

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

EDMILSON RODRIGUES MAGALHÃES FILHO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA: UMA
PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA UTILIZANDO MAPAS
CONCEITUAIS**

**TERESINA
2022**

EDMILSON RODRIGUES MAGALHÃES FILHO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA: UMA
PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA UTILIZANDO MAPAS
CONCEITUAIS**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Orientador(a): Profa. Dra. Janete Batista de Brito

**TERESINA
2022**

EDMILSON RODRIGUES MAGALHÃES FILHO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA: UMA
PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA UTILIZANDO MAPAS
CONCEITUAIS**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na Linha de Pesquisa em Ensino de Física.

Teresina (PI), 30 de agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Janete Batista de Brito.

Profa. Dra. Janete Batista Brito – UESPI (Orientadora)

 Documento assinado digitalmente
NEUTON ALVES DE ARAUJO
Data: 08/11/2022 22:57:45-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo – CCE/UFPI (Examinador Interno)

Agmael Mendonça Silva

Prof. Dr. Agmael Mendonça Silva – UESPI (Examinador Externo)

Antonio de Macedo Filho

Prof. Dr. Antonio de Macedo Filho – UESPI (Suplente Externo)

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Sistema de Bibliotecas da UFPI – SIBi/UFPI
Biblioteca Setorial do CCN

M188s Magalhães Filho, Edmilson Rodrigues.

Sequência didática para o ensino de eletrodinâmica: uma proposta de aprendizagem significativa utilizando mapas conceituais / Edmilson Rodrigues Magalhães Filho. – 2022.
178 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2022.

“Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janete Batista de Brito”.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Recurso Didático – Mapa Conceitual. 3. Eletrodinâmica. I. Brito, Janete Batista de. II. Título.

CDD 530.7

Dedico ao meu pai, Edmilson e a minha mãe, Herivalda (*in memoriam*) por terem me apoiado e terem acreditado na minha educação. As minhas irmãs, Mayara e Mayrla, pelo incentivo e carinho de sempre. A minha fiel companheira, Iarly, pelo amor e paciência nos dias difíceis e ao meu filho, Jorge, que ao nascer no decorrer do Mestrado me deu bastante alegria e um sentido maior na vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar presente em todos os momentos de minha vida.

Aos meus familiares, que nos momentos de ausência dedicados ao mestrado, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente, em especial aos meus pais Francisca Herivalda e Edmilson Rodrigues e minhas irmãs, Mayara Karolynne e Mayrla Kalline.

A minha companheira de vida, Iarly Caroline que teve comigo desde a etapa de seleção até o momento da escrita, sempre me incentivando e me ajudando e ao nosso filho Jorge Lucas que nasceu no período crucial me dando força e vontade para que eu pudesse concluir a mais essa etapa da minha vida, e claro, por todo o amor recebido.

Aos meus colegas da turma 2020.1 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFPI, polo 26, por todas as brincadeiras antes das aulas remotas, pela união e companheirismo e por todo o conhecimento compartilhado, apesar de ter sido um ensino remoto na maior parte do mestrado, foi construído amizades importantes.

Aos amigos que fazem dos nossos dias os mais alegres possíveis, e por se tornarem as melhores companhias que eu poderia ter, dentre eles destaque grande companheirismo, Junior Rego, Erika Lages, Socorro Moraes, Emerson Silva, Alexandre Aguiar.

A todos os meus professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFPI, Polo 26, que sempre souberam ensinar de forma essencial todos os conteúdos ministrados e compartilharam algumas vivências de vida que foram transformadoras em minha formação, em especial ao Prof. Neuton Alves de Araújo e ao Prof. Boniek Venceslau da Cruz Silva, que ajudaram a me tornar um pesquisador mais crítico e a minha orientadora, a Prof.^a Dra. Janete Batista de Brito pelas horas de orientação, apoio, paciência, confiança, profissionalismo, ensinamentos, incentivo e por agregar na minha formação como pesquisador na área de 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, auxiliando e incentivando a transformação dos profissionais da Educação Básica, tornando-os mais flexível e críticos em suas metodologias de

ensino, juntamente com a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a Universidade Federal do Piauí (UFPI) que me proporcionaram a realização do Mestrado Profissional no Ensino de Física.

Meu muito obrigado!

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie-se nisso os seus ensinamentos.” (David Ausubel, 1980).

RESUMO

A presente dissertação, trata-se de uma aplicação de uma Sequência Didática (SD) sobre conceitos de Eletrodinâmica, desenvolvida no Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP) – Leonardo da Dores, Esperantina – PI, com alunos da 3ª Série do Ensino Médio. Com o objetivo principal de promover uma participação maior e mais efetiva dos alunos e um ensino significativo, com a introdução de conceitos de forma não arbitrária e não literal, seguindo os pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Isso posto, a dissertação trata-se de uma pesquisa de campo, em que os resultados obtidos foram coletados no próprio lugar de atuação, utilizando uma abordagem de caráter qualitativa. Para a produção de dados foram utilizados as técnicas de observação durante todo o processo, a aplicação de um questionário pré-teste e de um mapa conceitual inicial, avaliado pelos critérios de Joseph Novak, antes do desenvolvimento da SD, afim de coletar as concepções alternativas e posteriormente ao final da SD foi realizado um novo mapa conceitual e um novo questionário pós – teste, para avaliar o ensino aprendizagem subsidiado pela aplicação da SD. Quanto aos resultados foi feita uma análise textual discursiva na tentativa de averiguar o potencial proporcionado pelas mediações trabalhadas durante a SD (mapa conceitual, utilização de vídeo aula, intervenção didática *trend* de *tik-tok*, leitura de texto científico, experimentos), que foram cruciais para o desenvolvