a resistividade é uma propriedade de cada material, e indica como ele se relaciona com a passagem de uma corrente elétrica.

Assim, dois objetos (dois fios) de mesmas dimensões, mas de matérias diferentes, oferecerão diferentes resistências à passagem da corrente. Isto se deve à resistividade.

$$\rho = E/J \quad (20)$$

A unidade de medida da resistividade é o ohm metro ($\Omega \cdot m$). Pode ser determinada pela interação das unidades do campo elétrico e da densidade de corrente. De forma vetorial pode-se representar:

$$\vec{E} = \rho \cdot \vec{J} \quad (21)$$

Lembrando que essas equações são válidas para materiais isotrópicos.

4.5.1 Visão Microscópica da Lei Ohm

Ainda segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), a lei de Ohm é utilizada para materiais isotrópicos. Para analisar mais especificamente o porquê de alguns materiais obedecerem a essa lei, devemos analisar os processos de condução da eletricidade a nível atômico. Para simplificar a análise, vamos considerar o modelo de elétrons livres por toda a amostra de metal, e que eles não colidem uns com outros, mas apenas com os átomos do metal.

Se o movimento dos elétrons fosse explicado pela mecânica clássica, os elétrons de condução apresentariam uma distribuição similar a uma distribuição de Maxwell. Entretanto o movimento dos elétrons é regido pela mecânica quântica, de modo que a velocidade dos elétrons no condutor não depende da temperatura. Tomando como exemplo o cobre, a velocidade é $v_{ef} = 1,6 \times 10^6 \text{ m/s}$.

O movimento aleatório dos elétrons no interior de um condutor é modificado quando sofrem a interação de um campo elétrico externo. Os elétrons passam a seguir o sentido oposto ao campo, com velocidade de deriva d_v .

4.6 Efeito Joule

Segundo Young e Freedman (2015), o transporte de uma carga dq , impulsionada por uma DDP V necessita de uma energia $(dq) V$, de modo que extrapolando este conceito para uma corrente $i = dq/dt$, a energia a ser fornecida é $dW = (i \cdot dt)V$, de onde pode-se calcular a potência:

$$\frac{dW}{dt} \equiv P = V \cdot i \quad (22)$$

Considerando a corrente no trecho dl de um condutor de seção S , cuja redução de potencial é dV , tem-se:

$$dP = \frac{idv}{dl} dl = i \cdot dl \cdot E = j \cdot S \cdot dl \cdot E = \mathbf{j} \cdot \mathbf{E} \cdot dv \quad (23)$$

Então, a densidade de potência será:

$$\frac{dP}{dv} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{E} \quad (24)$$

Como em um condutor ôhmico é válido $j = \sigma \cdot E$, substituindo:

$$\frac{dP}{dv} = \sigma E^2 = \frac{j^2}{\sigma} \quad (25)$$

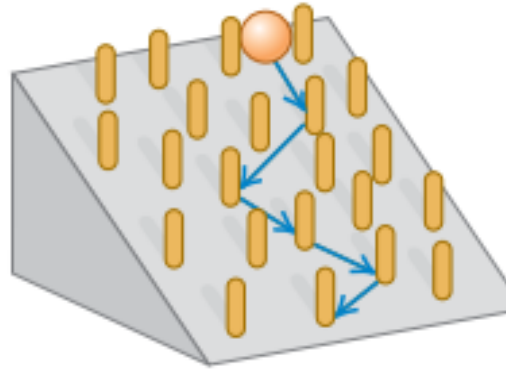
no interior de um condutor há atrito entre os portadores de carga do interior do condutor e a corrente elétrica. Assim como em outros casos em que há atrito, a potência é dissipada em forma de calor, o que reflete uma das consequências da passagem de uma corrente elétrica por um condutor, que é seu aumento de temperatura, em alguns casos chegando radiação térmica visível, produzindo o aquecimento ao rubro de resistências elétricas.

Simplificando a relação entre o calor dissipado no efeito Joule e a resistência e corrente, encontra-se:

$$Q = i^2 \cdot R \cdot t \quad (26)$$

A figura 7 demonstra uma representação de uma analogia entre o movimento de uma bola e elétrons, sendo que a bola representa um elétron percorrendo um material condutor e os pinos amarelos as partículas do material.

Figura 7: Analogia entre o movimento da bola e elétrons



Fonte: Young e Freedman (2015).

4.7 Potência Elétrica e Dissipativa

A potência dissipativa é aquela que é advinda de um circuito em que a energia elétrica é convertida em energia térmica – em que se aplica o efeito Joule.

Segundo Young e Freedman (2015), quando uma quantidade de carga q passa através do elemento do circuito, há uma variação na energia potencial que equivale a qV_{ab} .

Pode-se determinar a potência P fornecida a um segmento de circuito entre os pontos a e b pela equação 27.

$$P = (V_a - V_b)I = V_{ab}I \quad (27)$$

Por exemplo, se $q > 0$ e $V_{ab} = V_a - V_b > 0$ a energia potencial diminui à medida que a carga “cai” do potencial V_a para o potencial inferior V_b . As cargas em movimento não ganham energia cinética, porque a corrente (a taxa de escoamento da carga) para fora do elemento do circuito deve ser igual à taxa de escoamento da carga para dentro do elemento. Em vez disso, a grandeza qV_{ab} representa a energia elétrica transferida para o elemento do circuito. Essa situação ocorre nas bobinas de uma torradeira ou de um forno elétrico, em que a energia elétrica é convertida em energia térmica.

Quando o elemento do circuito for um resistor, a potência será dissipada por uma resistência pura, e o choque entre os átomos do resistor proporcionarão uma elevação da energia interna ainda maior, que será dissipada para fora dele, ou elevará sua temperatura.

As características do condutor são importantes para explicar as diferenças entre a aplicação do efeito Joule, especialmente em fios de espessura, materiais e comprimentos diferentes. Tais diferenças são relacionadas pela potência e as leis de Ohm anteriormente explicitadas.

Deste modo, pode-se determinar a variação da energia potencial pela equação 28.

$$V_{ab}dQ = V_{ab}Idt \quad (28)$$

Para encontrar a taxa de transferência de energia, deve-se dividir a equação 28 por “dt”, que é a potência.

$$P = V_{ab}I \quad (29)$$

Quando o elemento por onde a corrente passa for um resistor, a diferença de potencial é dada pela equação 30.

$$V_{ab} = IR \quad (30)$$

Substituindo na equação 29, encontra-se a equação:

$$P = I^2R \quad (31)$$

Ou

$$P = \frac{V_{ab}^2}{R} \quad (32)$$

É importante ressaltar que nesse caso, o potencial no ponto em que a corrente entra no resistor é sempre maior que no ponto em que ela sai. E é justamente essa energia que é transferida das cargas para os átomos do material (neste caso, do resistor) ao se moverem no interior no material, aumentando sua energia interna. Isso favorece o aumento da temperatura do resistor, ou um fluxo de calor para fora, ou ainda ocorrem ambas as situações, evidenciando o fenômeno mais evidente do efeito Joule.

5 METODOLOGIA

Este capítulo aborda conceitos gerais da própria pesquisa, como os objetivos, sujeitos e o desenvolvimento da própria UEPS.

A natureza da presente pesquisa é aplicada, já que busca analisar e tentar resolver um problema real, já existente, e direcionar para áreas mais abrangentes (Fleury; Dwerlang, 2017).

Quanto aos objetivos, a pesquisa possui fases descritivas e explicativas. Inicia com aplicação na qual o pesquisador/professor, investiga um grupo ou fenômeno, descrevendo características e aponta as relações entre as variáveis – fase descritiva. Em seguida a fase explicativa, quando o professor busca identificar fatores que determinam ou contribuem com a ocorrência do fenômeno (Eiterer *et al.*, 2010). No caso da presente pesquisa, o fenômeno investigado é a aprendizagem significativa crítica dos conceitos envolvidos na sequência didática (SD) aos moldes de Marco Antônio Moreira, seguindo os fundamentos da UEPS.

No que diz respeito a abordagem, a pesquisa é qualitativa, tendo em vista que envolve uma visão interpretativa do mundo do objeto de estudo em seu cenário natural, entendendo os significados provenientes dos indivíduos dos quais eles são oriundos (Denzin; Lincoln, 2006).

A presente pesquisa será aplicada em ambiente escolar, o que reforçou a escolha pelo método mais eficaz.

Pesquisas de abordagem qualitativa têm sido bastante recorrentes no campo educacional, especialmente, pelo fato de permitirem a análise em maior profundidade, a partir de situações singulares. Isso significa dizer que essa modalidade de investigação é própria para situações que envolvem pequenas populações, pretendendo adentrar as informações, interpretar significados, narrar situações, descrever processos culturais e/ou institucionais. Um trabalho nesse formato pode, inclusive, partir de dados quantitativos de pesquisas mais amplas. Como dissemos, ela possibilitará conhecer, de modo mais aprofundado, uma determinada população ou parcela dela, por exemplo, alguns integrantes de uma sala de aula ou alguns representantes de um dado corpo docente ou, ainda, um grupo de mães de uma comunidade. (Eiterer *et al.*, 2010, p.13)

Em relação aos procedimentos e método da pesquisa, foi desenvolvida no estilo investigação-ação (TRIPP, 2005), tendo em vista que o investigador identifica o problema, reflete acerca de ações para contorná-lo. Em suma, versa sobre melhorias das práticas do professor e da escola, favorecendo o desenvolvimento de novas ações, sendo o professor investigador.

5.1 Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, vespertino, no Colégio Polivalente de Vitória da Conquista – Extensão Pradoso, localizada na cidade de Vitória da Conquista, na Bahia, no Bairro Pradoso, local caracterizado pela proximidade com o campo, cuja maioria dos alunos reside em localidades rurais adjacentes ao bairro, ou no próprio local.

A turma é composta por 16 estudantes matriculados, com idades entre 17 e 20 anos. Todos os estudantes receberam orientações sobre os procedimentos da pesquisa, registros de dados, voz e imagem, bem como do anonimato assegurado. Todos assinaram o termo de livre consentimento (apêndice 6 e 8), e aqueles com idade inferior a 18 ano apresentaram o termo aos seus devidos responsáveis que também o assinaram. Ao diretor da escola foi entregue ao termo de consentimento e anuência do gestor (apêndice 7)

5.2 Local da Pesquisa

O prédio no qual funciona o anexo da escola, onde foi aplicada a SD, possui 4 salas de aula, banheiros, cozinha, sala de professores e sala de secretaria, almoxarifado e pátio. Não possui laboratórios, não possui quadra de esportes.

O Colégio Polivalente de Vitória da Conquista é uma escola estadual, cuja sede era localizada na Avenida Guanambi, Bairro Brasil, na mesma cidade, onde atualmente funciona o Complexo Integrado de Educação Básica, Profissional e Tecnológica (CIEB). Com a mudança ocorrida no ano de 2023, o Colégio Polivalente continua funcionando para atender ao público da sua extensão e a sua secretaria funciona atualmente (ano 2024) em novo espaço, ao lado do Colégio Estadual Anísio Teixeira, localizado na Rua Anísio Teixeira, S/N, Bairro Sumaré, em encontro com a avenida Regis Pacheco.

5.3 Contexto da Pesquisa

A pesquisa desenvolvida foi qualitativa, com base em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), metodologia criada pelo professor Marco Antônio Moreira (MOREIRA, 2011), no qual o principal objetivo é a resignificação de conceitos já existentes na rede cognitiva do aluno, seguindo os passos explicitados pelo professor.

A temática procurou envolver algo que remetesse ao cotidiano dos alunos. Embora não sejam todos, alguns relataram possuir galinheiro em casa, ou na casa de parentes. Para que a aprendizagem seja significativa, é importante o devido cuidado com as atividades que auxiliarão na apresentação dos novos significados, que por sua vez interagirão com os subsunçores. Os conceitos devem ser relevantes ao aprendiz, especialmente para que ele tenha interesse no aprendizado, importante variável para o sucesso do processo.

Tendo em vista estes aspectos, procurou-se uma temática aproximada da realidade dos estudantes. Para isso, aprendizagem de conceitos da física térmica relacionadas ao eletromagnetismo, com o foco no efeito Joule e conseqüentemente na construção de uma chocadeira artesanal. Durante o processo, os conceitos são apresentados aos alunos, que devem aprender significativamente.

5.4 Desenvolvimento da UEPS

A sequência descrita neste trabalho foi desenvolvida com base nos preceitos abordados por David Ausubel sobre a aprendizagem significativa, reforçados pelos aspectos sequenciais de Moreira. Foram utilizadas 12 aulas de 50 minutos cada. Ela foi executada no final da terceira unidade, entre os dias 24 de outubro de 2023 e 05 de dezembro de 2023. As aulas ocorriam às segundas e terças-feiras. Por conta de intempéries do final de ano letivo, algumas aulas ficaram impedidas, o que implicou na utilização de aulas de outros professores que cederam as aulas para a finalização da presente SD.

Como material de apoio foram utilizados textos impressos, questionários, vídeos, projetor e notebook, bem como os celulares dos estudantes, e utilização da plataforma PhET. Além de diversos materiais, aparatos experimentais, tais como fios de cobre de diversos tamanhos e espessuras, palha de lã de aço, pilhas e baterias, resistores, além dos materiais para a confecção da chocadeira artesanal, para a qual foram utilizados caixas de isopor, fios de cobre, termostato, termo-higrômetro, lâmpadas halógenas e lâmpadas led, bocais para a lâmpada, materiais para isolamento (fita isolante ou espaguete), canos pvc, telas antimosquito, serras, chave de fenda e estrela, estilete e cola quente, dentre outras ferramentas de menor relevância.

A sequência contou com diversas atividades que colaboraram tanto para a averiguação do conhecimento, quanto para sua construção.

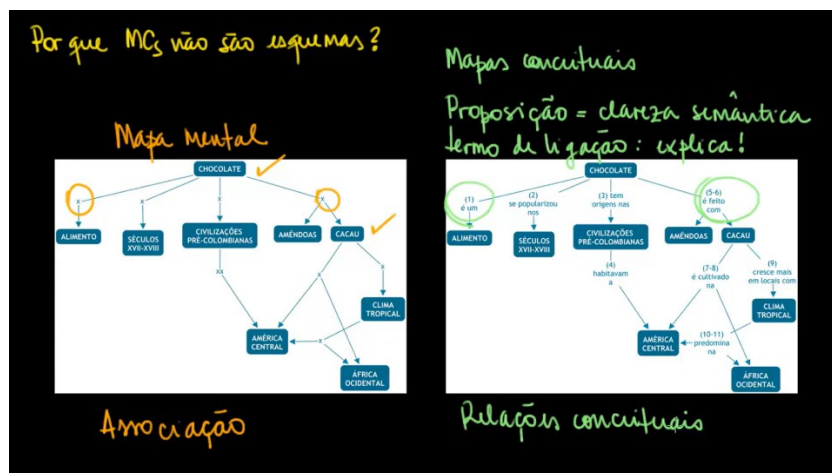
1º Passo: Definição do tópico a ser abordado

- AULA 1

O primeiro momento (24/10/2023) foi de apresentação da proposta aos alunos. Nesta aula foi explicado como seria a base das próximas aulas, pontuando a importância da realização de todas as atividades, inclusive indicando que seria atribuída uma nota a cada uma delas. É comum que vários alunos não realizem atividades que não seja atribuída uma nota. Em casos mais específicos, mesmo com a atribuição, eles deixam de fazer, concentrando-se em atividades que em uma abordagem mais tradicional seriam atividades mais “importantes”, como é o caso de uma avaliação no formato de “prova” ou trabalho com atribuição de nota similar à da prova.

A aula contou também com a apresentação da estrutura de um mapa conceitual conforme figura 8 e 9. Os alunos estavam habituados com a utilização de mapas mentais, mas era necessário diferenciar, apontando os principais aspectos que caracterizam um mapa como conceitual.

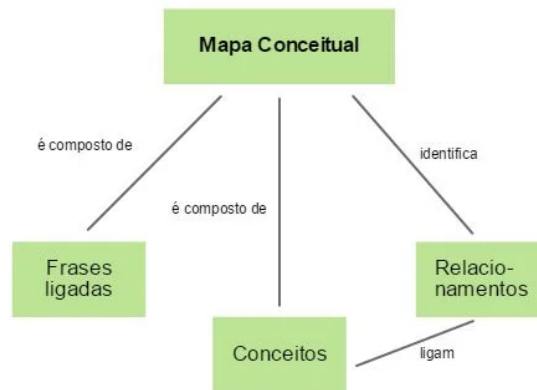
Figura 8: Diferença entre mapas mentais e conceituais



Fonte: Site Por que mapas conceituais não são esquemas? ³

³ Por que mapas conceituais não são esquemas? [S. l.: s. n.], 2017. 1 vídeo (8 min). Publicado pelo canal Mapas Conceituais. Disponível em: <https://youtu.be/Kfe8uSWQzhQ?si=apLkbkrgx-8EHtiv>. Acesso em: 15 fev. 2024.

Figura 9: Modelo de mapa conceitual



Fonte: Site Enciclopédia Significados.⁴

Em seguida, uma conversa dirigida foi iniciada, mas de maneira descontraída, com o objetivo de iniciar a averiguação mais geral dos conhecimentos prévios, para a elaboração mais eficaz do questionário de sondagem. Este passo não aponta ainda (de maneira direta) para o que o aluno já sabe, para que a partir daí determine-se os organizadores prévios, no entanto favorece a elaboração de perguntas mais direcionadas no questionário de sondagem planejado para o próximo encontro.

Foi também na primeira aula que os protocolos de autorização foram distribuídos. Os alunos que já eram maiores de idade e lembravam integralmente de seus dados assinaram e devolveram no mesmo dia. Os demais levaram para casa para entregar na próxima aula, seja assinado por eles ou pelos seus responsáveis (no caso dos alunos com idade inferior a 18 anos).

Foi solicitado que os alunos confeccionassem em trios, mapas conceituais sobre resistência elétrica.

2º passo: Criação de situação que leve o aluno a externalizar o conhecimento prévio

- AULA 2

Como já abordado, este passo da UEPS foi previamente iniciado ainda na aula anterior.

Segundo Moreira (2011) o segundo passo da UEPS deve proporcionar situações, tais como questionário, discussão, mapas conceituais, que levem o aluno a externalizar o conhecimento prévio, seja ele aceito ou não, supostamente relevantes para a aprendizagem

⁴ Disponível em: <https://www.significados.com.br/mapa-conceitual/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

significativa crítica. O debate na aula anterior tem justamente o propósito de afunilar a temática do questionário.

No segundo encontro (31/10/2023), os alunos foram orientados a sentar-se em suas carteiras e, como se fossem fazer uma avaliação, respondessem ao questionário de sondagem impresso (Apêndice 1). Assim como já era previsto, houve resistência por parte de alguns alunos, alegando que “nem havia começado e já tinha prova”, ou “não tem como responder, vou entregar em branco”.⁵ Então foi explicado que era uma atividade introdutória, que deveriam tentar o máximo que soubessem, mas que o erro fazia parte da atividade, mas não seria o relevante para a nota da atividade. Neste momento, foi necessário um esforço para não apontar que mesmo errando completamente não haveria nenhum problema em relação a nota para assegurar o esforço de alguns alunos que poderiam simplesmente responder qualquer coisa sem sentido, o que faria a atividade perder seu propósito.

3º passo: Propor situações-problema em nível bem introdutório que servirão de organizadores prévios.

- AULA 3

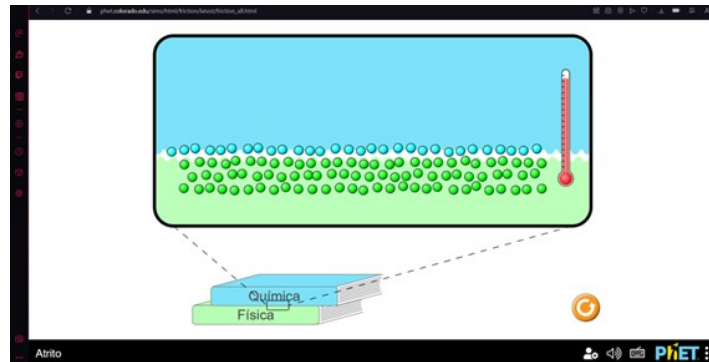
A terceira aula (01/11/2023) iniciou-se com um debate sobre os conceitos de calor, temperatura e energia térmica. Alguns alunos lembraram dos conceitos provavelmente apresentados no ano anterior, considerando a grade curricular da escola, baseada na BNCC (BRASIL, Ministério da Educação, 2018). No momento de debate foram reforçados alguns conceitos, relacionando o calor à energia térmica em transferência, bem como relacionando a ideia de temperatura tanto em relação às leis da termodinâmica quanto em relação à energia cinética das partículas de um corpo.

Neste momento inicia-se a apresentação dos organizadores prévios que embasarão a aprendizagem significativa. Os alunos foram orientados a acessar a plataforma PhET Colorado pelo celular, enquanto era projetado o acesso pelo computador. Foi utilizada a simulação “Atrito”, presente no site PhET Colorado⁶ (Fig. 10).

⁵ Esses relatos foram captados das gravações autorizadas e, posteriormente, transcritos em diário de bordo.

⁶ Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/friction/latest/friction_all.html?locale=pt_BR. Acesso em 15 fev. 2024.

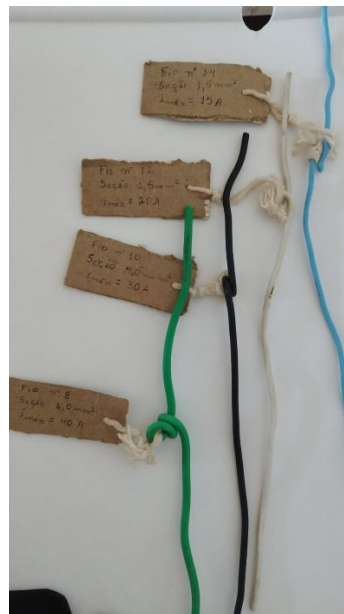
Figura 10: Experimento “atrito”, PhET Colorado



Fonte: PhET Colorado (2023).

Foi perguntado aos alunos o que eles observaram. Em seguida, foi solicitado que eles esfregassem as mãos e relacionassem o que tinha ocorrido com o que ocorria no experimento. Por fim, foram apresentados fios de cobre de diferentes espessuras aos alunos (Fig. 11), bem como resistores de diferentes formatos.

Figura 11: Fios elétricos de diferentes espessuras



Fonte: O próprio autor (2023).

Foi debatido o papel da espessura e comprimento dos fios para a passagem da corrente elétrica, recordando os conceitos das leis de Ohm.

Dando seguimento, foi aplicado o experimento de queima da palha de aço utilizando pilhas.

Foi então incentivado o debate de variáveis, tais como a interferência da quantidade de pilhas, o que ocorreria se elas fossem dispostas em paralelo, ou a quantidade de palha de aço. É importante ressaltar que, antes de qualquer interferência do professor em relação aos conceitos, os alunos eram escutados para o devido registro dos passos da aprendizagem.

Por último, o professor relacionou a palha de aço aos resistores, bem como a outros fenômenos, como o aquecimento de um fio elétrico de equipamentos de alta potência como o chuveiro elétrico, entre outros. O professor distribuiu o questionário 2 (apêndice 2) que continha questões sobre o experimento. A finalidade do questionário foi investigar se os estudantes entenderam e aprenderam os conceitos envolvidos na atividade experimental, traçando um paralelo entre as leis físicas envolvidas e o que foi observado.

4º passo: Apresentação do conteúdo a ser aprendido, de modo introdutório, levando em conta a diferenciação progressiva

- AULA 4

A quarta aula (06/11/2023) foi iniciada com a apresentação dos mesmos fios elétricos da aula anterior. Uma breve exposição oral e revisão das leis de Ohm foi feita no quadro, estabelecendo a relação das espessuras e comprimento com a resistência elétrica. Em seguida, foi apresentado um pequeno vídeo⁷ na TV sobre o atrito entre as cargas no interior de um condutor quando ocorre o efeito Joule. Os alunos participaram comentando sobre a relação do vídeo com a queima da palha de aço do experimento da aula anterior, “que era rompida assim como a resistência do chuveiro”. Aproveitando o ensejo do comentário do aluno, foi explicado sobre a corrente máxima de cada fio, e o motivo, bem como a relação com o aquecimento.

Nesse momento da aula, segundo Moreira (2011), as situações iniciais já haviam sido abordadas, então o conhecimento a ser ensinado foi apresentado considerando a diferenciação progressiva, de aspectos mais gerais, de uma visão inicial do todo.

No contexto da exposição do conteúdo, foi explicado como ocorre o efeito Joule sob uma ótica microscópica. Ao final da aula um vídeo foi apresentado, já com a temática da chocadeira. Ao final do vídeo, a pergunta “qual a solução para o aquecimento interno do

⁷ EFEITO JOULE - Experiência fácil. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (3 min 05 seg). Publicado pelo canal Física em Câmera Lenta. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=c29jGdNLn5o>. Acesso em: 15 fev. 2024.

recipiente para a confecção da chocadeira, para não precisar usar a resistência do chuveiro?” e partindo das respostas dos alunos foi introduzido o conceito de carga.

Em seguida a turma foi dividida em trios. Cada grupo ficou responsável por desenvolver um mapa conceitual sobre os processos de aquecimento em equipamentos elétricos, cujo objetivo era o aquecimento.

- AULA 5

A aula 5 (07/11/2023) foi introduzida por um pequeno vídeo⁸: um fio sendo derretido por conta da corrente que o atravessa, ficando rubro antes do rompimento.

Foi então apresentado um cabo de conexões diretas aos alunos e perguntado como debate inicial; “qual a importância da espessura desse fio?”

Em seguida foi apresentada uma aula expositiva, no quadro, sobre o efeito Joule, explicando o conceito, a ideia geral, relação com o aquecimento, por meio da equação $Q = i^2 \cdot R \cdot t$, que relaciona o calor (Q) liberado pelo material por onde passa a corrente (i), e sofre uma resistência (R), por um tempo (t). A aula segue com o professor respondendo a alguns exemplos de questões que abordam a temática.

Ao final, os alunos se reuniram em grupos para debater sobre algumas questões do ENEM (anexo 1). A lista com as questões foi entregue de forma impressa. Enquanto eles respondiam, apareciam dúvidas que eram mediadas até a sua resolução.

Embora a ideia do ensino para testagem não esteja de acordo com os princípios da aprendizagem significativa crítica, tampouco para uma UEPS, este evento pontual foi uma solicitação dos próprios alunos. As datas em que as aulas da UEPS ocorreram coincidiram com as semanas em que o ENEM foi aplicado. Por conta disso, eles solicitaram alguma atividade que os auxiliassem. Para não fugir da temática da UEPS, e como o calendário estava fechado nas datas, sem brechas para adiamento (a última aula da UEPS ocorreu uma semana antes da semana de provas da terceira unidade), a solução foi encaixar em uma das atividades da UEPS da melhor maneira possível.

⁸ CUIDADO AO RECARREGAR A BATERIA DO SEU CARRO. [S. l.: s. n.], S.D. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Como é bom ser nerd. Disponível em: https://youtube.com/shorts/17E_LYZUCCM?si=uQP7g59dwqMSO9yZ. Acesso em: 15 fev. 2024.

5º Passo: Retomar os aspectos mais gerais, em um nível mais elevado, auxiliando na negociação dos significados, promovendo a reconciliação integradora

- AULA 6

A aula 6 (13/11/2023) foi iniciada com uma situação-problema no quadro: “como promover uma maior eclosão de ovos numa chocadeira artesanal que usa como fonte de calor uma lâmpada?”

Após breve debate, o vídeo⁹ “Erros que cometemos nas chocadeiras. Descubra aqui”, a partir do minuto 3:00, até os 5:00 min, referente à conservação dos ovos.

Em seguida, foi aberto o debate em sala com a pergunta: “o que podemos fazer para evitar o aquecimento indevido na chocadeira?”

Os alunos escreveram em seus cadernos e, após o debate, foi explicado a relação do aquecimento no efeito Joule.

Dando seguimento a aula, de maneira expositiva, foi explicado o papel da potência dissipativa no aquecimento. Um questionário foi apresentado ao final da aula (anexo 2).

- AULA 7

A aula 7 (14/11/2023), seguindo a proposta, o quinto passo de Moreira em negociar os significados, visando a reconciliação integradora, ou integrativa, foram apresentadas aos alunos algumas situações problemas. A tarefa inicial seria buscar as possíveis soluções, relacionando conceitos físicos.

As situações, e possíveis soluções apresentadas foram:

Situação:

Ana, chef de cozinha, notou que seu forno elétrico, utilizado para assar suas receitas favoritas, começou a não manter a temperatura de maneira constante. Mesmo ajustando os controles, a temperatura oscilava, prejudicando o resultado de suas receitas. Curiosa com esse problema, ela buscava entender as razões que causavam as variações de calor no forno.

Possível solução:

⁹ ERROS QUE COMETEMOS NAS CHOCADEIRAS. Descubra aqui. [S. l.: s. n.], 2022. 1 vídeo (14 min 57 seg). Publicado pelo canal Cida Zootecnista - Criatório aves Alves. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Gqbx429ZmA>. Acesso em: 15 fev. 2024.

Determinada a resolver o problema no forno, Ana descobriu que a resistência elétrica estava desgastada, causando variações na temperatura. Aplicando seus conhecimentos de física térmica e efeito Joule, ela substituiu a resistência, deixando o forno eficiente novamente. Agora, suas receitas voltaram a ser assadas de maneira uniforme e deliciosa.

Situação:

Lucas começou a perceber um cheiro de fio queimado em sua casa. Inicialmente, ele suspeitou que o electricista poderia ter instalado algo errado durante a construção do novo banheiro, gerando um curto-circuito. Ele ficou um pouco preocupado e tentou entender a situação, estava curioso para descobrir como essa instalação poderia estar afetando os fios elétricos da casa.

Possível solução:

Lucas decidiu consultar um electricista para avaliar a situação. Ao realizar uma inspeção, o electricista identificou que a sobrecarga na rede elétrica estava causando o superaquecimento dos fios. A solução envolveu substituição da fiação por uma de espessura mais larga, que proporciona a passagem de carga elétrica com mais facilidade, diminuindo a resistência e efeito Joule, garantindo a segurança elétrica da casa de Lucas.

As figuras 12 e 13 retratam imagens que foram apresentadas em sala de aula, a figura 15 demonstra um exemplo de cálculo da corrente elétrica demonstrado em apresentação de slides e a figura 14 apresenta a imagem contida em apresentação de slides de fios de diferentes espessuras demonstrados em aulas anteriores.

Figura 12: Consumo de energia de um modelo de chuveiro



Fonte: Site Produtel¹⁰

¹⁰ Disponível em: https://www.produtel.com.br/ProdutoId_3908,73/CHUVEIROS/CHUVEIROS-E-DUCHAS/CHUVEIRO-ACQUA-DUO-220V-7800W-BRANCO-ROSE-GOLD-7510124.html. Acesso em: 14. fev. 2024.

Figura 13: Informações técnicas sobre um chuveiro

QUADRO DE INFORMAÇÕES DO PRODUTO NO SITE

Informações do produto	
Chuveiro Ducha Jet Turbo 7800w 220v Lorenzetti.	
Características:	
Tensão:	220V
Potência:	7800W
Fio:	6mm (Até 30m do disjuntor)
Pressão de Funcionamento:	7 a 25kPa
Disjuntor:	40A
Grau de Proteção: IP24	
Sistema de Aterramento: Sim	
Pressurizador: Sim	
Jato multidirecional: Sim	
Pode ser utilizado com Dr: Sim	
Manguera e ducha manual: Sim	
Instalação sem cano: Sim	
Garantia: 12 meses	
Pressurizador embutido	
Aumenta o volume e a pressão da água	
Jato inteligente e Multidirecional	
Água na ducha principal ou na ducha manual. Água na direção desejada.	
Comando Multitemperaturas:	
4 temperaturas pressurizadas. 4 temperaturas não pressurizadas.	
Ducha Manual:	
Sofisticação para o seu banheiro.	

Fonte: Site Produtel¹¹

Figura 14: Partes da apresentação – fios de diferentes espessuras



Fonte: O próprio autor (2023).

¹¹ Disponível em: https://www.produtel.com.br/ProdutoId_3908,73/CHUVEIROS/CHUVEIROS-E-DUCHAS/CHUVEIRO-ACQUA-DUO-220V-7800W-BRANCO-ROSE-GOLD-7510124.html. Acesso em: 14. fev. 2024.

Figura 15: Cálculo da potência nominal

CALCULANDO

Vamos calcular a corrente que passa pelo fio, utilizando a potência nominal, ou seja, considerando o uso do chuveiro em seu máximo.

Para isso utilizamos a equação:

$$P = iU$$

Como a potência nominal $P = 7800 \text{ W}$, e a tensão na cidade é de $U = 220\text{V}$, temos:

$$7800 = i \cdot 220$$

$$i = \frac{7800}{220}$$

$$i \cong 35,45 \text{ A}$$

Fonte: O próprio autor (2023).

Logo após essa atividade, os alunos foram divididos em grupos, e cada grupo propôs mais quatro situações problemas no mesmo estilo das apresentadas. As situações foram então trocadas entre os grupos, que solucionaram, indicando argumentos físicos na solução.

É importante frisar que as situações precisavam necessariamente envolver a física estudada na SD.

Outro ponto importante a se ressaltar é que as situações foram criadas pela inteligência artificial (IA) do *Chat GPT*. Para isso, todas as variáveis, grandezas físicas envolvidas, o problema em questão, foram indicadas no comando. A IA só se encarregou de criar a história. Este é um exemplo de utilização didática da inteligência artificial que recentemente ganhou espaço popular, mas também ofereceu oportunidades de mau uso, inclusive no meio acadêmico e escolar, como exemplo, a resolução direta de problemas, que invalida ou prejudica os processos de ensino e aprendizagem.

Nesta atividade fica evidente a negociação dos significados, entre o que existia na rede cognitiva dos alunos e o novo conhecimento, sobressaindo nas soluções dos problemas.

6º passo: Conclusão da UEPS, dando seguimento à diferenciação progressiva, retomando características mais relevantes, sob uma perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa.

- AULA 8

A aula 8 (14/11/2023) inicia com uma abordagem expositiva sobre a escolha de uma lâmpada (apresentação em slide). Para isso, recorre-se à explicação sobre a relação entre consumo de energia e potência do equipamento, bem como a potência dissipativa, além de um pequeno vídeo, disponível no link <<https://www.youtube.com/watch?v=XJfSymmd3dw>>, explicando o funcionamento das lâmpadas incandescentes e halógenas, fluorescentes e de led. O vídeo retoma a explicação sobre o efeito Joule, com mais detalhes, em um nível mais elevado.

Por fim, foi proposta a confecção de um mapa conceitual sobre os usos dos diferentes tipos de lâmpadas e sua eficiência para iluminação e aquecimento.

- AULAS 9 e 10

Essas aulas (21/11/2023) foram utilizadas para a confecção da Chocadeira em sala de aula. Além disso, realizou-se um debate sobre os temas envolvidos, tais como o tipo de lâmpada, o aquecimento maior, o menor e os motivos do aquecimento na chocadeira que usava lâmpada led (um grupo usou a lâmpada led, os outros usaram a halógena), a potência e consumo de energia. Para além do auxílio mecânico na confecção, as intervenções e diálogos, as respostas dos alunos durante esse período funcionaram como ferramenta de averiguação para a aprendizagem significativa crítica, sob uma perspectiva integrativa.

Para auxiliar na confecção, foram apresentados vídeos^{12, 13} com o passo a passo para a construção da Chocadeira elétrica. Os materiais foram disponibilizados pelo professor e pela escola.

¹² Como fazer chocadeira de isopor Fácil. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (45 min 06 seg). Publicado pelo canal reChocadeira Lopes. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Tf6jNX8ptj4>. Acesso em: 14. fev. 2024.

¹³ CHOCADEIRA ARTESANAL 35 OVOS GASTEI 60R\$. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (11 min 27 seg). Publicado pelo canal Mundo Caipira – Rodrigo Matos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tIqFphHfyfU>. Acesso em: 14. fev. 2024.

Os materiais utilizados e o procedimento podem ser consultados no manual que foi produzido para a SD, disponível no link <<https://drive.google.com/file/d/1MqK0JXwrEgjNUPFa-VCKH2110zbdkYzFD/view?usp=sharing>>

7º passo: Avaliação da aprendizagem

- AULA 11

A aula 11 (27/11/2023) seguindo na conclusão da UEPS, os grupos apresentaram suas chocadeiras, apontando os aspectos físicos envolvidos. Ao final, responderam individualmente ao questionário (Apêndice 3) com questões mais avançadas que as do primeiro questionário de sondagem (Apêndice 1).

8º passo: Avaliação da UEPS

A avaliação da UEPS deve ocorrer durante todo o processo, e o êxito é obtido se forem fornecidas evidências de aprendizagem significativa crítica, que é evidenciada de acordo com Moreira (2021, p.5) pela: “captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema”. Toda essa UEPS foi construída com ferramentas que proporcionam a captação de tais evidências que, como esperado, foram apresentadas durante todo o processo.

Apesar da análise total, e para adequar ao calendário previsto pela escola, foi ainda aplicada uma avaliação final, no dia previsto para a avaliação final da unidade de Física, com temáticas da didática. A avaliação encontra-se no apêndice 3.

- AULA 12

Na aula 12 (06/12/2023), os alunos responderam a um questionário (apêndice 4) de avaliação sobre os aspectos da UEPS, a fim de averiguar o quão proveitoso foi o processo, objetivando subsidiar a avaliação da UEPS.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos dados, apesar de contar com a variável que, *a priori*, aparenta ser quantitativa, já que permite mensurar a quantidade de acertos ou respostas esperadas, teve como foco a interpretação dos significados, a realidade dos alunos e suas concepções prévias, o que não pode ser quantificado.

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. (Minayo, 2001. p. 21-22)

Nessa perspectiva, cada atividade foi analisada com o devido cuidado, a fim de buscar evidências do objetivo do passo (Moreira, 2011) em que ela está inclusa, e ao final, da aprendizagem significativa crítica.

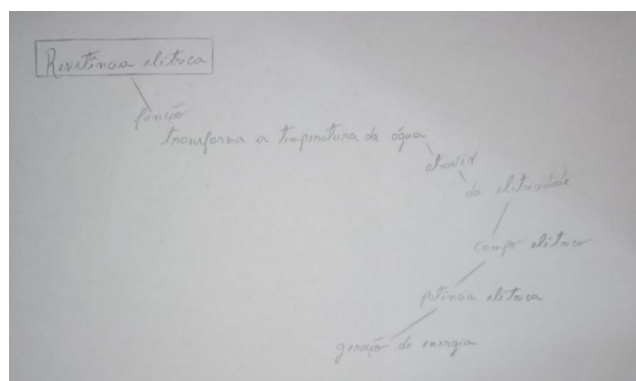
1º Passo: Definição do tópico a ser abordado

Atividade 1 – Mapa conceitual sobre resistência elétrica

Embora a proposta da primeira atividade fosse uma ambientação com o modelo dos mapas conceituais, já que os estudantes só conheciam o modelo de mapa mental, seria uma boa oportunidade para iniciar a investigação dos conhecimentos prévios.

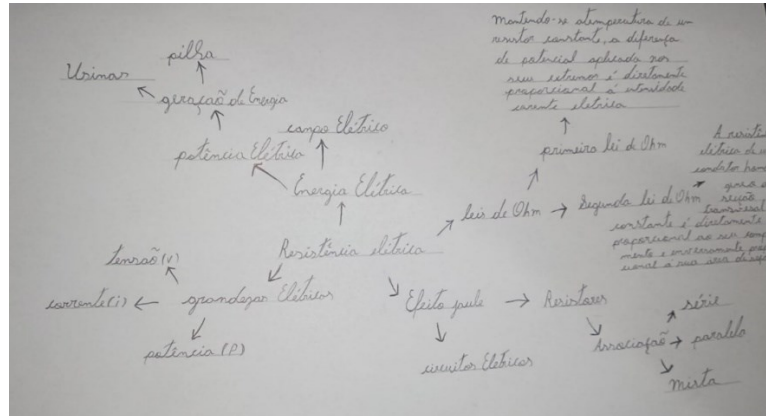
As figuras 16, 17 e 18 apresentam mapas conceituais construídos pelos estudantes nesta atividade, selecionados aleatoriamente.

Figura 16: Mapa conceitual 1 de aluno



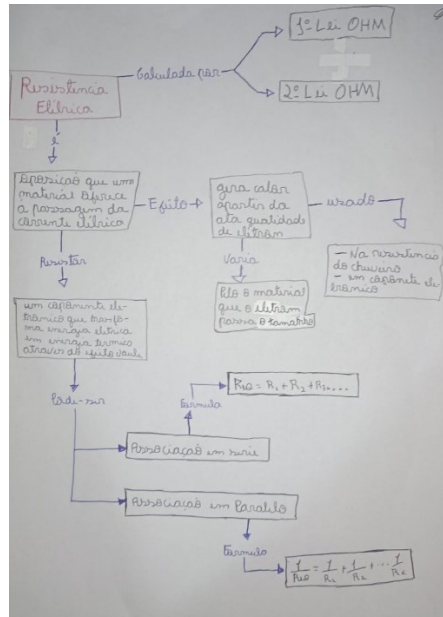
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 17: Mapa conceitual 2 de aluno



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 18: Mapa conceitual 3 de aluno

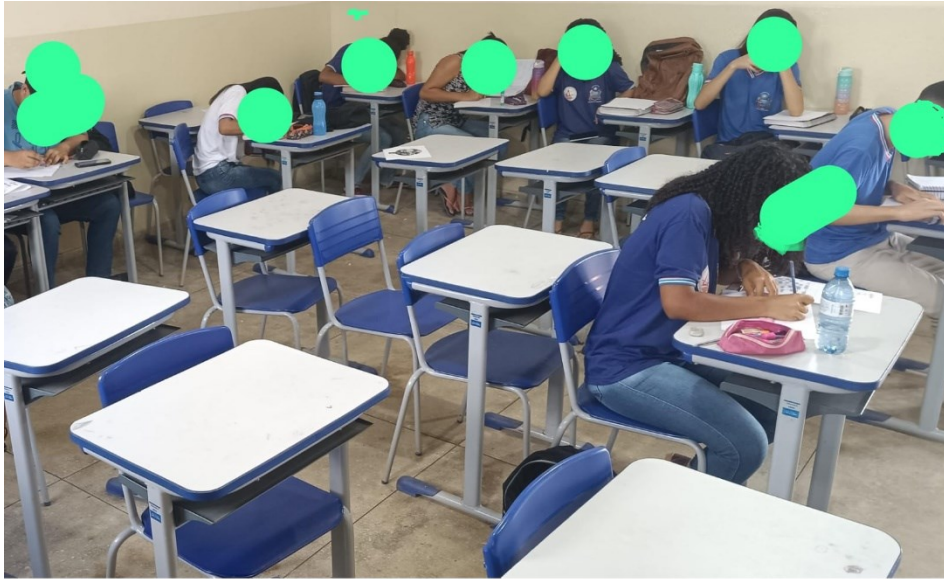


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

É perceptível que os alunos já possuem uma ideia da função da resistência elétrica. Apesar de os mapas ainda carregarem aspectos de mapa mental, como é o caso dos dois primeiros apresentados, que apenas apontam conceitos que possuem relações, mas não apresentam a ponte entre os conceitos. Isso pode tanto estar relacionado apenas à falta de familiarização com a ferramenta, quanto pode ter relação com a própria ideia de resistor, que no próprio processo pode ser ressignificado, especialmente por se tratar de importante subsunção para objetos de conhecimentos da UEPS.

A maioria dos estudantes abordou aspectos relacionados ao cálculo, como apontar as leis, equações. Faltou principalmente apontar as causas e relação com outras grandezas. Isso foi posteriormente orientado nas atividades e aula expositiva. A figura 19 apresenta os estudantes respondendo ao questionário de sondagem (apêndice 1).

Figura 19: Estudantes respondendo ao questionário de sondagem



Fonte: O próprio autor (2023).

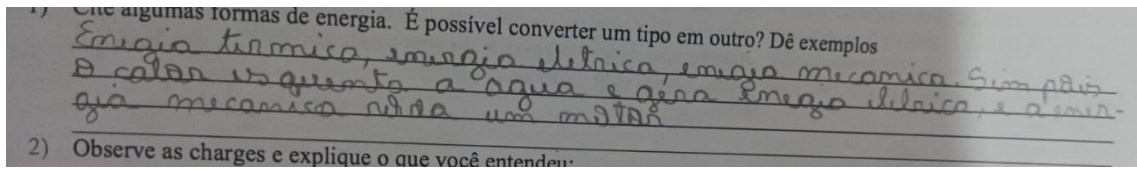
2º passo: Criação de situação que leve o aluno a externalizar o conhecimento prévio

Atividade 2 – Questionário de sondagem

Esta atividade já faz parte do segundo passo da UEPS. Foi utilizado o questionário impresso por conta de recorrentes problemas na internet local, o que poderia inviabilizar a aplicação da atividade. O questionário, na íntegra, encontra-se no apêndice, no produto educacional, bem como as demais atividades desta sequência didática. Os 16 alunos responderam ao questionário

A primeira questão versa a respeito dos tipos de energia. A maioria conseguiu expressar os vários tipos de energia. Apenas dois estudantes estabeleceram as relações entre as energias e as suas conversões.

Figura 20: Resposta de aluno à primeira questão do teste de sondagem

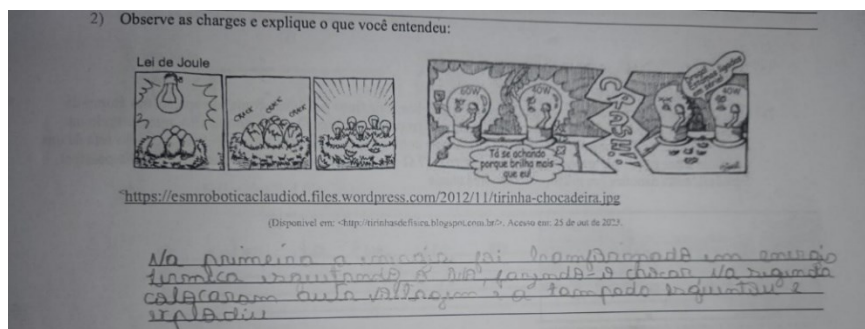


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 20: “Energia termica, energia eletrica, energia mecanica. Sim, pois o calor esquenta a agua e gera energia eletrica, e a energia mecanica roda um motor (sic)”.

A segunda questão solicitava a explicação de uma charge. Um aluno relacionou a transformação de energia elétrica à térmica, e apontou que “colocaram outra voltagem, e a Lâmpada esquentou e explodiu” (Fig. 21).

Figura 21: Resposta de aluno à segunda questão do teste de sondagem

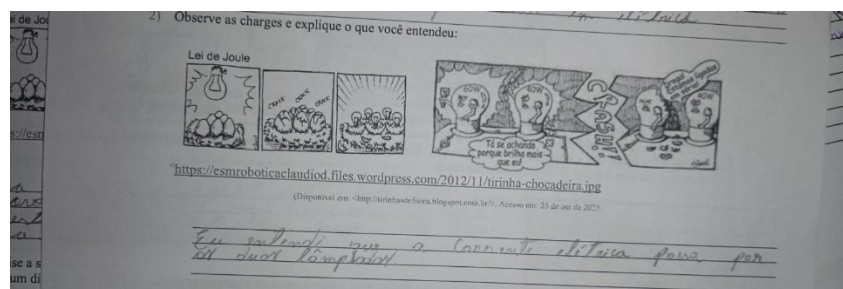


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 21: “Na primeira a energia foi transformando em energia termica esquentando o ovo, fazendo-o chocar. Na segunda colocaram outra voltagem e a lampada esquentou e explodiu (sic)”.

Outro aluno indicou que “a corrente passa por duas lâmpadas” (Fig. 22).

Figura 22: Resposta de aluno à primeira questão do teste de sondagem



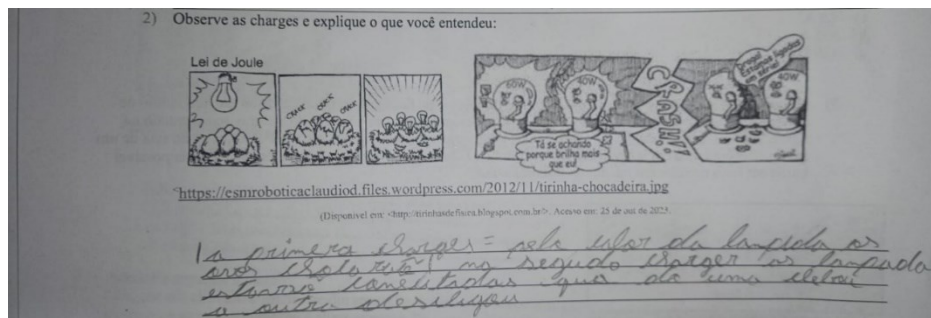
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 22: “Eu entendi que a corrente elétrica passa por as duas lâmpadas (sic)”.

Também apareceram respostas indicando a mudança de temperatura como causadora da quebra do vidro. Um conhecimento físico importante, embora não seja o foco do estudo, mas deve ser utilizado como importante ferramenta.

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (Moreira, 2012, p. 07).

Figura 23: Resposta de aluno à primeira questão do teste de sondagem



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

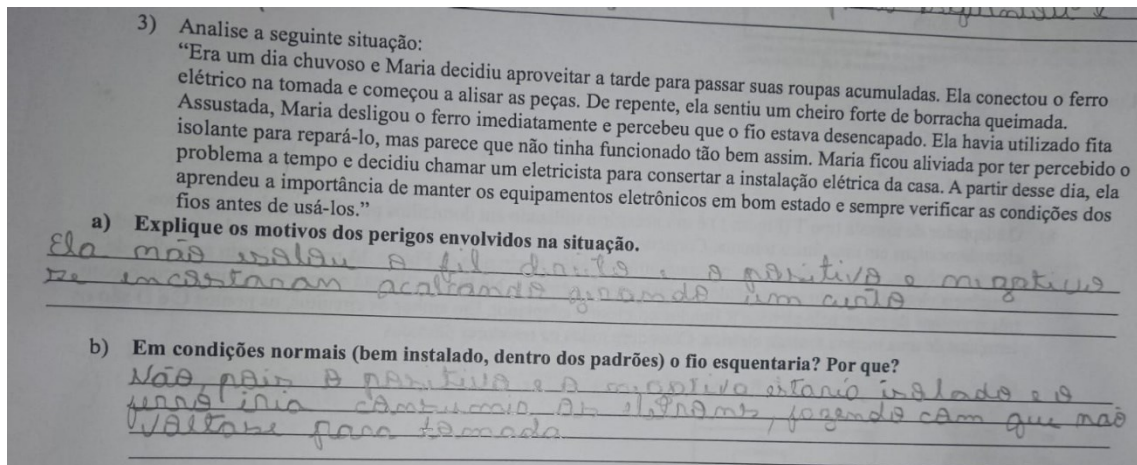
Transcrição da resposta do aluno na figura 23: “A primeira charge = pelo calor da lampada os ovos chocarão 1º na segunda charges as lâmpada estavao conectadas que uma elevou a outra desligou (sic)”.

Um dos alunos atribuiu a causa do desligamento a “uma elevar a outra” conforme demonstrado na figura 23.

A terceira questão apresenta uma situação em que o fio elétrico de um ferro de passar começa a apresentar cheiro de borracha queimada. O objetivo era averiguar se os alunos relacionariam a queima da borracha (do fio elétrico) ao aquecimento do fio proveniente do efeito Joule.

Em geral, os alunos associaram a um possível curto-circuito. Além de aparecerem concepções incompletas ou com partes incorretas.

Figura 24: Resposta de aluno à terceira questão do teste de sondagem



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 24: “a) Ela não isolou o fio direito, o positivo e negativo se encostaram, acabando gerando um curto

b) Não, pois o positivo e o negativo estariam isolados e o ferro iria consumir os elétrons, fazendo com que não voltasse para a tomada (sic)”.

Ao responder à questão 3 (Fig. 24), um dos estudantes aponta para um isolamento incorreto, mas supõe que os fios encostaram um no outro, causando um curto. No item “b” ele utiliza o termo “consumir elétrons, fazendo com que não voltasse para a tomada”. Aqui já se percebe uma ideia (a ser trabalhada para adequar aos “significados aceitos no contexto da matéria de ensino” (Moreira, 2011).

Também apareceram respostas com menor grau de externalização do aluno, seja por falta de conhecimento, ou por simples falta de vontade. Esse tipo de resposta dificulta a proposta da UEPS, já que é imprescindível analisar os conhecimentos prévios para uma boa regência de situações que conduzam à aprendizagem significativa crítica.

Figura 25: Resposta de aluno à terceira e à quarta questão do teste de sondagem

3) Analise a seguinte situação:
 “Era um dia chuvoso e Maria decidiu aproveitar a tarde para passar suas roupas acumuladas. Ela conectou o ferro elétrico na tomada e começou a alisar as peças. De repente, ela sentiu um cheiro forte de borracha queimada. Assustada, Maria desligou o ferro imediatamente e percebeu que o fio estava desencapado. Ela havia utilizado fita isolante para repará-lo, mas parece que não tinha funcionado tão bem assim. Maria ficou aliviada por ter percebido o problema a tempo e decidiu chamar um electricista para consertar a instalação elétrica da casa. A partir desse dia, ela aprendeu a importância de manter os equipamentos eletrônicos em bom estado e sempre verificar as condições dos fios antes de usá-los.”

a) Explique os motivos dos perigos envolvidos na situação.
 fio estava em péssimo estado, passo fita isolante

b) Em condições normais (bem instalado, dentro dos padrões) o fio esquentaria? Por que?
 Não, porque estaria em bom estado

4) Como podemos converter a energia elétrica em energia térmica? Cite equipamentos do dia a dia que são utilizados para esse fim
 usando extensões

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 25: “a) fio estava em péssimo estado, passo fita isolante

b) Não, porque estaria em bom estado

4) usando extensões (sic)”.

A quarta questão do questionário trata da relação entre energia elétrica em térmica. Apesar de nenhuma resposta descrever o fenômeno, a maioria indicou dispositivos utilizados para a conversão, mas nenhum citou diretamente o efeito Joule, ou o fenômeno de modo geral, em objetos por onde passe a corrente elétrica, a exemplo de um dos alunos que respondeu a questão 3 e 4 conforme demonstrado na figura 25.

As figuras 26, 27, 28 e 29 apresentam a resposta de alguns estudantes à questão 4.

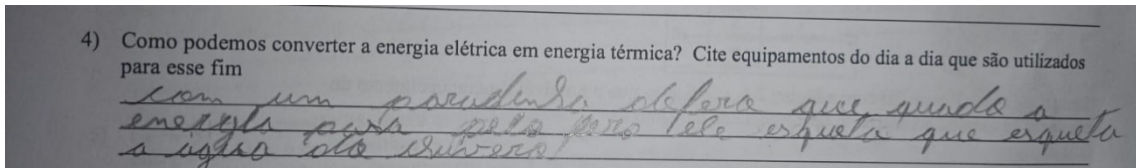
Figura 26: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem

4) Como podemos converter a energia elétrica em energia térmica? Cite equipamentos do dia a dia que são utilizados para esse fim
 através da resistência do eletro, nas lâmpadas,
 resistência do chuveiro, ferro de passar roupa

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 26: “através da resistência do eletrão, nas lâmpadas, resistência do chuveiro, ferro de passar roupa (sic)”.

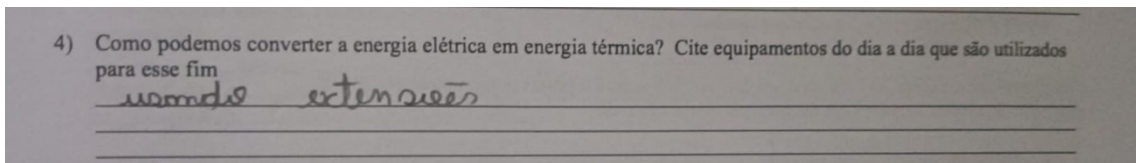
Figura 27: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 27: “Com uma para (incompreensível) densa de ferro que, quando a energia passa pelo ferro, ele esquenta que esquenta a água do chuveiro (sic)”.

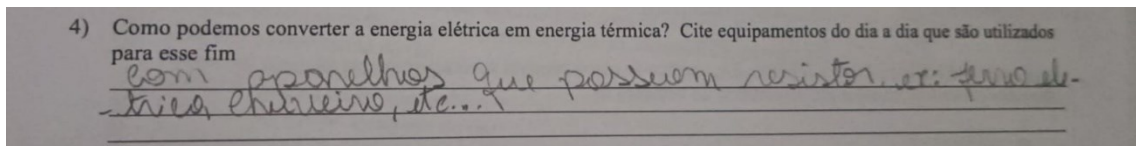
Figura 28: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 28: “usando extensões”.

Figura 29: Resposta de aluno à quarta questão do teste de sondagem



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 29: “Com aparelhos que possuem resistor. ex: ferro elétrico, chuveiro, etc... (sic)”.

As outras quatro questões foram para atender à demanda proposta pelos alunos de preparação para o ENEM que estava próximo, por isso o uso da proposta de “ensino para testagem”, dentro do paradigma da aprendizagem mecânica (Moreira, 2015).

Apenas dois alunos responderam essas questões. Alguns escreveram que “não sabiam fazer os cálculos”. Apesar de não ser o foco do presente trabalho, este é um fator relevante para se analisar, visto que se trata de parte do processo de aprendizagem da Física, em especial nas escolas (a resolução matemática de problemas).

A Física, instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos, possui também uma beleza conceitual ou teórica, que por si só poderia tornar seu aprendizado agradável. Esta beleza, no entanto, é comprometida pelos tropeços num instrumental

matemático com o qual a Física é frequentemente confundida, pois os alunos têm sido expostos ao aparato matemático-formal, antes de terem compreendido os conceitos a que tal aparato deveria corresponder. (Gref, 2002, p. 15)

A carência desse componente interfere no processo, principalmente devido às metodologias comumente utilizadas nas salas de aula, que corroboram para a matematização do ensino de Física, tornando-o cada vez menos atrelado ao conhecimento esperado, e reforçado a maneira com a qual alguns professores de Física tratam o ensino, identificando os valores das grandezas físicas apresentados na questão, geralmente de modo bem direto, e por fim, aplicação na equação.

A figura 30 apresenta as respostas de um dos estudantes às questões de 6 a 8.

Figura 30: Segunda parte do teste de sondagem

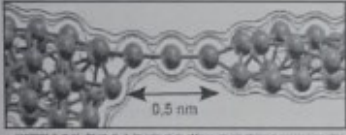
6) (Enem 2016) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de 1 600 Ω , quando a pele está molhada, até 100 000 Ω , quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V.

Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

a) 1,2 mA
b) 120 mA
c) 8,3 A
 d) 833 A
e) 120 kA

$300 \times 3000 = 300.00$
 $\frac{300.00}{120} = 833,3$

7) (ENEM 2014) Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento 0,5 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). A seção reta de um átomo de cobre é $0,05 \text{ nm}^2$ e a resistividade do cobre é $17 \Omega \cdot \text{nm}$. Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais

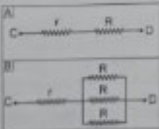
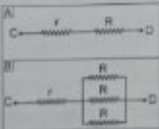


Essa não tá conseguindo fazer as contas

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

a) 170 n Ω .
b) 0,17 Ω .
c) 1,7 Ω .
d) 17 Ω .
e) 170 Ω .

8) O adaptador de tomada tipo T (Figura 1) é um acessório utilizado em domicílios para ligar vários aparelhos eletrodomésticos em uma única tomada. Conectar três aparelhos de alta potência em um mesmo adaptador pode superaquecê-lo e, conseqüentemente, provocar um incêndio. O circuito da Figura 2A representa um aparelho de resistência elétrica R ligado ao adaptador de resistência elétrica r. Na Figura 2B está representado um circuito com três aparelhos de resistência elétrica R ligados ao mesmo adaptador. Em ambos os circuitos, os pontos C e D são os terminais de uma mesma tomada elétrica. Considere todos os resistores ôhmicos

Comparando-se a Figura 2B com a Figura 2A, verifica-se que o possível superaquecimento do adaptador de tomada acontece em decorrência do aumento da

a) tensão em R.
b) corrente em R.
c) tensão entre C e D.
d) corrente entre C e D.
e) resistência equivalente entre C e D.

Também não

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Esse padrão de apenas marcar a questão sem apresentar os cálculos se repetiu em todos os estudantes nessas questões de vestibular e ENEM, indicando uma provável marcação aleatória.

3º passo: Propor situações-problema em nível bem introdutório que servirão de organizadores prévios.

Atividade 3 – PhET Experimento Palha de aço

Na terceira atividade, durante o debate inicial sobre o experimento, os alunos conseguiam externalizar a respeito do aumento da agitação das partículas e relacionar com a temperatura. O papel dessa atividade é introduzir organizadores prévios que subsidiarão a aprendizagem significativa crítica, assim como ocorreu, já que a partir dela os estudantes compreenderam o papel do atrito na elevação da temperatura, sob uma ótica microscópica.

Após isso, com a explicação inicial sobre as diferenças entre os fios (de diferentes dimensões), e a relação com a corrente elétrica, seguida da aplicação experimental da queima da palha de aço com pilhas, foram feitas variações como o tamanho do cordão de palha de aço, ou a quantidade de pilhas ligadas em série.

Enquanto eram feitas as variações, o professor perguntava à turma os motivos. Vários estudantes já expressavam ideias sobre a “maior dificuldade da passagem da corrente se fosse maior o cordão”, ou sobre a consequência de ligar mais pilhas.

O professor aproveitou a oportunidade para reiterar a ideia de diferença de potencial, e associação de pilhas.

O “questionário 2” foi proposto, para ser iniciado e terminado em casa, devido ao tempo reduzido. As questões foram voltadas para o experimento da palha de aço, buscando relações com as leis de Ohm.

As figuras 31, 32 e 33 apresentam o desenvolvimento da atividade experimental queima da palha de aço utilizando pilhas.

Figura 31: Experimento com palha de aço



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 32: Experimento com palha de aço



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 33: Experimento com palha de aço



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As figuras 34 e 35 apresentam as respostas de alguns estudantes ao questionário 2.

Figura 34: Respostas de aluno ao questionário 2

1) Descreva fisicamente o que ocorreu no experimento.
Ocorreu o que chamamos de arco elétrico, quando a carga se encontra com o elemento produtivo - a palha.

2) O que aconteceria se as pilhas fossem ligadas em paralelo em vez de em série? Seria mais fácil ou mais difícil produzir a centelha?
Ela não teria capacidade de carga suficiente, portanto seria mais difícil produzir a centelha.

3) Segundo as observações do experimento, qual a interferência do tamanho da corda de palha de aço com a produção da centelha? Por que isso acontece?
Porque a energia de carga é muito maior quando a corda de palha de aço é maior.

4) Cite uma lei física que relaciona estes valores, e a partir da equação estabelecida por essa lei explique as variações ocorridas no experimento.
Lei de Ohm, ocorrem variações entre a quantidade de carga com o elemento elétrico ligado, ou o bambuzo, fio de cobre.

5) Qual a relação entre o experimento do Phet (atrito) e o da palha de aço?
Se anulam com o fenômeno de carga através do atrito.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Apesar de utilizar alguns termos como “não teria capacidade suficiente...”, percebe-se que é evidente a mudança em alguns estudantes, especialmente na primeira questão, associando o ocorrido ao atrito.

Figura 35: Respostas de aluno ao questionário 2

1) Descreva fisicamente o que ocorreu no experimento.
O professor pegou duas pilhas e um bambuzo e juntou as duas e fez com que circulassem faíscas no bambuzo.

2) O que aconteceria se as pilhas fossem ligadas em paralelo em vez de em série? Seria mais fácil ou mais difícil produzir a centelha?
Não sei, não consegui entender direito a mesma explicação.

3) Segundo as observações do experimento, qual a interferência do tamanho da corda de palha de aço com a produção da centelha? Por que isso acontece?
Na minha cabeça, isso acontece por causa da carga elétrica que está no pedaço de palha feita de que o bambuzo é um condutor de energia.

4) Cite uma lei física que relaciona estes valores, e a partir da equação estabelecida por essa lei explique as variações ocorridas no experimento.
Eu acho que é o da potência elétrica $V = R \cdot I$.

5) Qual a relação entre o experimento do Phet (atrito) e o da palha de aço?
São dois assuntos quem é Phet.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A partir da análise dos questionários, percebeu-se que alguns alunos ainda apresentavam dúvidas em relacionar os fenômenos observados com a Física. Como exemplo, na figura 35, o aluno descreve inicialmente que não entendeu (questão 2), em seguida (questão 3) ele estabelece uma relação entre a produção da centelha e a carga elétrica, aponta que a palha de aço é condutora, mas sem relacionar com o aquecimento. Analisando respostas da quarta

questão foi possível perceber a dificuldade dos alunos em relacionar as observações a uma lei física. Já em relação à quinta questão, alguns alunos relacionaram conseguiram traçar um paralelo entre as duas observações. Isso elucida a importância de análises e aplicações experimentais atreladas às atividades. A quinta questão busca uma relação entre o experimento Phet e o experimento com palha de aço. O aluno que respondeu a atividade apresentada na figura 34 respondeu “Se relacionam com a transferência de carga através do atrito”. Embora a resposta ainda precise de mais elementos para corresponder ao que se espera, já mostra um caminho para construção do conhecimento e captação dos novos significados.

4º passo: Apresentação do conteúdo a ser aprendido, de modo introdutório, levando em conta a diferenciação progressiva

A aula seguinte foi em maior parte expositiva, com temas das leis de Ohm, atrelada ao pequeno vídeo que cria a ponte entre esse conhecimento e o efeito Joule, relacionando com a corrente elétrica e as dimensões do fio condutor. Neste momento, vários alunos comentaram a relação com a palha de aço, relacionando com a resistência do chuveiro. Foi tomado o cuidado de, na mesma aula, esboçar organizadores prévios expositivos, para subsidiar o aprendiz que não tem subsunçores, e o comparativo para os que apresentaram subsunçores (Moreira, 2012).

Diante dos diálogos que surgiram no decorrer da aula, foi possível perceber novamente o avanço no entendimento dos conceitos-chave que devem ser utilizados posteriormente para a criação das pontes entre o conhecimento novo. Em outras palavras, os organizadores prévios favorecem a criação das pontes entre os subsunçores que, a cada etapa, mostram-se mais relevantes e ricos de significado.

Os diálogos transcritos¹⁴ a seguir ocorreram durante a aula. Foram captados por meio de gravação de áudio, autorizada pelos estudantes.

Diálogo 1

Professor: Qual a solução para o aquecimento interno do recipiente para a confecção da chocadeira, para não precisar usar a resistência do chuveiro?

Vários estudantes: Uma lâmpada!

Professor: E como uma lâmpada pode aquecer?

Estudante S: Daquelas mais antigas. Elas esquentam muito.

Professor: Por quê?

Estudante S: Porque os elétrons atravessam, aí vai agitando mais, e esquentando. (O autor, 2023).

¹⁴ ESTUDANTES DO 3º ANO. Diálogos de aula. [nov. 2023]. Entrevistador/professor: Denysson Macêdo Damasceno. Vitória da Conquista, 2010. 1 arquivo .mp3 (61 min.).

Mais uma vez aparece uma evidência de aprendizagem significativa crítica. O conhecimento acerca do papel da corrente elétrica quando atravessa um condutor que oferece resistência à passagem é explicitado, mesmo que de forma ainda simplista, mas aponta para um subsunçor fortalecido em relação ao que era nas atividades e sondagem, pronto para evoluir nas próximas etapas da UEPS.

Diálogo 2:

Estudante J1: o que aquece é a quantidade de elétrons? Um objeto que recebe e fica com muitos elétrons vai aquecer mais? (O autor, 2023).

No lugar da resposta o professor lembrou os conceitos de carga elétrica e utilizou novamente o experimento do PhET para exemplificar o caso de carga maior, sem o atrito.

Em seguida, o vídeo sobre a temática da chocadeira foi apresentado. Ao final do vídeo, a pergunta “qual a solução para o aquecimento interno do recipiente para a confecção da chocadeira, para não precisar usar a resistência do chuveiro?” alguns alunos responderam prontamente “uma lâmpada”? O professor perguntou “como a lâmpada poderia aquecer?” Prontamente responderam “daquelas mais antigas ... elas esquentam muito.” O professor: “por quê? Respondeu o aluno “por que os elétrons atravessam, aí vão aquecer elas”. Uma aluna perguntou “o que aquece é a quantidade de elétrons? Um objeto que recebe e fica com muitos elétrons vai aquecer mais?”

Em tempo, foi aproveitada a oportunidade para apresentar à turma o conceito de carga elétrica e, então, reiterei que o que fazia aquecer era a passagem da carga elétrica, assim como era apresentado no vídeo, traçando então a relação com o conceito de temperatura, lembrando do experimento do PhET. Ao final ela entendeu. Apareceram sugestões orais dos alunos no momento, como Air Fryer, ferro de passar, chapinha, seladora, entre outros.

Então, enquanto desenvolviam os mapas (Fig. 36 e 37), um aluno apresentou a seguinte dúvida: “se um condutor tem uma área maior ele não deveria aquecer mais?” investigando com mais cuidado, descobri que ele se referia a seção transversal. “Ele não tem mais elétrons livres? E eles já não tem a sua vibração própria?”

Então foi explicado que a vibração prévia já refletia a ideia de temperatura (anterior) e, com o auxílio novamente dos fios, expliquei que apesar da maior quantidade de elétrons livres, também haveria mais espaços para o “trânsito da carga livre”, havendo assim menos choques.

Figura 36: Estudantes confeccionando mapas conceituais



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Uma das variáveis mais importantes para uma aprendizagem significativa crítica é o que o aluno já sabe. Isso foi evidenciado, ao atrelar um conhecimento já presente na rede cognitiva da aluna, com o conceito a ser aprendido.

Atividade 5: Mapa conceitual sobre processos de aquecimento de equipamentos eletrônicos

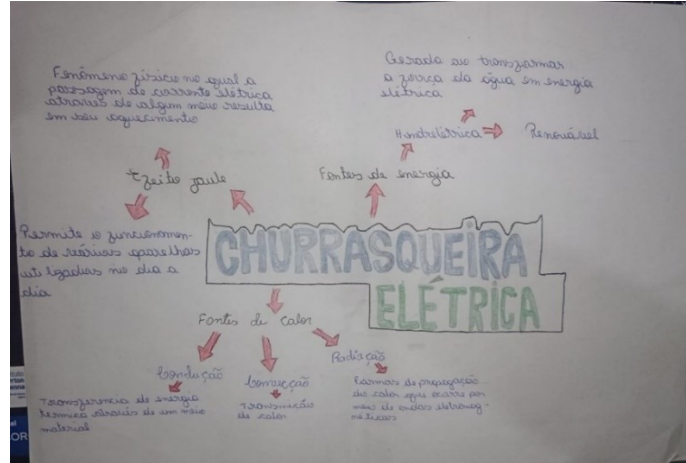
Figura 37: Confeção de mapa conceitual



Fonte: O próprio autor (2023).

As figuras 38, 39 e 40 apresentam alguns mapas conceituais confeccionados por alunos de equipamentos de aquecimento.

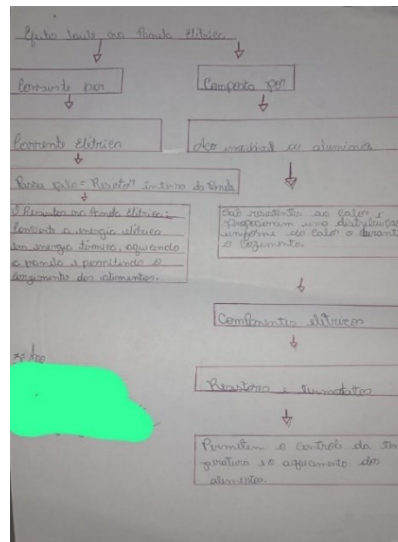
Figura 38: Mapa conceitual de aluno 3



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O estudante externaliza conceitos de fontes de calor, conversão de energia, e expressa de modo direto o conceito do efeito Joule.

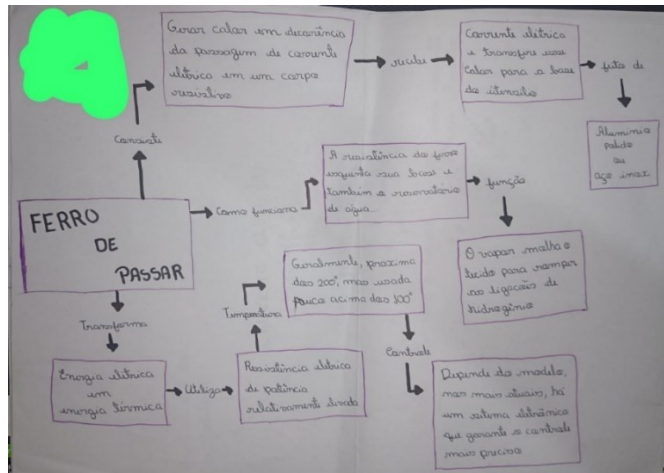
Figura 39: Mapa conceitual de aluno 6



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Apesar de ainda ter problemas na confecção de mapas conceituais (além da verticalização, a indicação das ligações foi feita com outro “quadrado”), o estudante já apresenta conceitos do efeito Joule, relaciona com os diferentes tipos de resistores, e com o aquecimento, e com a conversão entre energias elétrica e térmica.

Figura 40: Mapa conceitual de aluno 7

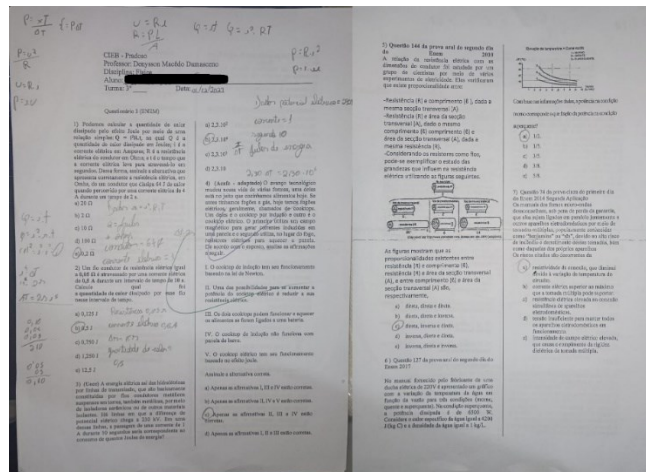


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Atividade 6 – Questionário do ENEM

As figuras 41, 42, 43 apresentam as respostas de alguns alunos ao questionário (anexo 1) baseado em questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Figura 41: Questionário do ENEM de aluno



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 44: Questão 1 do questionário do ENEM de aluno

1) Podemos calcular a quantidade de calor dissipado pelo efeito Joule por meio de uma relação simples: $Q = i^2 R \cdot t$, na qual Q é a quantidade de calor dissipado em Joules; i é a corrente elétrica em Amperes; R é a resistência elétrica do condutor em Ohms; e t é o tempo que a corrente elétrica leva para atravessá-lo em segundos. Dessa forma, assinale a alternativa que apresenta corretamente a resistência elétrica, em Ohms, de um condutor que dissipa 64 J de calor quando percorrido por uma corrente elétrica de 4 A durante um tempo de 2 s.

a) 20 Ω

b) 2 Ω

c) 10 Ω

d) 100 Ω

e) 0,2 Ω

$Q = i^2 \cdot R \cdot t$
 $64 = 4^2 \cdot R \cdot 2$
 $64 = 32 \cdot R$
 $R = \frac{64}{32} \quad R = 2 \Omega$

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 45: Questão 1 do questionário do ENEM de aluno

1) Podemos calcular a quantidade de calor dissipado pelo efeito Joule por meio de uma relação simples: $Q = i^2 R \cdot t$, na qual Q é a quantidade de calor dissipado em Joules; i é a corrente elétrica em Amperes; R é a resistência elétrica do condutor em Ohms; e t é o tempo que a corrente elétrica leva para atravessá-lo em segundos. Dessa forma, assinale a alternativa que apresenta corretamente a resistência elétrica, em Ohms, de um condutor que dissipa 64 J de calor quando percorrido por uma corrente elétrica de 4 A durante um tempo de 2 s.

a) 20 Ω

~~b) 2 Ω~~

c) 10 Ω

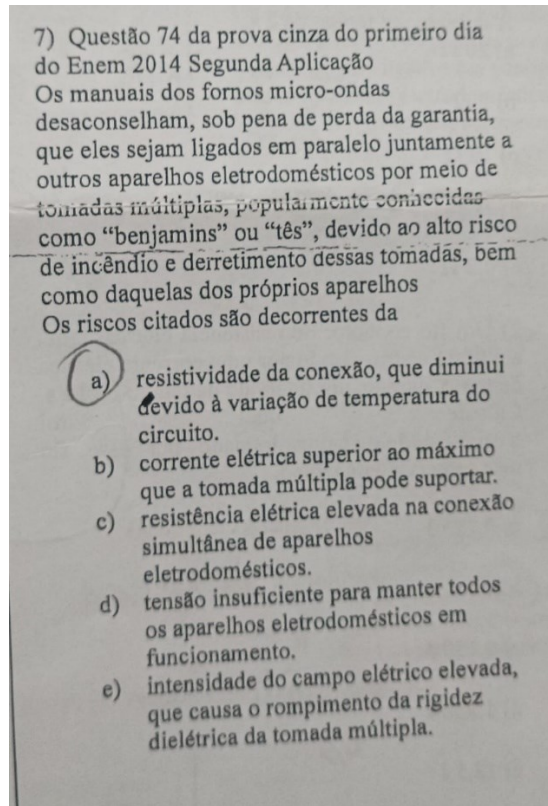
d) 100 Ω

e) 0,2 Ω

$64 = 4^2 \cdot R \cdot 2$
 $64 = 16 \cdot R \cdot 2$
 $64 = 32 \cdot R$
 $\frac{64}{32} = R$
 $R = 2$

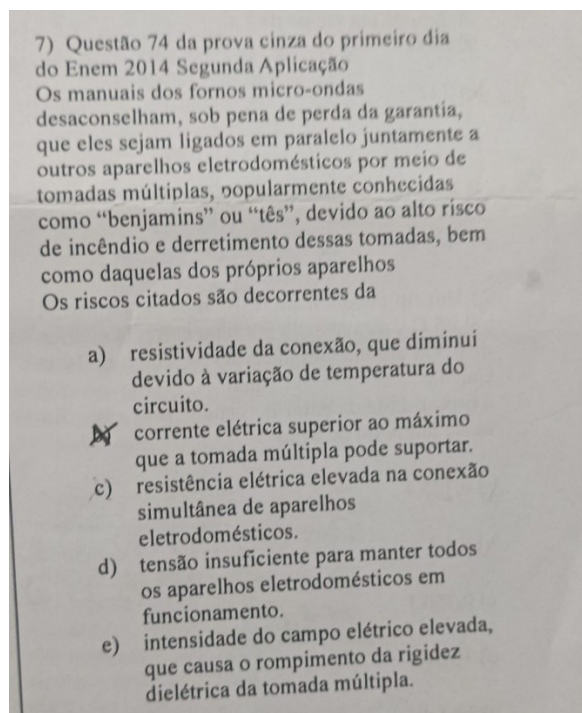
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 46: Questão 7 do questionário do ENEM de aluno



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 47: Questão 7 do questionário do ENEM de aluno



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As figuras 44 e 45 são recortes ampliados de questões respondidas por alguns alunos da avaliação com questões do ENEM. Nelas é possível perceber que os alunos já conseguem estabelecer uma relação entre o novo conhecimento e a resolução de problemas que não atendem diretamente aos requisitos da aprendizagem pretendida por Moreira (2011), atendia a uma demanda pontual dos alunos do terceiro ano (treinamento para o ENEM), mas ainda assim pode-se perceber a familiarização com os conceitos e aplicações. A questão relaciona especialmente a quantidade de calor dissipada com a passagem da corrente elétrica e a resistência. Os alunos conseguiram estabelecer inclusive a relação matemática.

As figuras 46 e 47 apresentam recortes da sétima questão, uma das que tinham análise mais teórico, sem aplicação de equações. Esta questão apresentava em suas alternativas um distrator ligado ao que os alunos estavam aprendendo. O termo “resistividade de conexão” poderia induzir o aluno (ou o candidato, no caso específico do ENEM) ao erro. Na aplicação da SD poucos alunos erraram essa questão apontando essa alternativa. A maioria acertou a alternativa correta, indicando uma possível evolução nos conhecimentos sobre o tema abordado.

Embora essa atividade não tenha tanta ligação com o que se espera em uma sequência que almeje a aprendizagem significativa crítica, por sugerir o ensino para testagem (Moreira, 2018), pode-se perceber certo grau de familiarização com os conceitos, embora tenha ficado evidente a diferenciação nas propostas.

5º passo: Retomar os aspectos mais gerais, em um nível mais elevado, auxiliando na negociação dos significados, promovendo a reconciliação integradora

Atividade 7 – Resolução em grupo de questões sobre potência dissipativa

Dando início aos procedimentos em busca da negociação dos significados, elevando o grau de complexidade do que pretende ser ensinado, como propõe Moreira (2011) em seu quinto passo, os estudantes foram orientados a responder à questão “como promover uma maior eclosão de ovos numa chocadeira artesanal que usa como fonte de calor uma lâmpada?”

Vários alunos responderam sobre a utilização de uma lâmpada adequada. Ao serem indagados de como seria feito, um respondeu que seria pela potência da lâmpada.

Outro comentário apresentado foi sobre a caixa de isopor (representada no vídeo).

O questionário aplicado em seguida buscava a familiarização com os conceitos e aplicações sobre potência dissipativa.

As figuras 48, 49 e 50 apresentam as respostas de alguns alunos à atividade sobre potência elétrica.

Figura 48: Atividade em grupo sobre potência

Colégio Polivante - Pradoso

3º _____

Alunos: _____

Atividade em grupo. Pense sobre as situações e resolva as situações a seguir:

1. Você está construindo uma chocadeira caseira usando uma caixa de isopor. Na tampa, você instalou um soquete com uma lâmpada de 60W como fonte de calor. Sabendo que a resistência da lâmpada é de 10 ohms e a tensão fornecida é de 120V, qual será a potência dissipada pelo efeito Joule na lâmpada?

$$P = (120^2) / 10$$

$$P = 14400 / 10$$

$$P = 1440$$

2. Você decidiu incubar ovos de galinha na chocadeira caseira que construiu. Durante o processo de incubação, a chocadeira ficará ligada por 24 horas seguidas. Considerando que a lâmpada consome uma potência de 60W, qual será a quantidade de calor gerada pelo efeito Joule em um dia?

$$Q = 60 \cdot 24$$

$$Q = 1440$$

3. Infelizmente, o termostato da sua chocadeira caseira apresentou uma falha e não está desligando a lâmpada quando a temperatura interna ultrapassa os 40°C. Se a chocadeira ficar ligada nessas condições por 8 horas, qual será o aumento de temperatura causado pelo efeito Joule durante esse período?

$$Q = 60 \cdot 8$$

$$Q = 480 \text{ joules}$$

Figura 49: Atividade em grupo sobre potência

Colégio Polivalente - Pradoso

3ª A _____

Alunos: _____

Atividade em grupo. Pense sobre as situações e resolva as situações a seguir:

1. Você está construindo uma chocadeira caseira usando uma caixa de ferver. Na tampa, você instalou um soquete com uma lâmpada de 60W como fonte de calor. Sabendo que a resistência da lâmpada é de 10 ohms e a tensão fornecida é de 120V, qual será a potência dissipada pelo efeito Joule na lâmpada?

$P = 60$
 $R = 10$
 $V = 120$

$P = \frac{V^2}{R}$
 $P = \frac{120 \cdot 120}{10}$
 $P = 224 \text{ W}$

2. Você decidiu incubar ovos de galinha na chocadeira caseira que construiu. Durante o processo de incubação, a chocadeira ficará ligada por 24 horas seguidas. Considerando que a lâmpada consome uma potência de 60W, qual será a quantidade de calor gerada pelo efeito Joule em um dia?

$Q = P \cdot \Delta t$
 $Q = 60 \cdot 24$
 $Q = 1440 \text{ J}$

3. Infelizmente, o termostato da sua chocadeira caseira apresentou uma falha e não está desligando a lâmpada quando a temperatura interna ultrapassa os 40°C. Se a chocadeira ficar ligada nessas condições por 8 horas, qual será o aumento de temperatura causado pelo efeito Joule durante esse período?

$P = \frac{E}{\Delta t}$
 $P = \frac{40}{8}$

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 50: Atividade em grupo sobre potência

Colégio Polivalente - Pradoso

3ª A _____

Alunos: _____

Atividade em grupo. Pense sobre as situações e resolva as situações a seguir:

1. Você está construindo uma chocadeira caseira usando uma caixa de ferver. Na tampa, você instalou um soquete com uma lâmpada de 60W como fonte de calor. Sabendo que a resistência da lâmpada é de 10 ohms e a tensão fornecida é de 120V, qual será a potência dissipada pelo efeito Joule na lâmpada?

$R = 10$
 $V = 120$

$P = \frac{V^2}{R}$
 $P = \frac{120^2}{10}$
 $P = 1440 \text{ J}$

2. Você decidiu incubar ovos de galinha na chocadeira caseira que construiu. Durante o processo de incubação, a chocadeira ficará ligada por 24 horas seguidas. Considerando que a lâmpada consome uma potência de 60W, qual será a quantidade de calor gerada pelo efeito Joule em um dia?

$Q = P \cdot \Delta t$
 $Q = 60 \cdot 24$
 $Q = 1440$

3. Infelizmente, o termostato da sua chocadeira caseira apresentou uma falha e não está desligando a lâmpada quando a temperatura interna ultrapassa os 40°C. Se a chocadeira ficar ligada nessas condições por 8 horas, qual será o aumento de temperatura causado pelo efeito Joule durante esse período?

$E_c = P \cdot \Delta t$
 $E_c = 40 \cdot 8$
 $E_c = 320$

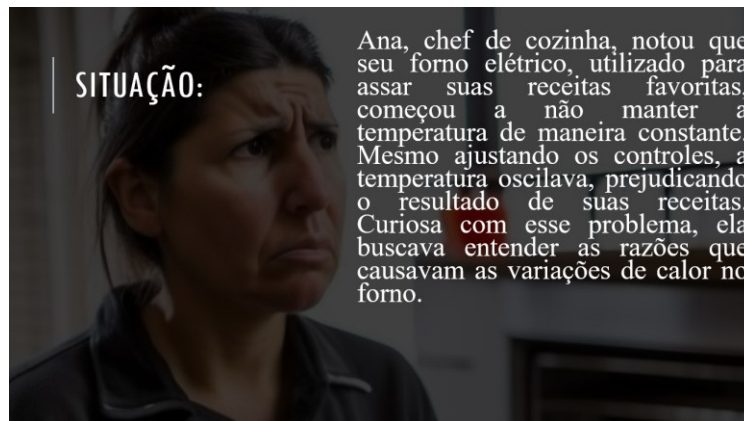
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Fica evidente que há ainda uma dificuldade quando se trata de resolução matemática de problemas, ainda que os conceitos tenham evoluído bastante.

Atividade 8 – Situações-problema e soluções

Inicialmente os estudantes debateram sobre as situações propostas pelo professor (Fig. 51, 52 e 53).

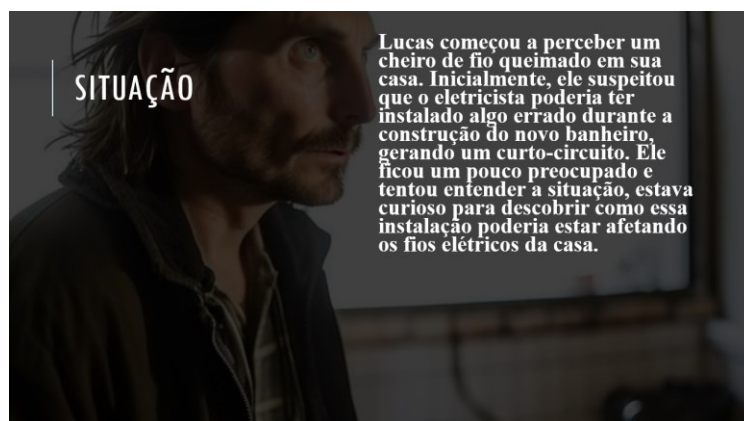
Figura 51: Parte da apresentação (1) – situações problema



Fonte: O próprio autor (2023).

Vários estudantes apontaram para a substituição resistência elétrica. Outros apontaram para o termostato.

Figura 52: Parte da apresentação (2) – situações problema



Fonte: o próprio autor (2023).

Alguns estudantes responderam de imediato sobre o efeito Joule, descrevendo inclusive a passagem da corrente, mas não indicaram a solução. O professor então perguntou o que poderia ser feito, e lembrou-os das leis de Ohm. Um deles indicou então que seria o caso de

trocar a fiação por uma mais apropriada, que suportasse a corrente. O professor então perguntou qual seria a mudança. Outro estudante respondeu que seria nas dimensões, “um fio mais grosso”, e lembrou dos fios apresentados em outra aula.

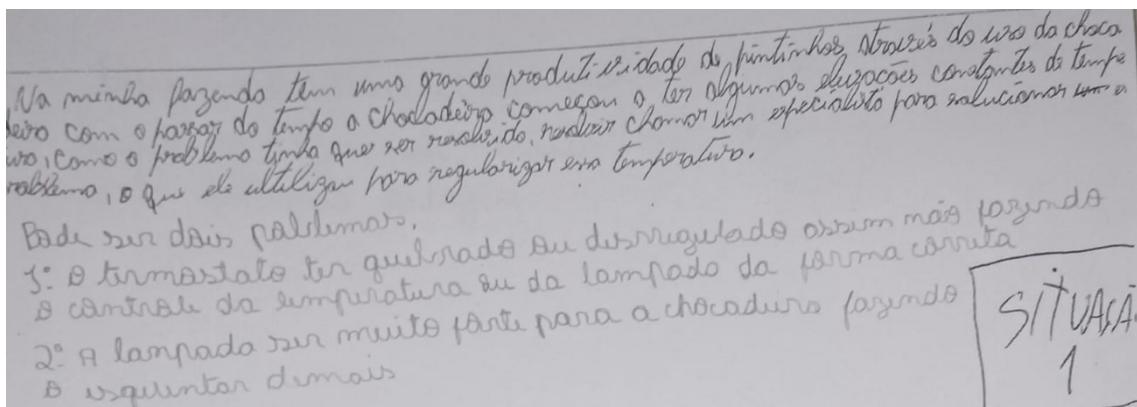
Figura 53: Apresentação de situações a serem analisadas



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

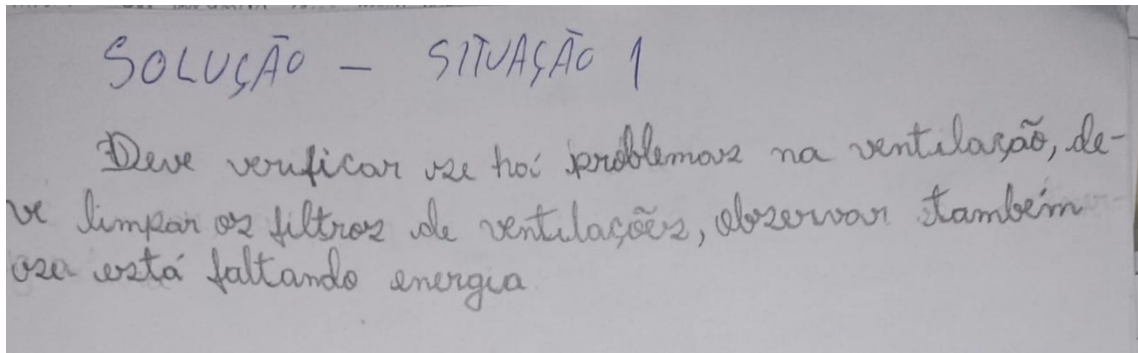
Em seguida, os estudantes, em grupo, foram orientados a criar situações-problema, e tentar solucionar a do outro grupo. As figuras 54 e 55 apresentam a situação-problema, a identificação da causa e as soluções propostas por alguns dos alunos à situação 1 (criada pelo grupo 1) as figuras 56 e 57 apresentam a situação-problema, a identificação da causa e as soluções propostas por alguns alunos à situação 2 (criada pelo grupo 2), e as figuras 58 e 59 apresentam a situação-problema, a identificação da causa e as soluções propostas por alguns alunos à situação 3 (criada pelo grupo 3),

Figura 54: Situação e solução proposta por grupo de alunos



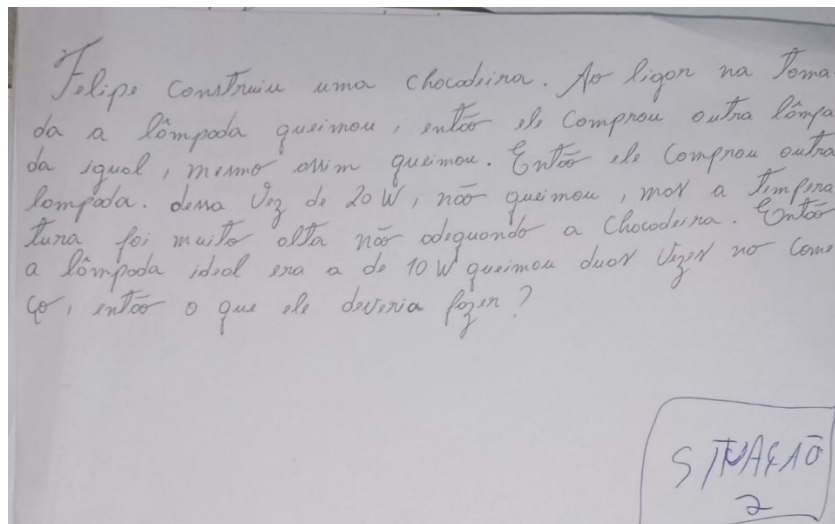
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 55: Situação e solução proposta por grupo de alunos



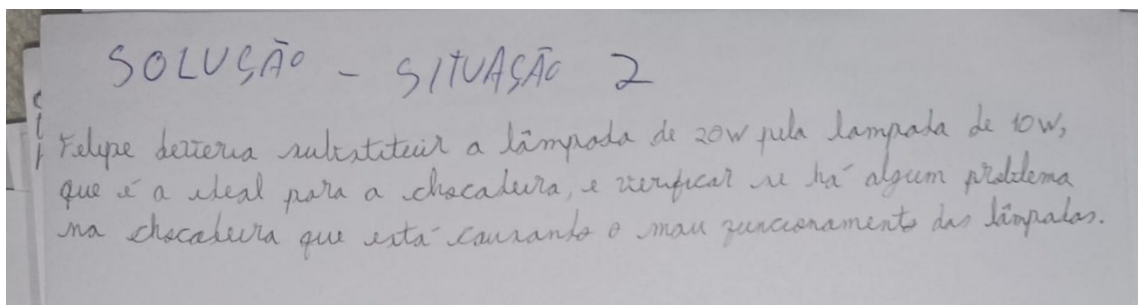
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 56: Situação e solução proposta por grupo de alunos



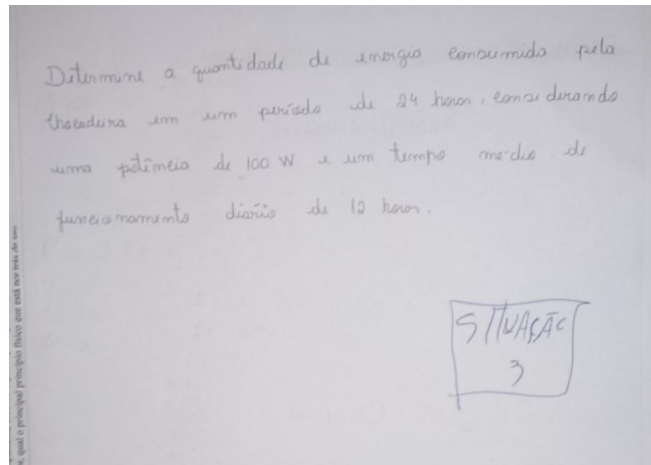
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 57: Situação e solução proposta por grupo de alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 58: Situação proposta por grupo de alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 59: Solução proposta por grupo de alunos

SOLUÇÃO - SITUAÇÃO }

$$E_c = P \cdot \Delta t$$

$E_c = ?$
 $P = 100$
 $\Delta t = 12$

$$E_c = 100 \cdot 12$$

$$E_c = 1.200$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 12 \\ \hline 200 \\ 100 \\ \hline 1200 \end{array}$$

$$E_c = 1.200 \cdot 2 = \boxed{2.400 \text{ Wh}}$$

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As criações das situações-problema evidenciam familiarização com os conceitos (especialmente as do grupo 1 e 2) e exigem certo grau de compreensão acerca do tema, já que perpassa pela captação de significados, de explicar (já que ao criar a situação, ele deve ter em mente o que pretende ser investigado) e, por fim, aplicar o conhecimento ao criar a situação, o que novamente sugere a aprendizagem significativa crítica, já que ao criar a situação ele externaliza o que foi captado. Além disso, a resolução eficaz dos problemas por boa parte dos estudantes, dos problemas propostos pelos colegas também evidencia a reconciliação integradora, já que demonstra que a negociação entre os significados foi eficaz, visto que para eles, agora, os aspectos estão em um nível mais alto de complexidade, e os estudantes conseguiram externalizar segundo a análise da atividade (Moreira, 2011).

É importante ressaltar o caráter investigativo desta atividade. Ela não fica atrelada a modelos mais comuns de averiguar o conhecimento do estudante. Ao propor a situação a ser

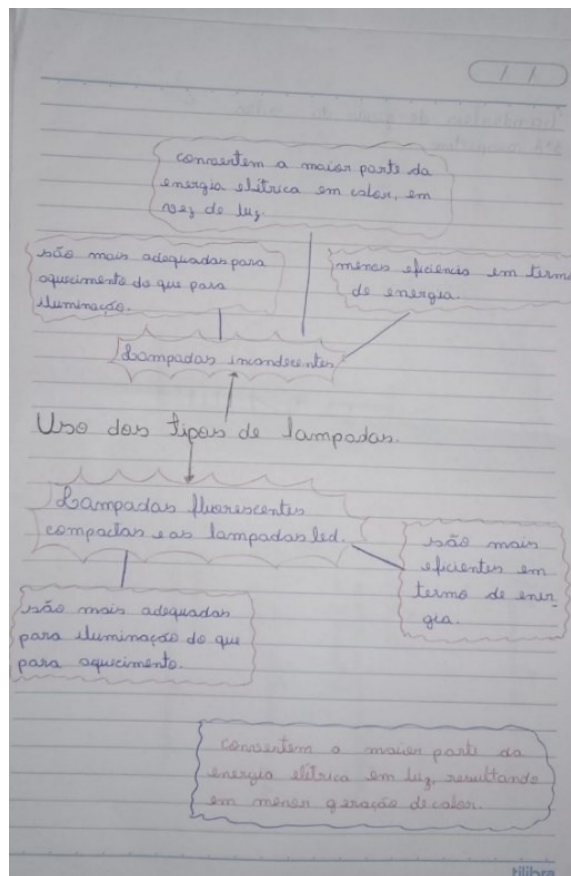
analisada pelos colegas, é esperado do estudante certo grau de conhecimento do que se pretendia ensinar, caso contrário as situações poderiam ser rasas, sem abordagens da física. Isso fica ainda mais evidente na “situação 2”, em que o estudante que propôs a situação busca relacionar a temperatura com a potência da lâmpada, verificando a evolução do subsunçor em sua rede cognitiva.

6º passo: Conclusão da UEPS, dando seguimento à diferenciação progressiva, retomando características mais relevantes, sob uma perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa.

Atividade 9: Mapa conceitual

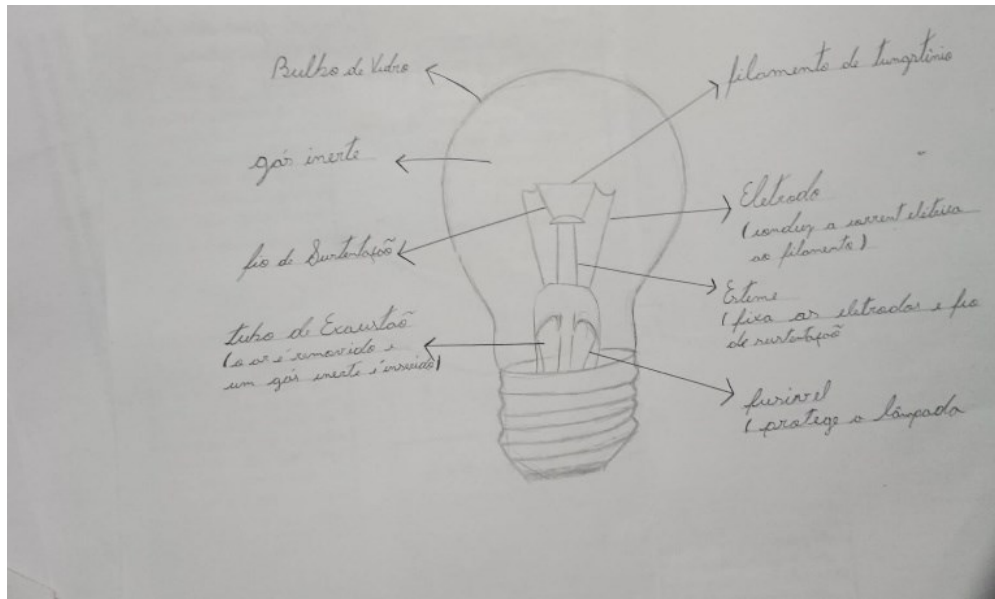
Após a explicação em nível mais elevado, mas relacionando com os subsunçores, foi proposta a confecção de um mapa conceitual sobre diferentes tipos de lâmpadas. As figuras 60, 61 e 62 apresentam alguns mapas conceituais confeccionados por alguns alunos.

Figura 60: Mapa conceitual: tipos de Lâmpada – aluno



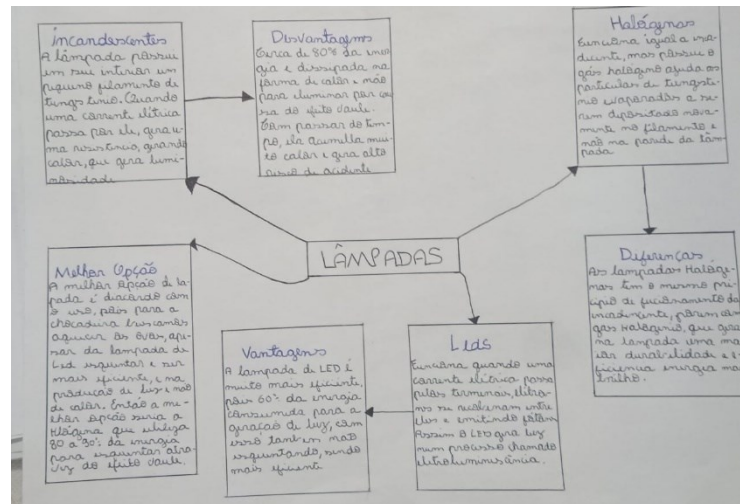
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 61: Mapa conceitual: tipos de Lâmpada – aluno



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 62: Mapa conceitual: tipos de Lâmpada – aluno



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Embora permaneça os problemas com a confecção de mapas conceituais (em que alguns alunos continuam confeccionando aos moldes de mapa mental), o maior problema apresentado na atividade foi o entendimento dos estudantes no que foi proposto – ou da própria mensagem. Nas respostas, os estudantes concentraram-se em questões estruturais e de eficiência. Era esperado (inclusive foi comentado em sala de aula) que fosse abordado o papel do efeito Joule. Dois grupos apontaram para a conversão da energia e a passagem da corrente, bem como um

deles apontou para a semelhança entre o efeito na halógena e na incandescente. Mas apesar disso pode-se perceber boa interação entre os significados e o objeto observado.

Para além disso, Moreira (2011, p.5) reforça que “A aprendizagem significativa crítica é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais”.

Isto posto, com o progresso da sequência didática, tanto analisando as respostas dos estudantes nas atividades quanto em conversas com os alunos, indagações supostamente despreziosas, mas que o professor faz propositalmente a fim de verificar o novo conhecimento acerca de algum tema (um novo significado), percebe-se a evolução na firmeza e proximidade dos subsunçores dos estudantes com o que se esperava.

Atividade 10: Construção da Chocadeira.

A construção da chocadeira durante as aulas não foi apenas uma parte mecânica, sem aprendizagem significativa dos conceitos de física. Durante a construção os estudantes debatiam sobre a fiação (um deles perguntou se o fio utilizado no termostato não era muito fino, e poderia se romper), evidenciando a aplicação do conhecimento aprendido recentemente, ainda dentro da UEPS, outro ponto observado foi o debate sobre a utilização das lâmpadas, já que um grupo utilizaria lâmpada LED. Por se tratar de uma lâmpada fria, o debate foi conduzido até que os estudantes externalizassem a ideia de ser um circuito por onde passa uma corrente, e por isso também aqueceria, apesar de bem menos que a halógena. O professor pontuou a questão da potência da lâmpada de led utilizada.

Outras indagações surgiram durante o processo, como sobre a altura da lâmpada, se o calor não derreteria o isopor, se não gastaria muita energia. Foi então solicitado que cada grupo calculasse o consumo de energia da lâmpada, e depois calculasse em média quanto tempo ela fica acesa, e o intervalo entre um novo acendimento. Os grupos em geral conseguiram realizar a atividade. Como esta não estava prevista no roteiro da UEPS, foi feita nos cadernos e não houve registros, mas em geral não houve maiores problemas, além da solicitação de equações que foram escritas no quadro pelo professor. Os estudantes conseguiram relacionar os conceitos com a aplicação para uma situação próxima à realidade, externalizando mais uma vez um novo conhecimento, desta vez menos conceitual, mas não menos importante, tanto para a avaliação quanto para a aplicação dos conhecimentos pelo próprio estudante.

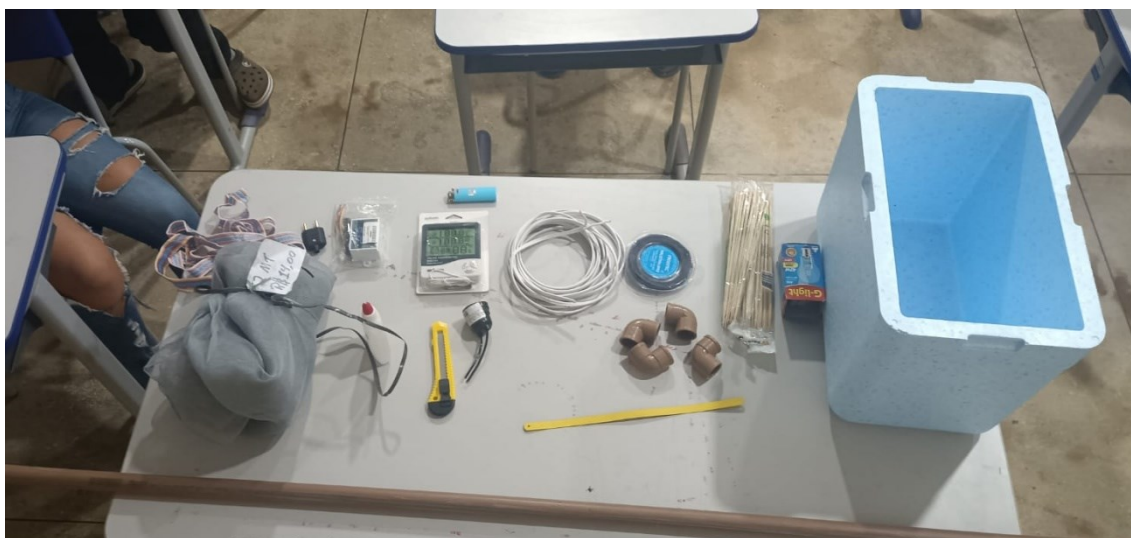
As figuras 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69 e 70 demonstram a confecção das chocadeiras pelos alunos.

Figura 63: Confecção das chocadeiras pelos alunos



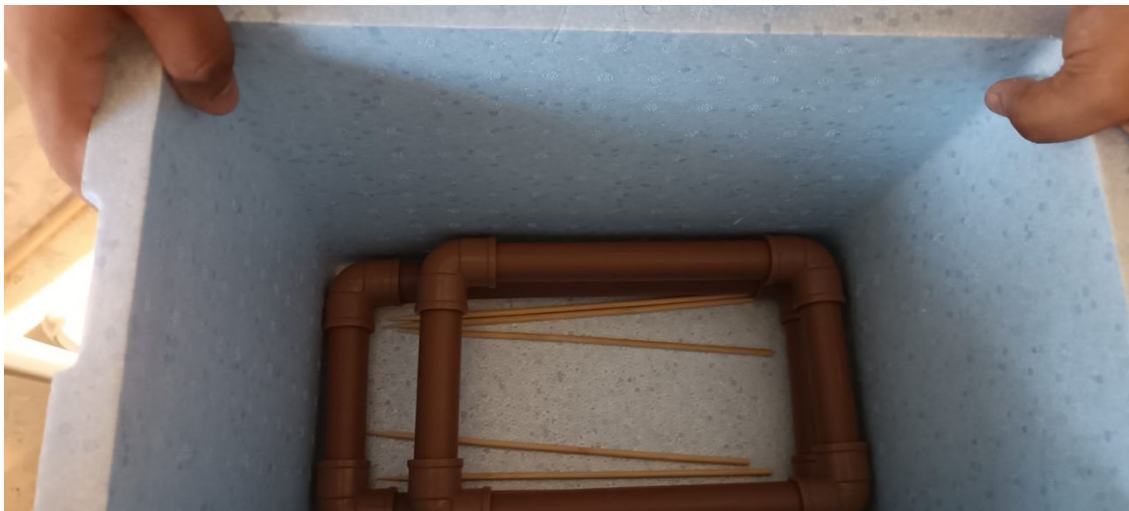
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 64: Confecção das chocadeiras pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 65: Confeção das chocadeiras pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 66: Confeção das chocadeiras pelos alunos



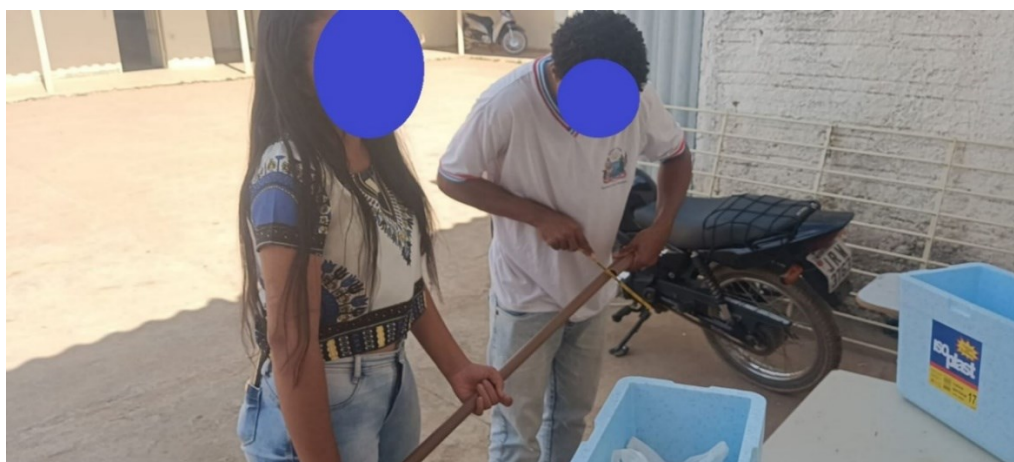
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 67: Confeção das chocadeiras pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 68: Confeção das chocadeiras pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 69: Confeção das chocadeiras pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 70: Confeção das chocadeiras pelos alunos



Fonte: O próprio autor (2023).

Atividade 11 – Apresentação da Chocadeira

Ainda segundo Moreira (2011), outro indicativo de aprendizagem significativa crítica é a capacidade de explicar. Durante as apresentações os estudantes apontaram principalmente a descrição do efeito Joule, o papel da corrente elétrica e da potência elétrica, bem como a ideia de conversão entre as formas de energia.

7º passo: Avaliação da aprendizagem

As figuras 71, 72, 73, 74 demonstram a exposição e apresentação das chocadeiras que ocorreu em sala de aula.

Figura 71: Alunos apresentando a chocadeira em sala.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 72: Alunos apresentando chocadeira em sala



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 73: Alunos apresentando chocadeira em sala



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 74: Alunos apresentando a chocadeira em sala



Fonte: O próprio autor (2023).

A figura 75 apresenta os estudantes respondendo ao questionário final da UEPS

Figura 75: Alunos respondem a última atividade



Fonte: O próprio autor (2023).

Atividade 12 – Questionário

Como última atividade, foi proposto um questionário seguindo as orientações do sétimo passo de uma UEPS.

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa; (Moreira, 2011, p. 4,5)

O questionário (Apêndice 3) foi aplicado individualmente no lugar da avaliação final de Física da III unidade, na semana de avaliações finais.

A primeira questão aborda o efeito Joule – conhecimento foco da presente UEPS, alguns discentes ao respondê-la escreveram palavras pontuais, como resistência elétrica, fontes de calor ou energia ou deixaram em branco, este mesmo padrão se repetiu pelas outras questões nas avaliações desses alunos (Fig. 76, 77 e 78). Provavelmente, por desinteresse, talvez decorrente de já terem atingido pontuação necessária para aprovação, esses alunos não quiseram responder a avaliação adequadamente.

Figura 76: Avaliação final – aluno 1

Colégio Estadual Polivalente de Vitória da Conquista - Pradoso
Professor: Denyson Macêdo Damasceno
Disciplina: Física
Data: 04/12/23
Aluno: [Redacted]

Avaliação de Física da III unidade

1) Quando você utiliza um equipamento elétrico cuja função seja de aquecimento, como ferro elétrico, chapinha ou secador, qual o principal princípio físico que está por trás de seu funcionamento? Explique-o.
Resposta: tipo específica de corrente que permite alterar a resistência, alterando o ponto de contato com a corrente.

2) Na utilização de alguns desses equipamentos no cotidiano pode-se observar que esse aquecimento também ocorre na fiação de alimentação do equipamento, como é o caso do chuveiro. Por que isso ocorre?
Porque tem perdas e o desperdício que acontece o momento das cargas.

3) Por que existe essa diferença entre os equipamentos, ou seja, por que alguns aquecem o fio de alimentação mais que os outros? Qual (ou quais) características deles podem influenciar nisso?
Porque a distribuição do tamanho do resistor de aquecimento, resistências diferentes geram aquecimento em diferentes pontos.

4) Explique o papel da potência elétrica, da resistência elétrica e da corrente elétrica nesse contexto de aquecimento.
Potência elétrica trabalha de uma forma elétrica sobre uma carga elétrica para produzir a energia elétrica. Resistência elétrica atua no momento de produção de energia elétrica, quantidade de carga que se desloca para uma seção transversal de um condutor em 1 s.

5) O que devemos considerar ao escolher um fio adequado para as instalações de um chuveiro? Você observou isso na chocadeira? Viu que o fio do termostato era bem fino em comparação com o utilizado para as conexões? Explique.
A resistência da conexão para a grandeza física que se está considerando das cargas e sua lei e a resistência da conexão elétrica.

6) Alguns grupos utilizaram lâmpada Halógena, outros a led. Explique brevemente como ocorre o aquecimento em cada uma delas.
A lâmpada halógena é mais quente, e a led é mais fria.

7) Quando a lâmpada incandescente parava de funcionar (queimava), geralmente era possível ver o filamento de tungstênio rompido. Analisando a lâmpada halógena, substituindo a lâmpada incandescente, também queima. Qual a causa da queima das lâmpadas? Por que o filamento se rompe? Explique todo o processo, desde a causa do aquecimento até a queima.
Porque quando ocorre um rompimento físico que não há mais conexão elétrica, não circulam as cargas elétricas para aquecer.

8) E na lâmpada halógena, o que causa o aquecimento? E a queima?
A lava eletrônica.

9) (Unicamp - adaptada) Por sua baixa eficiência energética, as lâmpadas incandescentes deixaram de ser comercializadas para uso doméstico comum no Brasil. Nessas lâmpadas, apenas 5% da energia elétrica consumida é convertida em luz visível, sendo o restante transformado em calor. Considerando que a lâmpada Halógena utilizada na chocadeira foi uma de 42 W de potência, qual a quantidade de energia é convertida para o uso da chocadeira?
 $42 = 100 \cdot 5\% = 210$

10) Determine a quantidade de calor cedido ao ambiente pelo aquecimento da lâmpada da imagem abaixo, durante 1 minuto em uso na chocadeira.
Lâmpada Halógena Clássica 70W 230V
Potência: 70W
Voltagem: 230V
Resistência: 387Ω
Energia consumida: 4200J
Energia convertida em luz: 210J
Energia convertida em calor: 3990J

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 77: Avaliação final aluno 2

Colégio Estadual Polivalente de Vitória da Conquista - Pradoso
Professor: Denyson Macêdo Damasceno
Disciplina: Física
Data: 04/12/23
Aluno: [Redacted]

Avaliação de Física da III unidade

1) Quando você utiliza um equipamento elétrico cuja função seja de aquecimento, como ferro elétrico, chapinha ou secador, qual o principal princípio físico que está por trás de seu funcionamento? Explique-o.
É o efeito Joule, ocorre porque as elétrons ao passar por uma resistência elétrica geram aquecimento fazendo a lâmpada aquecer.

2) Na utilização de alguns desses equipamentos no cotidiano pode-se observar que esse aquecimento também ocorre na fiação de alimentação do equipamento, como é o caso do chuveiro. Por que isso ocorre?
Porque a lâmpada tem uma alta potência quando usada, ocorre aquecimento na fiação sendo adequado para aquecimento em chuveiro.

3) Por que existe essa diferença entre os equipamentos, ou seja, por que alguns aquecem o fio de alimentação mais que os outros? Qual (ou quais) características deles podem influenciar nisso?
A potência elétrica que influencia, pois que quanto maior a potência, mais aquecimento há na conexão elétrica.

4) Explique o papel da potência elétrica, da resistência elétrica e da corrente elétrica nesse contexto de aquecimento.
A potência é que a equipamento converte a energia elétrica em calor e a resistência elétrica atua no momento de produção da potência elétrica.

5) O que devemos considerar ao escolher um fio adequado para as instalações de um chuveiro? Você observou isso na chocadeira? Viu que o fio do termostato era bem fino em comparação com o utilizado para as conexões? Explique.
Deveríamos considerar a resistência e a potência da conexão elétrica e a corrente elétrica, pois quanto maior a potência, mais aquecimento há na conexão elétrica.

6) Alguns grupos utilizaram lâmpada Halógena, outros a led. Explique brevemente como ocorre o aquecimento em cada uma delas.
Lâmpada Halógena aquece mais a uma lâmpada LED que não aquece para aquecer. A lâmpada de led aquece mais a lâmpada Halógena que aquece para aquecer.

7) Quando a lâmpada incandescente parava de funcionar (queimava), geralmente era possível ver o filamento de tungstênio rompido. Analisando a lâmpada halógena, substituindo a lâmpada incandescente, também queima. Qual a causa da queima das lâmpadas? Por que o filamento se rompe? Explique todo o processo, desde a causa do aquecimento até a queima.
A lâmpada aquece devido ao rompimento do filamento que ocorre no momento de aquecimento da lâmpada, pois a lâmpada aquece devido ao rompimento do filamento e a lâmpada queima.

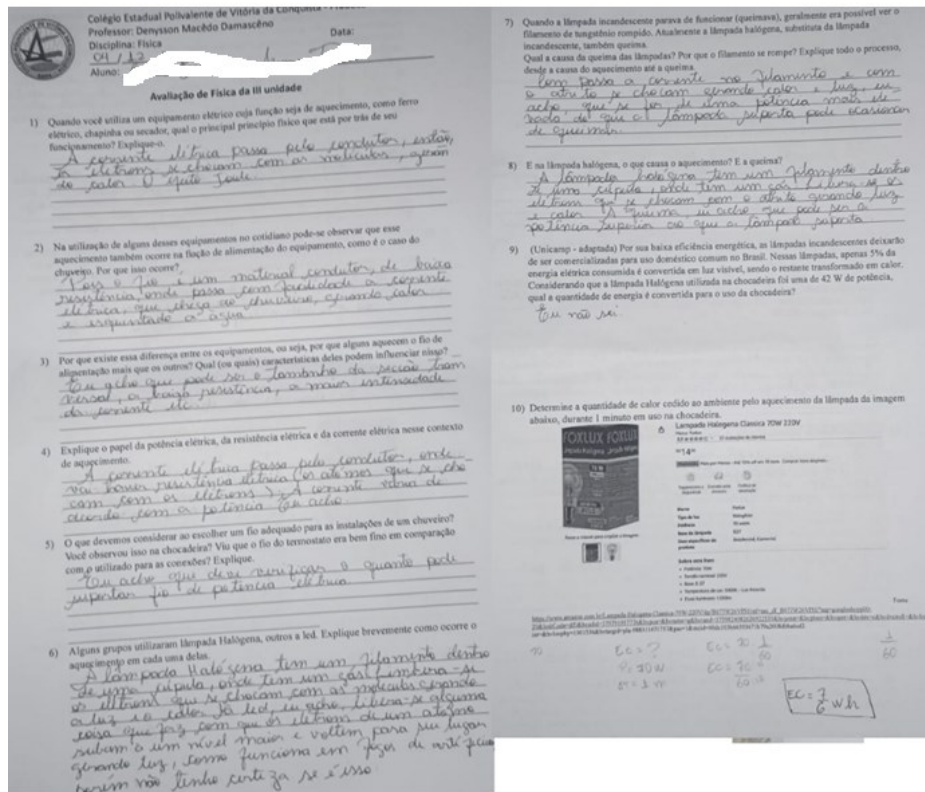
8) E na lâmpada halógena, o que causa o aquecimento? E a queima?
Aquecimento do filamento de tungstênio pelo efeito Joule, porque a lâmpada aquece.

9) (Unicamp - adaptada) Por sua baixa eficiência energética, as lâmpadas incandescentes deixaram de ser comercializadas para uso doméstico comum no Brasil. Nessas lâmpadas, apenas 5% da energia elétrica consumida é convertida em luz visível, sendo o restante transformado em calor. Considerando que a lâmpada Halógena utilizada na chocadeira foi uma de 42 W de potência, qual a quantidade de energia é convertida para o uso da chocadeira?
 $42 = 100 \cdot 5\% = 210$

10) Determine a quantidade de calor cedido ao ambiente pelo aquecimento da lâmpada da imagem abaixo, durante 1 minuto em uso na chocadeira.
Lâmpada Halógena Clássica 70W 230V
Potência: 70W
Voltagem: 230V
Resistência: 387Ω
Energia consumida: 4200J
Energia convertida em luz: 210J
Energia convertida em calor: 3990J

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 78: Avaliação final – aluno 3



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Dois estudantes pararam de frequentar a escola no decorrer da III unidade, deixando consequentemente de participar da UEPS e da presente pesquisa.

Cinco avaliações indicaram o efeito Joule, e explicaram o fenômeno, apontando para o atrito entre os portadores de carga ou conversão de energia elétrica em térmica. Quatro avaliações apontaram para o efeito Joule, mas não o explicaram.

A segunda questão versa sobre o aquecimento de fios elétricos de alimentação de equipamentos, especialmente de alta potência, e a terceira dá seguimento ao procurar o motivo de em alguns equipamentos o cabo de alimentação aquecer mais que em outros.

Das nove avaliações de estudantes que de fato tentaram responder, quatro indicaram a corrente elétrica e o efeito Joule também no fio de alimentação, indicando inclusive a adequação para um fio de maior espessura e a potência elétrica. Duas avaliações indicam a resistência como causadora, mas não explicam como, e três indicaram outra causa ou não responderam esta questão.

A quarta questão busca o papel da potência elétrica. Quatro estudantes indicaram a definição da potência, em geral, a partir da equação, descrevendo-a. Quatro estudantes

indicaram especificamente o papel da potência elétrica, enfatizando a “sua atuação” no circuito elétrico. Um estudante não respondeu.

A quinta questão é sobre o que deve ser considerado na escolha de um fio para instalações do chuveiro. Quatro alunos apontaram a espessura, indicando averiguar a potência do equipamento e o quanto o fio suporta. Três estudantes apontaram para questões práticas, indicando qual conduziria mais fácil, com menor resistência, e qual seria o contrário. Além de indicar a importância do material do fio. Uma avaliação fugiu ao tema, apontando “considerar a questão do fio terra”, e uma deixou em branco.

A sexta questão solicita uma explicação sobre o aquecimento em lâmpadas halógenas e led. Um estudante explicou completamente em todos os tipos de lâmpada. Outro aluno chegou a explicar a produção de luz pelo led, mas só explicou, o efeito Joule na halógena. Quatro discentes explicaram apenas o efeito Joule na halógena, outros quatro provavelmente confundiram a pergunta, e responderam sobre a eficiência e motivos de uso das lâmpadas.

A sétima e oitava questões versam sobre o motivo da queima das lâmpadas incandescentes e halógenas. Quatro estudantes apontaram para o aquecimento indevido, além do que o filamento suporta. Um estudante apontou para a presença de gordura no bulbo, apontando para a lâmpada halógena. Outros quatro chegaram a citar o efeito Joule, mas sem prolongar a descrição do fenômeno da queima da lâmpada.

A nona e décima questões exigem cálculos, e apenas dois estudantes tentaram, o que evidencia um dos problemas no ensino de física já abordados anteriormente.

Em geral, a maioria dos estudantes apresentou evidências de aprendizagem significativa crítica, inclusive na última atividade, conseguindo responder com maior segurança e riqueza de detalhes, bem como com maior quantidade de acertos, excetuando os que não se interessaram em realizar a atividade, já que é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel 1980; Novak, 1984). A aprendizagem deve ser avaliada durante todo o processo, e essa avaliação aponta para o progresso do conhecimento na rede cognitiva dos estudantes, que a cada passo progrediam na qualidade dos subsunçores, apontando para a avaliação formativa.

8º passo: Avaliação da UEPS

Assim como já foi relatado, a UEPS foi considerada exitosa pelas evidências de aprendizagem significativa crítica na avaliação de desempenho dos alunos.

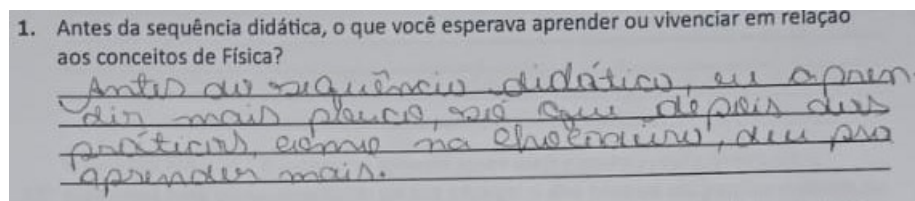
Esta etapa é analítica, em que o professor deve analisar os dados obtidos durante toda a UEPS para averiguação. Mas para reforçar a avaliação foi aplicado um questionário com 10 questões abordando tópicos de expectativas, reflexões e autoavaliação acerca das percepções dos estudantes sobre a presente UEPS

Na primeira questão foi perguntado o que os estudantes esperavam aprender e vivenciar em relação aos conceitos físicos.

Em geral as respostas apontaram para uma expectativa de aprender mais com experimentos.

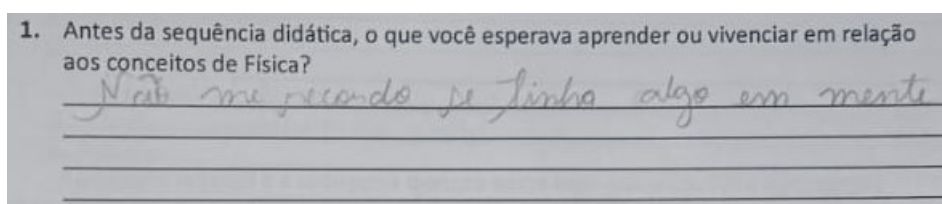
As figuras 79, 80 e 81 apresentam respostas de alguns dos alunos à questão 1 da atividade sobre a UEPS.

Figura 79: Resposta da primeira questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

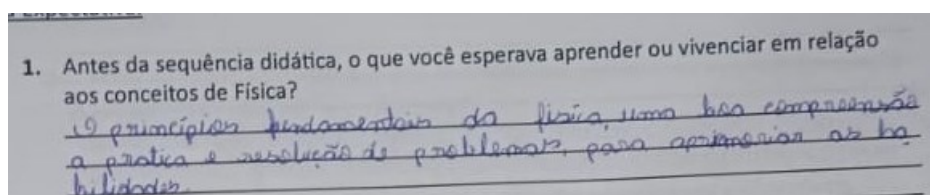
Figura 80: Resposta da primeira questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 80: “Não me lembro se tinha algo em mente”(sic)”.

Figura 81: Resposta da primeira questão da atividade de avaliação da UEPS

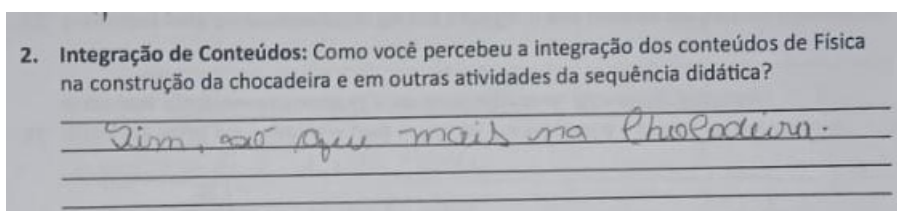


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A segunda questão buscava saber dos estudantes se eles perceberam os conceitos da física na construção da chocadeira, no intuito de averiguar se a atividade prática atingiu sua finalidade, não servindo apenas como momento recreativo de fuga das aulas em quadro e projetor.

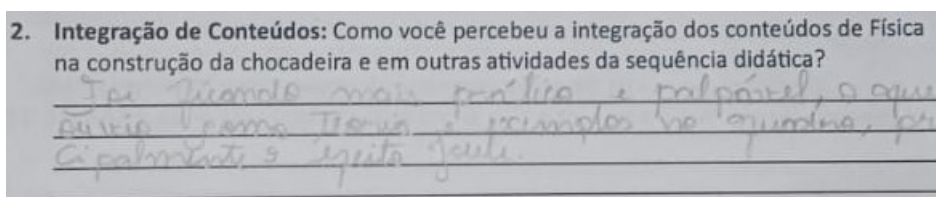
As figuras 82, 83 e 84 apresentam respostas de alguns dos alunos à questão 2 da atividade sobre a UEPS

Figura 82: Resposta da segunda questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

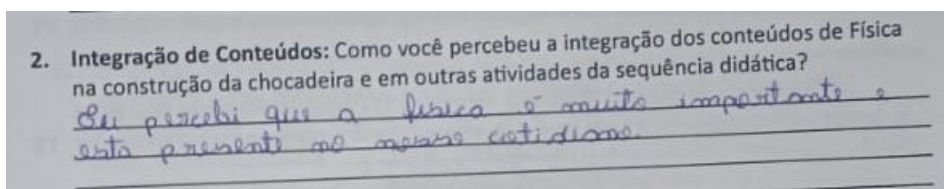
Figura 83: Resposta da segunda questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 83: “Foi ficando mais prático e palpável, o que eu via como teoria e exemplos no quadro, principalmente o efeito Joule (sic)”.

Figura 84: Resposta da segunda questão da atividade de avaliação da UEPS



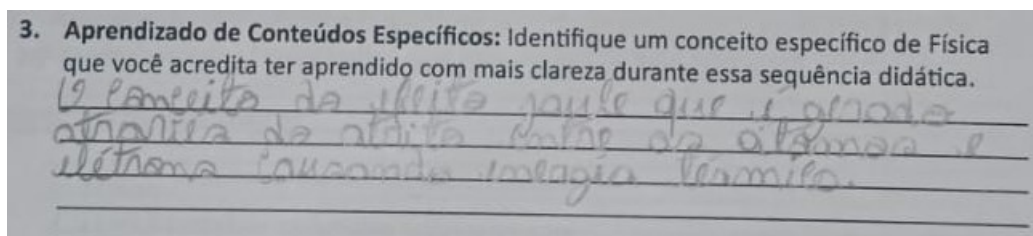
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

É perceptível a preferência pelas atividades práticas-experimentais, o que confere com indicação de documentos oficiais do Ministério da Educação. A BNCC incita o uso da experimentação, ainda que não de maneira direta.

os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (Brasil, 2018, p. 550).

Com a terceira questão espera-se que os estudantes indiquem conceitos da física que eles aprenderam. A maioria citou o efeito Joule. As figuras 85, 86 e 87 apresentam respostas de alguns dos alunos à questão 3 da atividade sobre a UEPS.

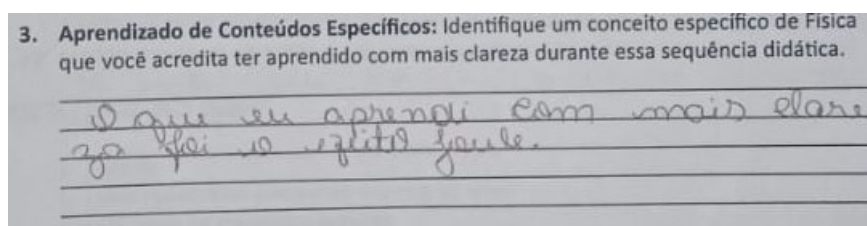
Figura 85: Resposta da terceira questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

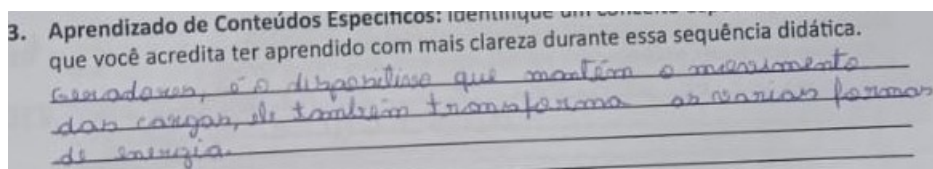
Transcrição da resposta do aluno na figura 85: O conceito do efeito Joule que é gerado através do atrito entre os átomos e elétrons causando energia térmica (sic)”.

Figura 86: Resposta da terceira questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 87: Resposta da terceira questão da atividade de avaliação da UEPS

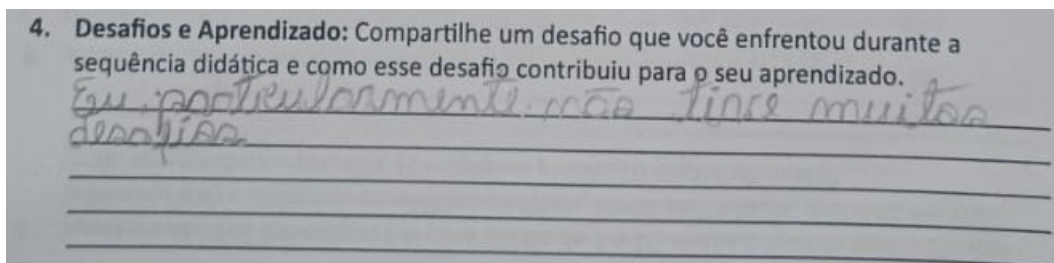


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 87: “Geradores, é o dispositivo que mantém o movimento das cargas, ele também transforma as várias formas de energia (sic)”.

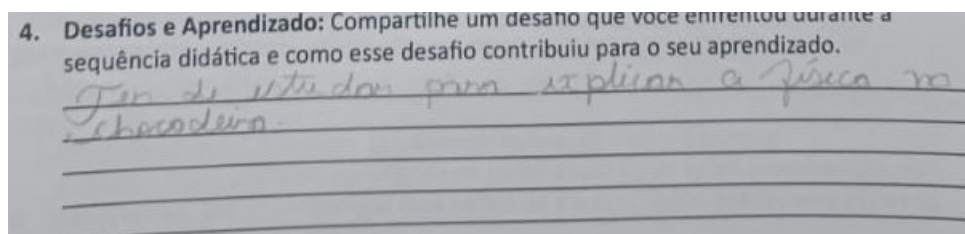
A quarta questão buscava averiguar os desafios que os estudantes enfrentaram durante a SD. As respostas alternaram entre não perceber desafios e aprender os conceitos físicos (Fig. 88, 89 e 90)

Figura 88: Resposta da quarta questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

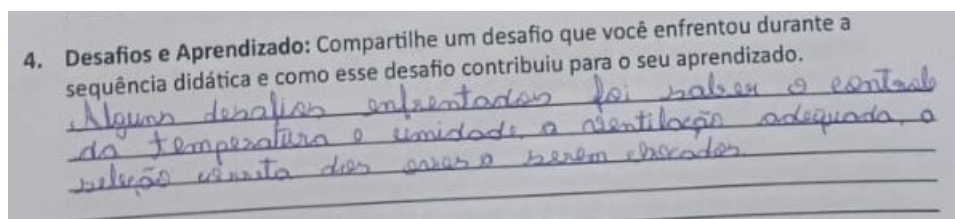
Figura 89: Resposta da quarta questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Transcrição da resposta do aluno na figura 89: “Ter de estudar para explicar a física na chocadeira (sic)”.

Figura 90: Resposta da quarta questão da atividade de avaliação da UEPS



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

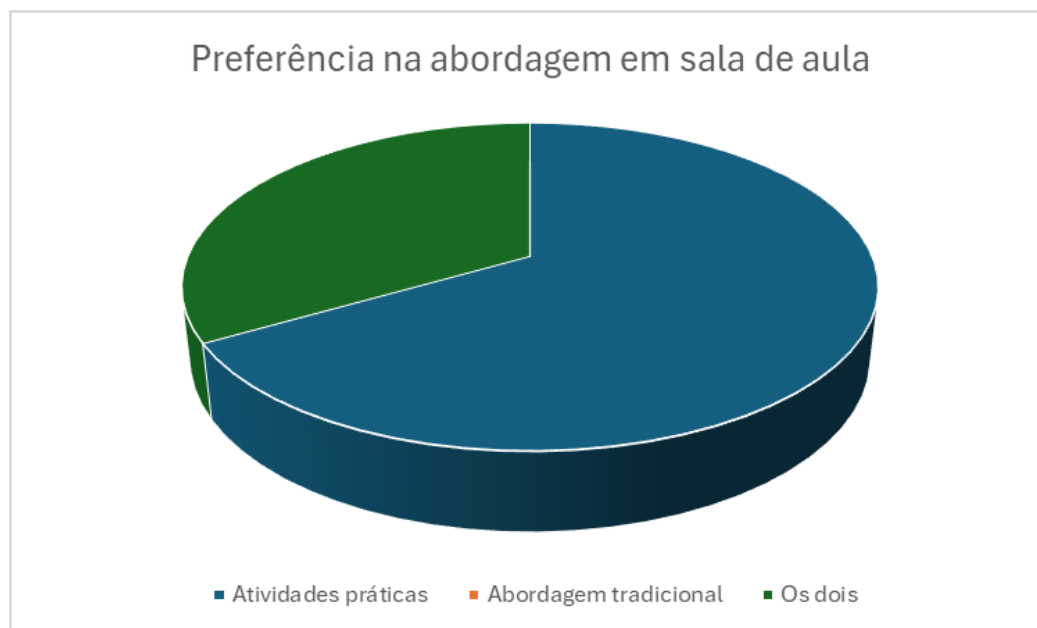
A quinta questão versa sobre a preferência entre aulas práticas, abordagem tradicional ou as duas. O quadro 11 e o gráfico da figura 91 indicam as respostas dos estudantes.

Quadro 11: Respostas da questão 5

Preferência	Número de estudantes
Atividades práticas	6
Abordagem tradicional	0
Os dois	3

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 91: Gráfico das respostas da questão 5



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Da questão 7 a 10 foi solicitado que os estudantes indiquem valores de 1 a 10 sobre aspectos da SD. Devido à grande variedade de notas, optou-se por indicar a média aritmética das indicações dos estudantes. Os resultados estão apresentados no quadro 12.

Quadro 12: Média aritmética entre valores atribuídos pelos estudantes das questões 6 até 10

Questão	Média dos valores atribuídos pelos estudantes
6- Em uma escala de 1 a 10, o quanto você acredita que as atividades práticas contribuíram para a sua compreensão dos conceitos de Física na vida cotidiana?	7,4
7- Em uma escala de 1 a 10, qual é o seu nível de satisfação com o processo de aprendizagem durante essa sequência didática?	7
8- Em uma escala de 1 a 10, avalie o quanto você acha que aprendeu sobre conceitos específicos de Física, como efeito Joule, potência elétrica, calor e temperatura.	6
9- Em uma escala de 1 a 10, quão frequentemente você participa de atividades práticas nas aulas de Física?	8,8
10- Em uma escala de 1 a 10, qual é o seu nível de interesse atual pela disciplina de Física	5

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Apesar de alguns casos pontuais em que a aprendizagem não foi exitosa, inclusive por falta do empenho desses estudantes, já que aprender significativamente é decisão do aluno

(Ausubel 1980; Novak, 1984), esta atividade confirma o caráter de êxito da presente UEPS já indicado anteriormente pelas evidências de aprendizagem significativa crítica. O objetivo dessa última atividade era averiguar a receptividade e opinião dos estudantes acerca das atividades propostas.

Um quadro resumo da UEPS é apresentado no apêndice 5, indicando as principais ações aplicadas em cada passo, bem como as datas em que ocorreram.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino, na perspectiva escolar, possui ainda como forte característica a repetição desordenada de ritos que não colaboram para a aprendizagem, em vez disso são voltados para a memorização. Mesmo com as recentes mudanças de paradigmas, ações pedagógicas que fogem ao padrão de explicação teórica seguida de aplicação de um exemplo e exercícios, ainda há muito a ser evoluído no que diz respeito ao ensino e aprendizagem.

O Ensino de Física, sob a ótica construtivista de Ausubel, realoca o professor com um papel de facilitador do processo, em que o aluno é o agente principal na edificação de sua aprendizagem, enquanto o professor traça meios e estratégias de facilitar a interação do que o aprendiz já sabe com o que deve ser aprendido, de modo significativo.

É necessário utilizar uma série de ferramentas pedagógicas e instrumentos alternativos para tornar o processo menos desgastante para que o aluno se mantenha motivado, já que a motivação e vontade dele é um dos pilares para que a aprendizagem tenha êxito. Como em qualquer outro processo, alguns obstáculos aparecerão, e devem ser contornados da melhor maneira possível.

Neste viés, o professor e pesquisador Marco Antônio Moreira desempenha importante papel em suas pesquisas no âmbito teórico do ensino, criando uma ponte entre os conhecimentos já existentes e os que serão ensinados, tal qual pretendia Ausubel (1963), incrementado pelos ideais de Paulo Freire (1987), além de facilitar o trabalho do professor ao estabelecer um manual do que se deve fazer em cada aula, para uma busca efetiva da aprendizagem significativa crítica.

A presente sequência didática, aplicada aos moldes de uma UEPS desenvolvida por Moreira (2011), tinha como objetivo ensinar aspectos relativos à física térmica envolvida no estudo da eletricidade, com ênfase no efeito Joule. Apesar das intempéries durante a aplicação da UEPS, especialmente relacionadas ao calendário apertado, foi possível concluir com êxito nos resultados esperados.

Em conformidade aos aspectos de Moreira (2011), o desenvolvimento cognitivo dos princípios físicos envolvidos na chocadeira – objeto do presente trabalho – apresentou evidências no progresso dessa SD. A cada nova atividade os estudantes conseguiam externalizar os conhecimentos de uma maneira mais rica e consoante aos novos conhecimentos. Isto era evidenciado tanto nas atividades propostas, como em questionários e mapas conceituais, mas em especial em debates em que o professor propositalmente conduzia o tema, de modo a

propiciar determinadas falas dos estudantes que expusessem aspectos relevantes do conhecimento esperado, e não se assemelhar a uma pergunta.

Um dos grandes desafios foi a utilização de mapas conceituais, visto que os estudantes insistiam em traçar relações superficiais, sem relação entre significados, aos moldes do mapa mental de que estavam acostumados a fazer. Outro obstáculo encontrado foi a competição entre as atividades concorrentes à época da execução. Por se tratar de final de ano letivo outros professores também desenvolviam trabalhos e atividades que competiam a atenção dos estudantes e, por vezes, priorizavam os demais seguimentos, talvez por maior necessidade de nota.

Em relação às atividades, em especial as que envolviam algum experimento, era inegável o empenho e maior participação dos estudantes. Este fato foi reforçado em questionário de autoavaliação aplicado após a SD, no qual eles apontaram em sua maioria para maior entendimento com atividades práticas.

É importante mencionar que a simples prática experimental é preferida pelos estudantes em lugar de abordagens teóricas, já que foge à repetição metódica da sala de aula tradicional. Isto posto, a metodologia da UEPS fortalece os laços entre as atividades, tanto práticas quanto teóricas, e ações do professor que favoreçam a negociação dos significados a fim de colaborar com a aprendizagem significativa crítica, tal qual foi registrado na análise dos resultados deste trabalho, configurando a UEPS como uma metodologia bastante eficaz no que ela propõe, bem como mostra-se aberta a adequações à realidade da turma em que se pretende ser aplicada.

Deste modo, esta dissertação busca contribuir com o ensino de física, com a mudança de paradigmas das metodologias tradicionais mais utilizadas pelos professores de física, explanando a possibilidade de aplicação de tais procedimentos nos diversos locais onde as práticas de ensino e aprendizagem estejam acontecendo, deferindo a sua eficácia, e apontando para seu viés dinâmico e chamariz para com os estudantes, colaborando assim com o enriquecimento do ensino da Física.

REFERÊNCIAS

A HISTÓRIA da Inteligência Artificial - TecMundo. 23 out. 2018. 1 vídeo (15 min 58 s).

Publicado pelo canal TecMundo. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Lhu8bdmkMCM>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ANDRÉ, Marli E. Dalmazo Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 2008

ARAÚJO, Denilson; FERREIRA, Suelen; FERREIRA, Welberth. Aprendizagem significativa aplicada ao ensino de física. **Editora científica digital**, 2022. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220408669.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2024.

AUSUBEL, D.P. (1980) et al. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Internamericana, 1980. 216p.

AZEVEDO DA FONSECA, Railene. **MÚSICA, CÉREBRO E APRENDIZAGEM**. 2020. Dissertação de mestrado — Universidade Federal do Acre (UFAC), [s. l.], 2020.

BARBOSA, Xênia De Castro; BEZERRA, Ruth Ferreira. Breve Introdução À História Da Inteligência Artificial. **Jamaxi**, [S. l.], v. 4, n. 1, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/jamaxi/article/view/4730>. Acesso em: 29 jun. 2023.

BECKER, Fernando. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://observatoriodoensinomedio.ufpr.br/wp-content/uploads/2017/04/BNCC-Documento-Final.pdf> Acesso em: 10 abr 2024

BUFFON, Luiz Otávio. Proposta de ensino de eletromagnetismo baseada nos efeitos da corrente elétrica, por meio do uso de vídeos, de experimentos e de uma visita à escola da

ciência física da cidade de Vitória-ES. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 34-48, 2019.

CAETANO, Thiago Costa; MOREIRA, Camila Cardoso; OLIVEIRA, Isabela Dutra de. Desenvolvimento de um experimento didático operável remotamente para o ensino de termometria: um método para a determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre baseado em efeito Joule. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0125>. Acesso em: 14 fev. 2024.

CAMPOS, Mozart Morato. **Atividades práticas e inversão da sala de aula como ferramentas para a aprendizagem do conceito de resistores elétricos por estudantes da terceira série do Ensino Médio**. 2022. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2022.

CARVALHO JÚNIOR, Gabriel Dias de; AGUIAR JUNIOR, Orlando Gomes de. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 207–227, 2008. DOI: 10.5007/2175-7941.2008v25n2p207. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n2p207>. Acesso em: 15 fev. 2024.

CASAS, X. et al. Artificial intelligence and education: Opportunities and challenges. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, 18(1), 1-20 2021.

CÓRDULA, Eduardo Beltrão de Lucena. Mapas conceituais de aprendizagem em sala de aula. **Revista Educação Pública**, 2013. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/13/9/mapas-conceituais-de-aprendizagem-na-sala-de-aula>. Acesso em: 15 fev. 2024.

COSENTINO, Mauro Rogerio; RIOS, Lucas. Experimentos de Calorimetria em Cursos Universitários. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0159>. Acesso em: 14 fev. 2024.

COUTO, Flávio M. do; SILVA, Julio F. da. Uso do Módulo Python Uncertainties no cálculo de incertezas experimentais da diferença de potencial e corrente elétrica de um protótipo experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0415>. Acesso em: 14 fev. 2024.

CRUZ, Keyte et al. IA na sala de aula: como a Inteligência Artificial está redefinindo os métodos de ensino. **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 7, p. 19-25, 2023.

DAMASIO, Felipe; STEFFANI, Maria Helena Steffani. Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 593-597, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000400018>. Acesso em: 14 fev. 2024.

DEZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. (Orgs). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 432 p.

DIAS, Ana Cristina Garcia; BARLETTE, Vania Elisabeth; MARTINS, Carlos Alberto Gomes. A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervenientes na aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p. 107-117, 2009. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID76/v4_n1_a2009.pdf. Acesso em: 14 fev. 2024.

EITERER, Carmem Lucia *et al.* **Metodologia da pesquisa em educação**. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 48 p.

ERROS QUE COMETEMOS NAS CHOCADÉIRAS. Descubra aqui. 28 dez. 2021. 1 vídeo (14 min 57 s). Publicado pelo canal Cida Zootecnista - Criatório avesAlves. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Gqbax429ZmA>. Acesso em: 15 fev. 2024.

FERNANDES, Afonso Fonseca. Inteligência Artificial e Educação. **Editorial do Bius**, v. 39, n. 33, 2023.

FÍSICA 2: Física Térmica/Óptica/GREF. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007. v. 2: Óptica. ISBN 978-85-314-0025-4.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sergio R. C. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens**. 2017. Disponível em:

<https://periodicos.fgv.br/apgvpesquisa/article/view/72796/69984>. Acesso em: 15 fev. 2024.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sérgio Ribeiro da Costa. **Sessão I-Rigor Metodológico nas Diversas Áreas de Conhecimento**. 2017. Disponível em:

https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18700/A_pesquisa_aplicada_conceito_e_abordagens_metodol%C3%B3gicas.pdf. Acesso em: 01/02/2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GEMIGNANI, Elizabeth Yu Me Yut. Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão. **Revista Fronteira das Educação [online]**, v. 1, n. 2, p. 1, 2012. Disponível em:

<http://www.frenteirasdaeducacao.org/index.php/fronteiras/article/view/14>. Acesso em: 14 fev. 2024.

GREGIO, Nivaldo de Oliveira. **Termodinâmica, um tutorial para entendimento do conceito de entropia**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas).

Universidade Federal de São Carlos no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). São Carlos, 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2: Gravitação, ondas e termodinâmica. ISBN 978-85-216-1904-8.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física 2**. 4. ed. [S. l.]: LTC, 1996. v. 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 3: Eletromagnetismo. ISBN 978-85-216-3208-5.

HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Robert. **Fundamentos de física**. 9. ed. [S. l.]: LTC, 2012. v. 3: Eletromagnetismo. ISBN 978-8521619055.

LARA, Vitor; AMARAL, Dayanne F.; DECHOUM, Kaled. O problema dos dois capacitores revisitado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200007>. Acesso em: 14 fev. 2024.

LINHARES, Marco Antônio. **Conceitos de termodinâmica através de experimentação: simulando uma máquina térmica em sala de aula**. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2018.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 29, p. 562–613, 2012. DOI: 10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p562. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p562>. Acesso em: 15 fev. 2024.

MANHÃES, Marcelle de Oliveira; CARVALHO, Adelson Siqueira; BATISTA, Silvia Cristina Freitas. Uso de mapas conceituais como ferramenta de avaliação no ensino de física. **Cadernos de Educação Básica**, v. 3, n. 2, p. 60-76, 2018.

MARGATHO, L.F.F *et al.* Avaliação quantitativa da contaminação por microorganismos no ambiente de criação do bicho-daseada (BOMBYX MORI L.) Na fase de chocadeira. **Arq. Inst. Biol.**, v. 79, n. 2, p. 233-238, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/6RDSpmtCWSdcfRyBgXjmCWg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 fev. 2024.

MARTINI, Adenauro et al. **Estudo da física térmica a partir da construção de uma chocadeira elétrica: aprendizagem baseada em projetos**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2021.

MILLS, C., Rajendran, R., & Morehead, M. Artificial intelligence in education: Promises and pitfalls. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, 22(2), 15-32, 2021.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152679>. Acesso em: 15 fev. 2024.

MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS, **Aprendizagem Significativa em Revista**, v 1, n. 2, 2011.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa: uma ilusão perdida em uma cultura de ensino para a testagem?** Atas do VII Encontro Internacional sobre Aprendizagem, Burgos, Espanha, 13 a 17 de julho, 2015

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 14 fev. 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem. significativa**. *Curriculum*, n. 25, 2012.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em 16 set. 2012.

NAGUMO, Estevon; TELES, Lucio França. O uso do celular por estudantes na escola: motivos e desdobramentos. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 97, n. 246, p. 356-371, ago. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s2176-6681/371614642>. Acesso em: 26 jul. 2024.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

NOVAK, Joseph D. **Teoria y práctica de la educación**. 9. ed. [S. l.]: Alianza Editorial, 1997. 280 p. ISBN 9788420623306.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Learning how to learn** . Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

NUSSENZVEIG, H. Moyses. **Curso de física básica**. São Paulo: Blücher, 1997. v. 3: Eletromagnetismo. ISBN 85-212-0134-6.

O QUE é a Inteligência. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~j.barreto/IA/conceitos.htm>. Acesso em: 15 fev. 2024.

OLIVEIRA, Filipa; PAIXÃO, José António. Atividade experimental “hands-on” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um recetor (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0179>. Acesso em: 14 fev. 2024.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, nº 1, jul. 2001/jul. 2002.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001/jul. 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em 30 jan. 2024.

PÉREZ, Carlos Ariel Samudio. O modelo do elétron livre de Drude completa 100 anos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 348–359, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6766>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PIAGET, J. O nascimento da inteligência na criança. 4. ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1982.

PIETROCOLA, Mauricio. **A matemática como estruturante do conhecimento físico.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002. Tradução . . Acesso em: 20 . 2024.

PITTNER, Viviane Dziubate et al. **Estudo de uma UEPS sobre transformação de energia elétrica, utilizando efeito Joule, efeito Peltier e indução eletromagnética.** 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

QUEIRÓS, Wellington Pereira de; NARDI, Roberto; DELIZOICOV NETO, Demétrio. As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 675–703, 2019. DOI: 10.5007/2175-7941.2019v36n3p675. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n3p675>. Acesso em: 15 fev. 2024.

RODRIGUES, Micaías Andrade; TEIXEIRA, Francimar Martins. O ensino de física nas séries iniciais do Ensino Fundamental na Rede Municipal de Ensino do Recife segundo os seus docentes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000400013>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SANTANA, Ademir Eugenio de; SIMON, Samuel. László Tisza, 110 anos: Origens da Física Térmica Moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0288>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SILVA, Vinícius da Vinci da. **Efeito Joule e seus âmbitos de ensino:** revisão sistemática. 2022. 75 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia), Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2022.

SANTOS, P. R. S. **O uso de experimentos de baixo custo como instrumento para o ensino de física no ensino básico.** 101 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de

Física) - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

SILVA, Alexandre Leite dos Santos; LOPES, Suzana Gomes; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. Professores de ciências e o ensino de física no ensino fundamental: uma investigação narrativa. **Rev. Int. de Form. de Professores (RIFP), Itapetininga**, v. 4, n. 3, p. 125-144, 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/dmd20/Downloads/alexandre,+1481-5747-2-CE%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/dmd20/Downloads/alexandre,+1481-5747-2-CE%20(3).pdf). Acesso em: 14 fev. 2024.

SOUZA, Manuela Cristina Oliveira. **Aproximações entre freire e ausubel sobre aprendizagem significativa: implicações para a formação docente**. 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/8150/1/Aproximações%20entre%20Freire%20e%20Ausubel%20sobre%20aprendizagem%20significativa%20implicações%20para%20a%20formação%20docente.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SPILLERE, Janio Damiani. Uma proposta de atividade experimental para o ensino da lei de Ohm. 2019. Trabalho Conclusão do Curso (Graduação em Licenciatura em Física). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

STERNBERG, R. J. Thinking Styles: Keys to Understanding Student Performance. **Phi Delta Kappa International**, v. 71, n. 5, p. 366-371, 1990.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6. ed. [S. l.]: LTC, 2009. v. 3: Física Moderna: Mecânica Quântica, Relatividade e a Estrutura da Matéria. ISBN 9788521617129.

TIPOS de lâmpadas. 18 jan. 2022. 1 vídeo (3 min 21 s). Publicado pelo canal Jac Chaves. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XJfSymmd3dw>. Acesso em: 27 jul. 2024.

TOMKELSKI, Mauri Luís; BAPTISTA, Mónica. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de Professores de Física sobre o uso das Múltiplas Representações num Estudo de Aula.

Sisyphus - Journal of Education, v. 11, n. 2, p. 164-186, 2023. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5757/575776249009/html/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

TORT, A. Dois problemas práticos de Eletricidade Vitoriana e sua discussão no ensino secundário e universitário. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200005>. Acesso em: 14 fev. 2024.

TOULMIN, S. **La compresión humana**: El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza Editorial, 1977.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v.31, n. 3, 2005.

VASCONCELLOS, V. M. R. de; NASCIMENTO DA SILVA, A. P. P.; DE SOUZA, R. T. O Estado da Arte ou o Estado do Conhecimento. **Educação**, [S. l.], v. 43, n. 3, p. e37452, 2020. DOI: 10.15448/1981-2582.2020.3.37452. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/faced/article/view/37452>. Acesso em: 16 fev. 2024.

VILELA, Douglas Carlos *et al.* Estudo comparativo de um experimento de eletrodinâmica: Laboratório Tradicional x Laboratório Remoto. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0041>. Acesso em: 14 fev. 2024.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **University physics with modern physics**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015. v. 3: Eletromagnetismo. ISBN 978-85-4301-815-7.

WANT LESS-BIASED Decisions? Use Algorithms. Disponível em: <https://hbr.org/2018/07/want-less-biased-decisions-use-algorithms>. Acesso em: 19 jun. 2024.

ANEXOS**ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO 1**

Polivalente - Pradoso

Professor: Denysson Macêdo Damasceno

Disciplina: Física

Aluno: _____

Turma: 3º _____ Data: ___/___/____

Questionário 1

1) Podemos calcular a quantidade de calor dissipado pelo efeito Joule por meio de uma relação simples: $Q = i^2 R \cdot t$, na qual Q é a quantidade de calor dissipado em joules; i é a corrente elétrica em Amperes; R é a resistência elétrica do condutor em ohms; e t é o tempo que a corrente elétrica leva para atravessá-lo em segundos. Dessa forma, assinale a alternativa que apresenta corretamente a resistência elétrica, em Ohms, de um condutor que dissipa 64 J de calor quando percorrido por uma corrente elétrica de 4 A durante um tempo de 2 s.

a) 20 Ω b) 2 Ω c) 10 Ω d) 100 Ω e) 0,2 Ω

2) Um fio condutor de resistência elétrica igual a **0,05 Ω** é atravessado por uma corrente elétrica de **0,5 A** durante um intervalo de tempo de **10 s**. Calcule qual foi a **quantidade de calor** dissipado por esse fio nesse intervalo de tempo.

a) 0,125 J

b) 0,5 J

c) 0,750 J

d) 1,250 J

e) 12,5 J

3) **(Uece)** A energia elétrica sai das hidrelétricas por linhas de transmissão, que são basicamente constituídas por fios condutores metálicos suspensos em torres, também metálicas, por meio de isoladores cerâmicos ou de outros materiais isolantes. Há linhas em que a diferença de potencial elétrico chega a 230 kV. Em uma dessas linhas, a passagem de uma corrente de 1 A durante 10 segundos seria correspondente ao consumo de quantos joules de energia?

a) $2,3 \cdot 10^2$

b) $2,3 \cdot 10^6$

c) $2,3 \cdot 10^3$

d) $2,3 \cdot 10$

4) **(Acafe - adaptado)** O avanço tecnológico mudou nossa vida de várias formas, uma delas está no jeito que cozinhamos alimentos hoje. Se antes tínhamos fogões a gás, hoje temos fogões elétricos, geralmente, chamados de cooktops. Um deles é o cooktop por indução e outro é o cooktop elétrico. O primeiro utiliza um campo magnético para gerar correntes induzidas em uma panela e o segundo utiliza, no lugar do fogo, resistores elétricos para aquecer a panela. De acordo com o exposto, analise as afirmações a seguir.

I. O cooktop de indução tem seu funcionamento baseado na lei de Newton.

II. Uma das possibilidades para se aumentar a potência do cooktop elétrico é reduzir a sua resistência elétrica.

III. Os dois cooktops podem funcionar e aquecer os alimentos se forem ligados a uma bateria.

IV. O cooktop de indução não funciona com panela de barro.

V. O cooktop elétrico tem seu funcionamento baseado no efeito Joule.

Assinale a alternativa correta.

a) Apenas as afirmativas I, III e IV estão corretas.

b) Apenas as afirmativas II, IV e V estão corretas.

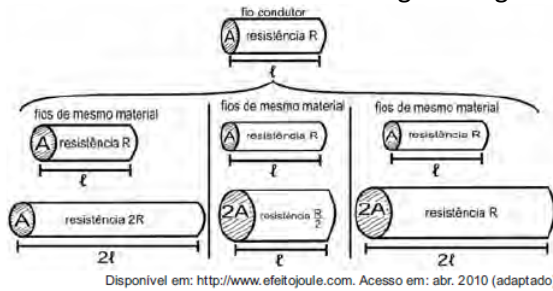
c) Apenas as afirmativas II, III e IV estão corretas.

d) Apenas as afirmativas I, II e III estão corretas.

5) **Questão 144 da prova azul do segundo dia do Enem 2010**

A relação da resistência elétrica com as dimensões do condutor foi estudada por um grupo de cientistas por meio de vários experimentos de eletricidade. Eles verificaram que existe proporcionalidade entre:

- Resistência (R) e comprimento (ℓ), dada a mesma seção transversal (A)
- Resistência (R) e área da seção transversal (A), dado o mesmo comprimento (ℓ)
- Resistência (R) e comprimento (ℓ) e área da seção transversal (A), dada a mesma resistência (R).
- Considerando os resistores como fios, pode-se exemplificar o estudo das grandezas que influem na resistência elétrica utilizando as figuras seguintes.

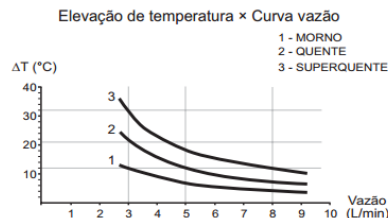


As figuras mostram que as proporcionalidades existentes entre resistência (R) e comprimento (ℓ), resistência (R) e área da seção transversal (A), e entre comprimento (ℓ) e área da seção transversal (A) são, respectivamente,

- a) direta, direta e direta.
- b) direta, direta e inversa.
- c) direta, inversa e direta.
- d) inversa, direta e direta.
- e) inversa, direta e inversa.

6) **Questão 127 da prova azul do segundo dia do Enem 2017**

No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6500 W. Considere o calor específico da água igual a 4200 J/(kg C) e a densidade da água igual a 1 kg/L.



Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

- a) 1/3.
- b) 1/5.
- c) 3/5.
- d) 3/8.

e) 5/8.

7) Questão 74 da prova cinza do primeiro dia do Enem 2014 Segunda Aplicação

Os manuais dos fornos micro-ondas desaconselham, sob pena de perda da garantia, que eles sejam ligados em paralelo juntamente a outros aparelhos eletrodomésticos por meio de tomadas múltiplas, popularmente conhecidas como “benjamins” ou “tês”, devido ao alto risco de incêndio e derretimento dessas tomadas, bem como daquelas dos próprios aparelhos

Os riscos citados são decorrentes da

- a) resistividade da conexão, que diminui devido à variação de temperatura do circuito.
- b) corrente elétrica superior ao máximo que a tomada múltipla pode suportar.
- c) resistência elétrica elevada na conexão simultânea de aparelhos eletrodomésticos.
- d) tensão insuficiente para manter todos os aparelhos eletrodomésticos em funcionamento.
- e) intensidade do campo elétrico elevada, que causa o rompimento da rigidez dielétrica da tomada múltipla.

ANEXO 2 - ATIVIDADE EM GRUPO

Polivalente - Pradoso

Professor: Denysson Macêdo Damasceno

Disciplina: Física

Aluno: _____

Turma: 3º _____ Data: __/__/____

Atividade em grupo. Pense sobre as situações e resolva as questões a seguir:

- 1) Você está construindo uma Chocadeira caseira usando uma caixa de isopor. Na tampa você instalou um soquete com uma lâmpada de 60W como fonte de calor. Sabendo que a resistência da lâmpada é de 10 ohm e a tensão fornecida é de 120V, qual será a potência dissipada pelo efeito Joule na lâmpada?

- 2) Você decidiu incubar ovos de galinha na chocadeira caseira que construiu. Durante o processo de incubação, a chocadeira ficará ligada ininterruptamente. Considerando que a lâmpada tem potência de 60W, qual será a quantidade de calor gerado pelo efeito Joule em um dia?

- 3) Infelizmente o termostato de sua chocadeira caseira apresentou uma falha e não está desligando a lâmpada quando a temperatura interna ultrapassa os 40°C. Se a chocadeira ficar ligada nessas condições por 8 horas seguidas, qual será o aumento de temperatura causado pelo efeito Joule durante esse período?

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO 1:

Colégio Polivalente – Extensão Pradoso

Física – Prof. Denysson Macedo

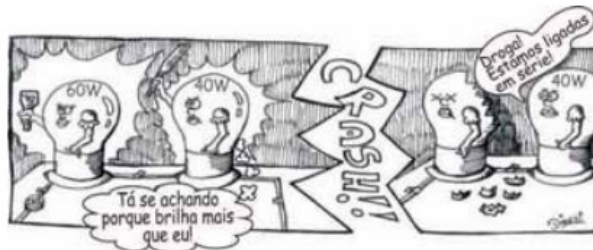
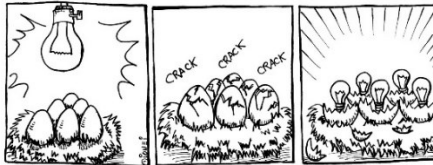
Data: ____/____/____

Atividade 1

- 1) Cite algumas formas de energia. É possível converter um tipo em outro? Dê exemplos

- 2) Observe as charges e explique o que você entendeu:

Lei de Joule



<https://esmroboticaclaudiod.files.wordpress.com/2012/11/tirinha-chocadeira.jpg>

(Disponível em: <<http://tirinhasdefisica.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 25 de out de 2023.

- 3) Analise a seguinte situação:

“Era um dia chuvoso e Maria decidiu aproveitar a tarde para passar suas roupas acumuladas. Ela conectou o ferro elétrico na tomada e começou a alisar as peças. De repente, ela sentiu um cheiro forte de borracha queimada. Assustada, Maria desligou o ferro imediatamente e percebeu que o fio estava desencapado. Ela havia utilizado fita isolante para repará-lo, mas parece que não tinha funcionado tão bem assim. Maria ficou aliviada por ter percebido o problema a tempo e decidiu chamar um eletricitista para consertar a instalação elétrica da casa. A partir desse dia, ela aprendeu a importância de manter os equipamentos eletrônicos em bom estado e sempre verificar as condições dos fios antes de usá-los.”

- a) Explique os motivos dos perigos envolvidos na situação.

b) **Em condições normais (bem instalado, dentro dos padrões) o fio esquentaria? Por que?**

4) Como podemos converter a energia elétrica em energia térmica? Cite equipamentos do dia a dia que são utilizados para esse fim

5) (ENEM 2013, questão 75, prova azul) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110 V pode ser adaptado para funcionar em 220 V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

- a) dobro do comprimento do fio.
- b) metade do comprimento do fio.
- c) metade da área da seção reta do fio.
- d) quádruplo da área da seção reta do fio.
- e) quarta parte da área da seção reta do fio.

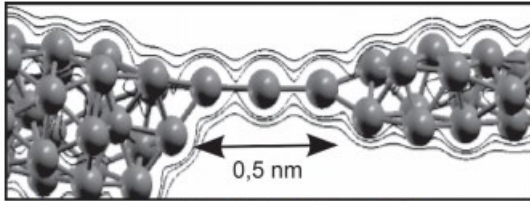
Explique seu raciocínio:

6) (Enem 2016) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de 1 000 Ω , quando a pele está molhada, até 100 000 Ω , quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V.

Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

- a) 1,2 mA
- b) 120 mA
- c) 8,3 A
- d) 833 A
- e) 120 Ka

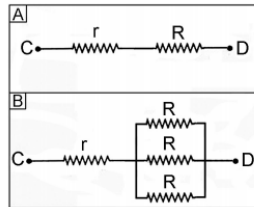
- 7) (ENEM 2014) Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento $0,5 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). A seção reta de um átomo de cobre é $0,05 \text{ nm}^2$ e a resistividade do cobre é $17 \Omega \cdot \text{nm}$. Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais



AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires. *Physical Review B*, v. 81, 2010 (adaptado).

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

- $170 \text{ n}\Omega$.
 - $0,17 \Omega$.
 - $1,7 \Omega$.
 - 17Ω .
 - 170Ω .
- 8) O adaptador de tomada tipo T (Figura 1) é um acessório utilizado em domicílios para ligar vários aparelhos eletrodomésticos em uma única tomada. Conectar três aparelhos de alta potência em um mesmo adaptador pode superaquecê-lo e, conseqüentemente, provocar um incêndio. O circuito da Figura 2A representa um aparelho de resistência elétrica R ligado ao adaptador de resistência elétrica r . Na Figura 2B está representado um circuito com três aparelhos de resistência elétrica R ligados ao mesmo adaptador. Em ambos os circuitos, os pontos C e D são os terminais de uma mesma tomada elétrica. Considere todos os resistores ôhmicos



Comparando-se a Figura 2B com a Figura 2A, verifica-se que o possível superaquecimento do adaptador de tomada acontece em decorrência do aumento da

- tensão em R .
- corrente em R .
- tensão entre C e D.
- corrente entre C e D.
- resistência equivalente entre C e D.

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO 2

Colégio Polivalente – Extensão Pradoso

Física – Prof. Denysson Macedo

Data: ____/____/____

Aluno: _____

Questionário 2

- 1) Descreva fisicamente o que ocorreu no experimento.

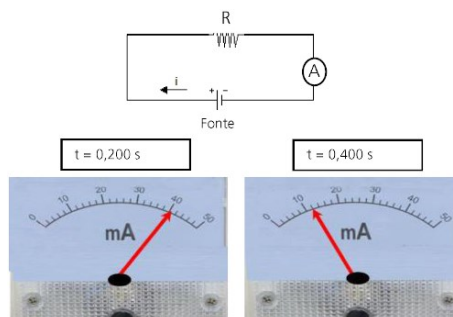
- 2) O que aconteceria se as pilhas fossem ligadas em paralelo em vez de em série? Seria mais fácil ou mais difícil produzir a centelha?

- 3) Segundo as observações do experimento, qual a interferência do tamanho da corda de palha de aço com a produção da centelha? Por que isso acontece?

- 4) Cite uma lei física que relaciona estes valores, e a partir da equação estabelecida por essa lei explique as variações ocorridas no experimento.

- 5) Qual a relação entre o experimento do Phet (atrito) e o da palha de aço?

- 6) (Unicamp) Quando as fontes de tensão contínua que alimentam os aparelhos elétricos e eletrônicos são desligadas, elas levam normalmente certo tempo para atingir a tensão de $U = 0$ V. Um estudante interessado em estudar tal fenômeno usa um amperímetro e um relógio para acompanhar o decréscimo da corrente que circula pelo circuito a seguir em função do tempo, após a fonte ser desligada em $t = 0$ s. Usando os valores de corrente e tempo medidos pelo estudante, pode-se dizer que a diferença de potencial sobre o resistor $R = 0,5$ k Ω para $t = 400$ ms é igual a



- a) 6 V.
- b) 12 V.
- c) 20 V.

d) 40 V.

APÊNDICE 3 – AVALIAÇÃO ESCRITA FINAL



Colégio Estadual Polivalente de Vitória da Conquista - Pradoso

Professor: Denysson Macêdo Damascêno

Disciplina: Física

Data: ____/____/____

Aluno: _____

Avaliação de Física da III unidade

- 1) Quando você utiliza um equipamento elétrico cuja função seja de aquecimento, como ferro elétrico, chapinha ou secador, qual o principal princípio físico que está por trás de seu funcionamento? Explique-o.

- 2) Na utilização de alguns desses equipamentos no cotidiano pode-se observar que esse aquecimento também ocorre na fiação de alimentação do equipamento, como é o caso do chuveiro. Por que isso ocorre?

- 3) Por que existe essa diferença entre os equipamentos, ou seja, por que alguns aquecem o fio de alimentação mais que os outros? Qual (ou quais) características deles podem influenciar nisso?

- 4) Explique o papel da potência elétrica, da resistência elétrica e da corrente elétrica nesse contexto de aquecimento.

- 5) O que devemos considerar ao escolher um fio adequado para as instalações de um chuveiro? Você observou isso na chocadeira? Viu que o fio do termostato era bem fino em comparação com o utilizado para as conexões? Explique.

- 6) Alguns grupos utilizaram lâmpada Halógena, outros a led. Explique brevemente como ocorre o aquecimento em cada uma delas.

- 7) Quando a lâmpada incandescente parava de funcionar (queimava), geralmente era possível ver o filamento de tungstênio rompido. Atualmente a lâmpada halógena, substituta da lâmpada incandescente, também queima.
Qual a causa da queima das lâmpadas? Por que o filamento se rompe? Explique todo o processo, desde a causa do aquecimento até a queima.

- 8) E na lâmpada halógena, o que causa o aquecimento? E a queima?

- 9) (Unicamp - adaptada) Por sua baixa eficiência energética, as lâmpadas incandescentes deixarão de ser comercializadas para uso doméstico comum no Brasil. Nessas lâmpadas, apenas 5% da energia elétrica consumida é convertida em luz visível, sendo o restante transformado em calor. Considerando que a lâmpada Halógena utilizada na chocadeira foi uma de 42 W de potência, qual a quantidade de energia é convertida para o uso da chocadeira?

- 10) Determine a quantidade de calor cedido ao ambiente pelo aquecimento da lâmpada da imagem abaixo, durante 1 minuto em uso na chocadeira.



Passa o mouse para ampliar a imagem



Lampada Halogena Classica 70W 220V
 Marca: Foxlux
 3,9 37 avaliações de clientes

R\$ **14**³⁸

Promoção Mais por Menos - Até 15% off em 10 itens [Comprar itens elegíveis](#)

Pagamentos e Segurança Enviado pela Amazon Política de devolução

Marca	Foxlux
Tipo de luz	Halogênio
Potência	70 watts
Base da lâmpada	E27
Usos específicos do produto	Residencial, Comercial


Sobre este item

- Potência: 70W
- Tensão nominal: 220V
- Base: E-27
- Temperatura de cor: 3000K - Luz Amarela
- Fluxo luminoso: 1250lm

Fonte:

https://www.amazon.com.br/Lampada-Halogena-Classica-70W-220V/dp/B077W26VPH/ref=asc_df_B077W26VPH/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379791957776&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=3759824082626922535&hvpon=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1001536&hvtargid=pla-988311471757&psc=1&mcid=00dc103b66393671b79a2008dbba6cd2

APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO AUXILIAR DE AVALIAÇÃO DA UEPS

	Colégio Estadual Polivalente de Vitória da Conquista - Pradoso
	Professor: Denysson Macêdo Damascêno
	Disciplina: Física
	Aluno: _____
	Turma: 3º _____

Data: ____/____/____

Este questionário visa coletar suas percepções e experiências durante a sequência didática, incluindo a construção da chocadeira artesanal. Por favor, responda honestamente para contribuir com a avaliação desta abordagem pedagógica.

PARTE I – Explorando Experiências: Sequência Didática e Construção da Chocadeira

Sua Expectativa:

1. Antes da sequência didática, o que você esperava aprender ou vivenciar em relação aos conceitos de Física?

2. **Integração de Conteúdos:** Como você percebeu a integração dos conteúdos de Física na construção da chocadeira e em outras atividades da sequência didática?

3. **Aprendizado de Conteúdos Específicos:** Identifique um conceito específico de Física que você acredita ter aprendido com mais clareza durante essa sequência didática.

4. **Desafios e Aprendizado:** Compartilhe um desafio que você enfrentou durante a sequência didática e como esse desafio contribuiu para o seu aprendizado.

PARTE III - Autoavaliação e reflexão

5. **Preferência por atividades Práticas:** Quando se trata de aprender física, você prefere atividades práticas em comparação com a abordagem tradicional em sala de aula?
() Prefiro atividades práticas.
() Prefiro a abordagem tradicional.
() Gosto dos dois igualmente.
6. **Contribuição para a Compreensão:** Em uma escala de 1 a 10, o quanto você acredita que as atividades práticas contribuíram para a sua compreensão dos conceitos de Física na vida cotidiana? (1 = contribuíram pouco, 10 = contribuíram muito)
-
7. **Satisfação com a Aprendizagem:** Em uma escala de 1 a 10, qual é o seu nível de satisfação com o processo de aprendizagem durante essa sequência didática? (1 = Insatisfeito, 10 = Muito satisfeito)
-
8. **Aprendizado dos Conceitos:** Em uma escala de 1 a 10, avalie o quanto você acha que aprendeu sobre conceitos específicos de Física, como efeito Joule, potência elétrica, calor, temperatura e pressão. (1 = aprendi pouco, 10 = aprendi muito)
-

PARTE IV - Dados para análise:

9. **Frequência de Participação em Atividades Práticas:** Em uma escala de 1 a 10, quão frequentemente você participa de atividades práticas nas aulas de Física? (1 = raramente participo, 10 = sempre participo)
-
10. **Interesse Atual por Física:** Em uma escala de 1 a 10, qual é o seu nível de interesse atual pela disciplina de Física? (1 = nenhum interesse, 10 = muito interesse)
-

APÊNDICE 5 – QUADRO RESUMO DA UEPS

Quadro 14 – Resumo UEPS

Passos da UEPS	Nº de aulas	Atividades	Datas
1º Passo: Definição do tópico a ser abordado	1	1-apresentação da proposta aos alunos 2-apresentação da estrutura de um mapa conceitual	24/10/2023
2º passo: Criação de situação que leve o aluno a externalizar o conhecimento prévio	1	questionário de sondagem 1	31/10/2023
3º passo: Propor situações- problema em nível bem introdutório que servirão de organizadores prévios.	1	1-debate sobre os conceitos de calor, temperatura e energia térmica 2-Foi utilizada a simulação “Atrito”, presente no site PhET Colorado 3-questionário 2	01/11/2023
4º passo: apresentação do conteúdo a ser aprendido, de modo introdutório, levando em conta a diferenciação progressiva	2	1-exposição oral e revisão das leis de Ohm 2-vídeo sobre o atrito entre as cargas no interior de um condutor 3-Apresentação do vídeo: um fio sendo derretido por conta da corrente que o atravessa 4-debate sobre algumas questões do ENEM	06/11/2023 07/11/2023
5º Passo: Retomar os aspectos mais gerais, em um nível mais elevado, auxiliando na negociação dos significados, promovendo a reconciliação integradora	2	1-Debate da situação-problema no quadro: “como promover uma maior eclosão de ovos numa chocadeira artesanal que usa como fonte de calor uma lâmpada?” 2-vídeo “Erros que cometemos nas chocadeiras 3-debate em sala com a pergunta: “o que podemos fazer para evitar o aquecimento indevido na chocadeira?” 4-questionário 3 5-Soluções para situações-problema	13/11/2023 14/11/2023
6º passo: Conclusão da UEPS, dando seguimento à diferenciação progressiva, retomando características mais relevantes, sob uma perspectiva integradora, buscando a reconciliação integrativa.	3	1-abordagem expositiva sobre a escolha de uma lâmpada 2-vídeo explicando o funcionamento das lâmpadas incandescentes e halógenas, fluorescentes e de led 3-confeção de um mapa conceitual 4-confeção da Chocadeira	14/11/2023 21/11/2023
7º passo: Avaliação da aprendizagem 8º passo: Avaliação da UEPS	2	1-Apresentação das chocadeiras 2-Questionário 4 3-Questionário 5	27/11/2023 06/12/2023

--	--	--	--

APÊNDICE 6: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, CPF _____,
RG _____, aceito participar das aulas em formato de sequência didática e também permito a coleta de dados das produções e das ocorrências em sala de aula que serão interpretados em pesquisa para o trabalho de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física polo UESB pelo mestrando *Denysson Macêdo Damascêno*. Tenho toda a liberdade de me recusar a participar da pesquisa bem como retirar meu consentimento a qualquer momento. Fui também esclarecido(a) de que meu nome não será divulgado nos resultados da pesquisa sendo-me garantido total confidencialidade dos dados.

Vitória da Conquista - BA, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante (estudante)

APÊNDICE 7: TERMO DE CONSENTIMENTO E ANUÊNCIA DO GESTOR**VITÓRIA DA CONQUISTA – BA , _____ / _____ 2023**

Eu DENYSSON MACÊDO DAMASCÊNO, discente do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) do Programa de Pós-Graduação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, desenvolverei um Produto Educacional (sequência didática) na Colégio Polivalente de Vitória da Conquista – Anexo Pradoso – Vitória da Conquista-BA, tendo como orientadores Prof.º Dr.º Luizdarcy de Matos Castro e Prof.ª Dr.ª Cristina Porto Gonçalves. Sendo que as sequências didáticas estão vinculadas às atividades educacionais e consistem num encaideamento de etapas ligadas entre si e têm sido cada vez mais utilizadas como recursos para o ensino com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Fugir da abordagem tradicional, como estratégia de ensino, é cada vez mais comum na educação como recurso pedagógico para tornar o ensino dinâmico, atrativo e motivador. Caso necessite esclarecer alguma dúvida em relação ao estudo estou à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos. Se vossa senhoria estiver de acordo, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais, e os dados utilizados apenas para fins de análises científicas.

Eu _____ fui esclarecido(a) sobre a pesquisa citada acima e concordo com estes dados sejam utilizados na realização dela, considerando seu mérito e caráter científico.

Assinatura do Responsável (com carimbo se tiver)

APÊNDICE 8: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, **DENYSSON MACÊDO DAMASCENO**, discente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Sudoeste da Bahia – UESB, realizarei um projeto de ensino como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Ensino de Física intitulado **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para Estudo dos Princípios Científicos Envolvidos nas Chocadeiras Elétricas**, orientado pelos docentes Prof. RD.º Luizdarcy de Matos Castro e Prof.ª Dr.ª Cristina Porto Gonçalves.

Para validar sua participação, deve estar ciente de alguns pontos:

- Sua participação será voluntariada;
- Não haverá identificação, sendo anônima sua participação;
- As respostas serão utilizadas apenas se for de sua autorização;
- Para o fim da pesquisa, áudios e imagens poderão ser capturados, contando com o presente consentimento, e assegurando o anonimato dos que assim preferirem, bastando informar ao professor. A identidade dos alunos será mantida em sigilo, borrando a imagem dos rostos nas imagens caso sejam utilizadas em apresentações do presente trabalho.
- Se aceito, participará de 12 (doze aulas), em sua própria sala de aula;
- Caso queira desistir durante o processo, pode sinalizar ao pesquisador por meio do e-mail denyssonfisica@gmail.com ou telefone (77) 9 8121-5808;
- Se não houver conforto em permitir utilizar os resultados obtidos, terá direito de negar a divulgação dos dados obtidos.

Prof.º Dr.º Luizdarcy de Matos Castro
Orientador

Denysson Macêdo Damasceno
Discente responsável

Participante da pesquisa
ou seu responsável legal

Eu, _____, residente da cidade: _____
aceito participar voluntariamente da pesquisa aqui mencionada, estando ciente do anonimato, em poder desistir a qualquer momento caso seja meu desejo e de todos os tópicos livremente da minha participação, sem qualquer obrigatoriedade.

Vitória da Conquista - BA, ____ de _____ de 2023.

APÊNDICE 9: PRODUTO EDUCACIONAL



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 62

Denysson Macêdo Damascêno

PRODUTO EDUCACIONAL

UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA, O EFEITO JOULE E
TÓPICOS RELACIONADOS A ELETRICIDADE COM A CONFECÇÃO DE UMA
CHOCADORA ARTESANAL

Vitória da Conquista

2024



Denysson Macêdo Damascêno

UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
(UEPS) PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA, O EFEITO JOULE E TÓPICOS
RELACIONADOS A ELETRICIDADE COM A CONFECCÃO DE UMA CHOCADDEIRA
ARTESANAL

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: **PRINCÍPIOS CIENTÍFICOS DE UMA CHOCADDEIRA ELÉTRICA EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ORIENTADA SEGUNDO UMA UEPS**, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 62 – UESB / BA Nordeste - BA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador(es):

Luizdarcy da Matos Castro

Cristina Porto Gonçalves

Vitória da Conquista

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, orientação e providências.

Agradeço a minha mãe, Dida, e meu pai, Walter, por todo amor e suporte oferecidos desde a minha infância, guiando-me a permanecer dedicado aos estudos e sempre proporcionando apoio incondicional em todas as fases de minha vida.

Agradeço a minha avó, Dona Léo, por todas as orações e atenção.

Agradeço aos meus irmãos, Deise e Derval, que desde cedo assumiram o papel de guias e referências pessoais.

À minha esposa, Ana Julia, que me apoia em tudo, e não foi diferente no decorrer desta fase.

Agradeço aos meus sobrinhos, Esther, Lucas, Pedrinho e Pedro, por me aturarem nos momentos de estresse, em que precisava falar qualquer coisa com alguém, mesmo que por pouco tempo.

Agradecido aos meus familiares, meus tios, primos, que entendiam minha ansiedade de me ver entrando e saindo dos cômodos repentinamente em intervalos de estudo e escrita.

Grato pela orientação dos professores Luizdarcy de Matos Castro e Cristina Porto Gonçalves, que além das inspirações, orientações e apoio durante o processo dessa dissertação, foram pilares em minha jornada acadêmica e referências na vida profissional.

Agradeço a todos os professores do MNPEF que tanto contribuíram, não só nas excelentes aulas, mas em experiências únicas durante esse período.

Agradeço aos meus colegas de turma por todo companheirismo, apoio e amizade.

Aos meus colegas de trabalho, tanto do CENAD quanto aos colegas do Polivalente do Pradoso, pelo apoio, especialmente nos momentos de pressão da aplicação da sequência didática.

Aos meus alunos, que sempre me respeitaram e apoiaram, e participaram da pesquisa.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela idealização do Programa MNPEF.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante todo o período de realização desse mestrado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
INTRODUÇÃO	5
A UEPS	5
PASSO 1: DEFINIÇÃO DO TÓPICO	6
AULA 1 – INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO DO MAPA CONCEITUAL	6
PASSO 2: EXTERNALIZAR CONHECIMENTO PRÉVIO – SUBSUNÇORES	7
AULA 2 – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	7
PASSO 3: PROPOR SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL INTRODUTÓRIO	8
AULA 3 – EXPERIMENTO PHET E EXPERIMENTO COM PALHA DE LÃ DE AÇO	8
PASSO 4: APRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO LEVANDO EM CONTA A DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA	10
AULA 4 - INTRODUÇÃO AO EFEITO JOULE E LEIS DE OHM	10
AULA 5 – CONCEITOS MAIS AVANÇADOS DO EFEITO JOULE	11
PASSO 5: RETOMADA DOS ASPECTOS MAIS GERAIS, EM UM NÍVEL MAIS ELEVADO, RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA	12
AULA 6 – EFEITO JOULE E POTÊNCIA DISSIPATIVA	12
AULA 7 – ELABORAÇÃO E DEBATE DE SITUAÇÕES-PROBLEMA	13
PASSO 6: CONCLUINDO A UEPS, DAR SEGUIMENTO À DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA, RETOMANDO ASPECTOS RELEVANTES, MAS COM RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA	14
AULA 8 – POTÊNCIA E RESISTÊNCIA ELÉTRICA E TIPOS DE LÂMPADA	14
AULAS 9 E 10 – CONFEÇÃO DA CHOCADÉDIRA	15
PASSO 7 - AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA UEPS	15
AULA 11	15
PASSO 8 - AVALIAÇÃO DA UEPS	16
REFERÊNCIAS:	17

UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA, O EFEITO JOULE E TÓPICOS RELACIONADOS À ELETRICIDADE COM A CONFECÇÃO DE UMA CHOCADEIRA ARTESANAL.

Denysson Macêdo Damascêno

APRESENTAÇÃO

Caro colega,

Poderíamos iniciar esta apresentação com jargão do tipo “o cotidiano do professor de Física da educação básica é cercado por diversas dificuldades operacionais que dificultam o processo de ensino e aprendizagem de maneira eficiente.” Embora pareça um discurso já batido, essa é uma realidade que direciona cada um de nós às práticas pedagógicas que melhor se adequem a cada caso, afinal, cada turma é única, e a cada ano letivo aquela mesma turma gera situações distintas, e nós, enquanto profissionais da educação, buscamos as melhores práticas para o ensino.

Com este objetivo em mente, buscando fugir das metodologias mais tradicionais, apresento a proposta do professor de Física e pesquisador da área de ensino Marco Antônio Moreira: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Esta abordagem reúne diversos tópicos que provavelmente já são de conhecimento do colega leitor, tais como a análise dos conhecimentos preexistentes, ensino com experimentos, e partes de aula expositiva. O diferencial está no sequenciamento particular proposto por Moreira (2011), que busca facilitar a abordagem de aprendizagem significativa, propondo basicamente um manual em oito passos a serem seguidos pelo professor para proporcionar em sala de aula as situações que favoreçam uma aprendizagem significativa.

Neste produto o colega conhecerá a minha proposta de UEPS aplicada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, com o enfoque no Efeito Joule e outras temáticas da física envolvida na chocadeira de ovos.

Atenciosamente,

Prof. Denysson Macêdo Damasceno

Objetivo: Facilitar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos da Física Térmica e efeito Joule.

Produto Educacional

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma proposta de aplicação de uma sequência didática a ser aplicada em turmas de terceiro ano do ensino médio. Os conteúdos envolvidos estão relacionados com eletrodinâmica, com enfoque no Efeito Joule, mas perpassando por estudo das características dos resistores, as Leis de Ohm e Potência elétrica. Ela foi pensada como forma de distanciar do modelo tradicional de ensino, para tal, foi criada a partir do modelo de oito passos de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), estruturada por Marco Antonio Moreira.

As atividades buscam contextualizar a vivência da turma em que foi aplicada, que estudou no colégio na zona rural, buscando despertar o interesse dos alunos na aprendizagem significativa dos conteúdos em questão, por isso a ideia de utilizar chocadeiras, muitos alunos da região criam galinhas, então é uma atividade que pode ser útil e interessante ao cotidiano de muitos deles.

A UEPS

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, UEPS, é um modelo de Sequência didática com objetivo na Aprendizagem Significativa, abordada por David Ausubel. Na aprendizagem significativa as novas ideias expressas simbolicamente interagem com o que o aluno já sabe (Moreira, 2011).

A UEPS funciona como um manual a ser seguido para facilitar a aplicação de uma sequência que objetive a aprendizagem significativa crítica. Para tal, elencou oito passos a serem seguidos para a construção da sequência didática, os aspectos sequenciais. Em resumo são eles:

- 1- Definir um tópico a ser abordado
- 2- Criar situações que levem o estudante a externalizar seus conhecimentos prévios (debates, textos, mapas conceituais) que sejam supostamente relevantes para o que será aprendido na Sequência Didática.

- 3- Propor situações-problema em nível bem introdutório, que preparem o terreno para o conhecimento declarativo - o aluno deve percebê-las como problema, mas ser capaz de modelá-las mentalmente.
- 4- Apresentar o conhecimento a ser ensinado, começando de aspectos mais gerais, apresentando a visão geral do todo. Breve exposição oral seguida de atividade colaborativa.
- 5- Retomar os aspectos mais gerais, em nova apresentação, mas com nível mais avançado dos conceitos, com mais detalhes e desdobramentos, destacando as semelhanças e diferenças entre os significados já abordados. O professor deve identificar os significados que os alunos dão aos conceitos e buscar construir novos significados junto a eles.
- 6- Concluir a unidade, eliminando semelhanças aparentes entre os conceitos, integrando os significados e ordenando dos conceitos mais gerais e os mais específicos. Para isso uma nova situação problema, com nível mais elevado.
- 7- A avaliação de aprendizagem da UEPS deve ser com instrumentos formativos e somativos, como avaliações didáticas e na própria análise da participação das atividades.
- 8- Avaliação da UEPS, em que se deve buscar evidências de aprendizagem significativa.

Estrutura da UEPS

A presente UEPS foi pensada para ser desenvolvida em uma turma de 3º ano do ensino médio, e seguiu os seguintes passos:

PASSO 1: DEFINIÇÃO DO TÓPICO

AULA 1 – INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO DO MAPA CONCEITUAL

Apresentar aos alunos a estrutura de um mapa conceitual, tendo em vista que a maioria só está familiarizada com o mapa mental. A aula deve seguir com um breve debate sobre os tópicos da física que farão parte da UEPS. O professor já inicia o processo de análise dos conhecimentos prévios, que apesar de ser foco do segundo passo, é interessante que ocorra concomitantemente durante todo o processo.

Em seguida, o professor deve orientar os alunos a construírem em trios mapas conceituais sobre resistência elétrica

Objetivos

- Apresentar a temática e desenvolvimento da UEPS.
- Apresentar aos estudantes às ferramentas a serem utilizadas, para caso eles não tenham familiaridade, como sites que vão ser utilizados durante as atividades.

- Averiguar superficialmente conhecimentos prévios dos alunos, a fim de adequar um questionário de sondagem.

Procedimentos didáticos

Explicar brevemente a ideia das próximas aulas, sem dar muitas pistas para não prejudicar o desenvolvimento da UEPS.

É comum que os estudantes estejam familiarizados com o a confecção de mapas mentais, mas não dos conceituais. O professor pode apresentar brevemente a estrutura do mapa conceitual, o que ele deve conter, mostrando alguns mapas, e apontando as principais diferenças para o mental.

Em seguida iniciar debate sobre o tema a ser abordado, sem dar muitas pistas, apenas uma abordagem geral para não prejudicar a sequência didática, o professor terá uma visão geral do que os alunos já aprenderam, ou mesmo o que não aprenderam na escola, mas que têm uma ideia prévia, advinda das próprias observações. Pode ser um comentário sobre um vídeo ou um fenômeno físico, como por exemplo, induzir uma conversa sobre o chuveiro elétrico, “como ele funciona com água se tem energia? Isso não é perigoso?”

Em seguida, o professor deve orientar os alunos a construírem em trios mapas conceituais sobre resistência elétrica

Recursos

- Projetor e Notebook

PASSO 2: EXTERNALIZAR CONHECIMENTO PRÉVIO – SUBSUNÇORES

AULA 2 – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Introdução

Após o debate da aula anterior sobre o tema a ser abordado, sem dar muitas pistas, apenas uma abordagem geral para não prejudicar a sequência didática, o professor terá uma visão geral do que os alunos já aprenderam, ou mesmo o que não aprenderam na escola, mas que têm uma ideia prévia, advinda das próprias observações.

Com esses dados o professor consegue direcionar o questionário para coletar dados sobre a própria turma. Segundo Moreira (2012), resumindo a ideia de Ausubel, o aluno aprende a partir do que já sabe, e essa organização e hierarquização dos conhecimentos prévios é a principal variável para uma aprendizagem significativa dos novos conhecimentos. Isto posto, esta etapa é de extrema relevância, e o professor pode modificar o questionário em conforme as necessidades e realidade da própria turma.

Objetivos

- Buscar os conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos da física relacionados à UEPS.
- Induzir os alunos a expressarem suas concepções, a fim de buscar os conhecimentos prévios sobre a potência elétrica, Lei de Joule e Leis de Ohm.

Recursos

- Questionário impresso.

Procedimentos didáticos:

O professor adequará o questionário de sondagem, a fim de buscar os conhecimentos prévios que o auxiliarão no processo. Nos anexos do presente trabalho está um modelo que foi utilizado na turma para a qual está UEPS foi desenvolvida. O professor poderá adequar as questões segundo a conversa da aula anterior.

Aplicar o questionário individual aos alunos.

É importante que o professor interfira o mínimo possível nessa atividade. É provável que os alunos perguntem e tenham algumas dúvidas, já que esse é o objetivo desta atividade, mas o professor não deve interferir, instruindo seus alunos a responderem apenas com seu conhecimento, sem qualquer consulta e individualmente.

Link de exemplo para atividade impressa 1:

<https://me-qr.com/yX1rR4m8>



Qr Code 1 - Atividade Impressa 1

PASSO 3: PROPOR SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL INTRODUTÓRIO**AULA 3 – EXPERIMENTO PHET E EXPERIMENTO COM PALHA DE LÃ DE AÇO****Introdução**

Seguindo os passos de Moreira, no terceiro passo devem ser propostas situações-problema em nível introdutório, sem aprofundar no conteúdo em questão, seguindo os subsunções propostos e analisados no segundo passo, para que o novo conhecimento seja significativo.

Objetivos

- Auxiliar na busca pelos organizadores prévios
- Preparar o terreno para o novo conhecimento
- Auxiliar o aluno a modelar o problema mentalmente

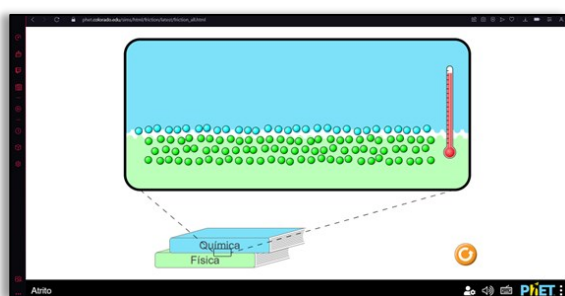
Recursos

- Notebook e Projetor;
- Pilhas e palha de lã de aço;
- Fios de diferentes espessuras;

Procedimentos: inicialmente o professor deve propor um breve debate sobre o conceito de calor, temperatura e energia térmica, lembrando brevemente os conceitos.

Em seguida o professor apresenta a simulação “atrito”, presente no site PhET Colorado em https://phet.colorado.edu/sims/html/friction/latest/friction_all.html?locale=pt_BR.

Fig 1 Experiemento "Atrito" PhET Colorado



Fonte: PhET Colorado (2023).



QR Code 2- PhET Atrito

Em seguida o professor apresentará fios de cobre de diferentes tamanhos, e perguntará qual aquecerá mais caso uma corrente elétrica passe por ele. Em seguida o professor debate com os alunos, utilizando suas respostas como âncora para construção do conhecimento.

Por último, o professor apresenta um pequeno experimento: com auxílio de pilhas, fios e palha de aço, o professor mostrará diferentes situações, como ligar uma pilha a um pedaço grande de palha de aço. depois a um pedaço menor de palha de aço. Em seguida duas pilhas ligadas em série.

O aquecimento da palha de aço promoverá a queima da palha de aço, por isso é aconselhável cuidados para esse experimento, como o uso de óculos protetores, jaleco e uma tigela ou prato grande de cerâmica. Os alunos podem acompanhar de longe para maior cuidado, caso a escola não possua um laboratório ou ambiente para experimentos mais apropriado.

Os alunos devem escrever as considerações na folha de papel sobre o que interferiu no aquecimento da palha de aço, e responderão ao questionário 2.

Link de exemplo para atividade impressa 2:

<https://me-gr.com/kRjCEeXQ>



QR Code 3 - Atividade Impressa 2

PASSO 4: APRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO LEVANDO EM CONTA A DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

AULA 4 - INTRODUÇÃO AO EFEITO JOULE E LEIS DE OHM

Introdução

Nesta etapa da sequência, os conhecimentos gerais são utilizados como ponte para os mais específicos. Segundo a abordagem da diferenciação progressiva Ausubel, deve-se iniciar pelos conhecimentos mais gerais, dando uma visão geral do todo, perpassando por exemplificação e aplicação, atividades colaborativas e debate em grupo.

Objetivos

- Apresentar os conceitos iniciais do efeito Joule, atrelando aos conhecimentos prévios analisados na etapa anterior.
- Estabelecer pontes entre os conhecimentos prévios dos alunos com os de aquecimento proveniente do efeito Joule, dando espaço para uma ligação com a próxima etapa, que buscará um aprofundamento, tanto conceitual quanto de aplicação.
- Introduzir a ideia-chave da sequência: a confecção da chocadeira, e os conceitos físicos gerais da sua aplicação.

Recursos

- Notebook e projetor
- Fios de diferentes espessuras
- Quadro e marcador, e/ou slide de apresentação

Metodologia

(Apresentação em nível introdutório) - O professor inicia a aula apresentando os mesmos fios de cobre, e faz uma breve exposição das leis de OHM, relacionando a espessura dos fios com a resistência elétrica. Em seguida apresenta um pequeno vídeo sobre o atrito entre as cargas no interior de um condutor (Link: <https://www.youtube.com/watch?v=c29jGdNLn5o>),

o professor deve aproveitar para explicar sobre a corrente máxima de cada fio. A turma deve ser dividida em trios para construção de mapas conceituais sobre equipamentos eletrônicos cujo objetivo seja o aquecimento.



QR Code 4 - Vídeo atrito

AULA 5 – CONCEITOS MAIS AVANÇADOS DO EFEITO JOULE

Objetivo

- Avançar nos conceitos de efeito Joule, atrelando ao conhecimento anterior, apontando aspectos gerais.

Metodologia

O professor inicia com um pequeno vídeo em que um filamento de grafite fica incandescente e é rompido por conta da corrente elétrica que passa por ele. O professor pode apresentar um fio de conexão direta entre baterias, e debater sobre a importância de sua espessura. Em seguida o professor deve apresentar em aula expositiva a ideia geral do efeito Joule, o conceito, ideia geral, e relação do aquecimento por meio da equação $Q = i^2.R.T$.

Sugestão de vídeo:

<https://youtube.com/shorts/qdYOJ3AKarQ?si=9FuzjSZ6gaMYX1QD>

https://www.youtube.com/shorts/I7E_LYZUCCM



QR Code 5 - vídeo grafite

Recursos

- Notebook e projetor
- Fios de diferentes espessuras
- Quadro e marcador, e/ou slide de apresentação

PASSO 5: RETOMADA DOS ASPECTOS MAIS GERAIS, EM UM NÍVEL MAIS ELEVADO, RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA

AULA 6 – EFEITO JOULE E POTÊNCIA DISSIPATIVA

Introdução

No quinto passo o professor deve fazer uma retomada dos aspectos mais gerais, estruturantes (o que realmente se pretende ensinar), desta vez com um nível mais alto de complexidade, lembrando de propor as situações-problema em ordem crescente de complexidade, buscando explorar como o geral e o específico se relacionam assim, promovendo a reconciliação integradora.

Objetivos:

- Explicar as grandezas físicas envolvidas no estudo do efeito Joule, e suas implicações macroscópicas e microscópicas.
- Estabelecer relações do cotidiano com tais grandezas, para que quando o aluno buscar resolução, relacione os conhecimentos gerais explorados no quarto passo como os mais específicos.

Metodologia

Situação-problema: “como promover uma maior eficácia na eclosão dos ovos numa chocadeira artesanal que usa como fonte de calor uma Lâmpada?”

O professor inicia a aula apresentando o trecho do vídeo “ <https://www.youtube.com/watch?v=Gqbax429ZmA> “, a partir do minuto 3:00, até os 5:00 min, referente à conservação dos ovos.

Em seguida lançar a pergunta aos alunos “o que podemos fazer para evitar o aquecimento indevido na chocadeira?”

Cada aluno deve escrever em poucas palavras em um papel suas considerações, e em seguida o professor promove o debate, para que os alunos expressem suas ideias verbalmente.

A partir das respostas dos alunos, que a essa altura já é esperado que relatem sobre o sistema de aquecimento, relacionar o debate com a equação que relaciona o calor dissipado pelo efeito Joule, “ $Q = i^2RT$ ”, apresentando mais detalhadamente os conceitos da aplicação, bem como lembrar a relação do que pode promover um maior aquecimento no caso da chocadeira elétrica, que se pretende confeccionar com auxílio de lâmpada, como já debatido anteriormente com os alunos.

Seguindo a aula, o professor explica sobre potência dissipativa, em quadro e apresentação.



QR Code 6 - Vídeo evitar superaquecimento

Recursos

- Notebook e projetor
- Quadro e marcador, e/ou slide de apresentação

AULA 7 – ELABORAÇÃO E DEBATE DE SITUAÇÕES-PROBLEMA

Introdução

Nesta aula o professor orienta os alunos a externalizar o conhecimento de maneira diversificada. É importante que a todo momento o professor atente-se à observação das evidências da aprendizagem significativa.

Metodologia

O professor deve propor uma situação-problema, que pode ser escrita no quadro, projetada, ou distribuída aos alunos. Em seguida, após breve debate com os alunos, colhendo informações de respostas verbais deles, o professor pode expor a solução -padrão, indicando as semelhanças com as respostas dos alunos.

Exemplos:

Situação: “Ana, chef de cozinha, notou que seu forno elétrico, utilizado para assar suas receitas favoritas, começou a não manter a temperatura de maneira constante. Mesmo ajustando os controles, a temperatura oscilava, prejudicando o resultado de suas receitas. Curiosa com esse problema, ela buscava entender as razões que causavam as variações de calor no forno.”

Possível solução: “Determinada a resolver o problema no forno, Ana descobriu que a resistência elétrica estava desgastada, causando variações na temperatura. Aplicando seus conhecimentos de física térmica e efeito Joule, ela substituiu a resistência, deixando o forno eficiente novamente. Agora, suas receitas voltaram a ser assadas de maneira uniforme e deliciosa.”

Situação: “Lucas começou a perceber um cheiro de fio queimado em sua casa. Inicialmente, ele suspeitou que o eletricista poderia ter instalado algo errado durante a construção do novo banheiro, gerando um curto-circuito. Ele ficou um pouco preocupado e tentou entender a situação, estava curioso para descobrir como essa instalação poderia estar afetando os fios elétricos da casa.”

Possível solução: “Lucas decidiu consultar um eletricista para avaliar a situação. Ao realizar uma inspeção, o eletricista identificou que a sobrecarga na rede elétrica estava causando o superaquecimento dos fios. A solução envolveu substituição da fiação por uma de espessura mais larga, que proporciona a passagem de carga elétrica com mais facilidade, diminuindo a resistência e efeito Joule, garantindo a segurança elétrica da casa de Lucas.”

Após isso, dividir em grupos e cada grupo deve criar uma situação envolvendo uma chocadeira elétrica, em que um problema precise ser resolvido. O professor pode relembrar os principais tópicos da física envolvidos na chocadeira, e já vistos até o momento da SD.

Os problemas devem ser trocados entre os grupos, e após a solução de cada um, eles devem ser debatidos na sala. É interessante que o professor apresente imagens que ilustrem a situação-problema, por exemplo de um chuveiro com a potência em evidência e apresente o cálculo da quantidade de energia elétrica que um circuito pode receber utilizando os valores de potência da imagem apresentada e da voltagem mais comum na região.

PASSO 6: CONCLUINDO A UEPS, DAR SEGUIMENTO À DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA, RETOMANDO ASPECTOS RELEVANTES, MAS COM RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA

AULA 8 – POTÊNCIA E RESISTÊNCIA ELÉTRICA E TIPOS DE LÂMPADA

Introdução

No sexto passo começa a conclusão as UEPS, seguindo com os processos de diferenciação progressiva. Deve-se retomar aspectos mais relevantes de modo que o aluno perceba a relação dos novos conceitos com os anteriores, ou seja, reconciliação integrativa.

Objetivos

- Retomar conceitos relevantes, como Potência Elétrica, Resistência Elétrica, e sua relação com o efeito Joule, bem como a relação de calor e variação de temperatura no efeito Joule.
- Propor a aplicação prática dos conhecimentos, proporcionando uma situação real a ser desenvolvida pelos alunos na aplicação dos novos conhecimentos, os integrando aos anteriores.

Metodologia

O professor deve iniciar de modo expositivo sobre a escolha de uma lâmpada, explorando tópicos de consumo de energia e potência do equipamento, além da apresentação de um pequeno vídeo sobre o funcionamento das lâmpadas Halógenas, incandescentes e fluorescentes. O professor retoma os conceitos de efeito joule com mais detalhes, em um nível mais elevado.

Por fim o professor propõe a confecção de um mapa conceitual sobre os usos dos diferentes tipos de lâmpadas, e sua eficiência para iluminação e aquecimento.

AULAS 9 E 10 – CONFEÇÃO DA CHOCADEDIRA

Objetivo

Confeccionar, em grupos, uma chocadeira artesanal, explicitando tópicos da física envolvidas na chocadeira.

Metodologia

O professor deve solicitar que os alunos, em grupos, confeccionem a chocadeira. O professor deve auxiliar na confecção, além de aproveitar o momento para reforçar os conceitos, como a escolha da lâmpada, a potência e consumo de energia da chocadeira. Para auxiliar na confecção, o professor pode apresentar vídeos como exemplo, ou um manual de instruções:

Link manual de montagem da chocadeira:

<https://me-qr.com/WG1oZX0J>

Vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=Tf6jNX8ptj4> (Chocadeira)

<https://www.youtube.com/watch?v=tIqFphHfYfU> (para grade de rolagem).



QR Code 7 - Manual Chocadeira



QR Code 8 - Vídeo montagem Chocadeira



QR Code 9 - Base de rolagem

PASSO 7 - AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA UEPS

AULA 11

Os grupos devem apresentar a chocadeira, apontando os aspectos físicos. Por fim os alunos devem responder a um questionário similar ao primeiro, mas com questões mais avançadas.

Link Atividade impressa 3:

<https://me-qr.com/kPaZrlzr>



QR Code 10 – Atividade impressa 3

PASSO 8 - AVALIAÇÃO DA UEPS

A avaliação da UEPS deve também ser processual, de modo que o professor deve, a todo momento, estar atento ao retorno dos alunos, para averiguar as evidências de aprendizagem significativa, de modo que cada passo aqui apresentado não deve ser engessado, mas sim um norte, uma orientação do que deve ser feito, bem como é a proposta de Moreira (2011), e a cada análise, o professor pode ajustar da melhor maneira as atividades propostas. Ao fim, considera-se exitosa a UEPS que promove evidências de aprendizagem significativa.

O último passo não prevê necessariamente uma atividade – ela é uma avaliação do todo. Mas para agregar, o professor pode solicitar que os alunos respondam um questionário de avaliação da UEPS.

Link de exemplo de questionário de avaliação da UEPS: <https://me-qr.com/n2ZMY8nw>



QR Code 11 - Questionário de avaliação da UEPS

REFERÊNCIAS:

BONJORNO, R.; CLINTON, M. R. - **Física 3**: Eletromagnetismo e Física moderna. 2 ed. São Paulo: FTD, 2013.

MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS, **Aprendizagem Significativa em Revista**, v 1, n. 2, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem. significativa**. *Curriculum*, n. 25, 2012.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em 16 set. 2012.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Learning how to learn** . Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

NUSSENZVEIG, H. Moyses. **Curso de física básica**. São Paulo: Blücher, 1997. v. 3: Eletromagnetismo. ISBN 85-212-0134-6.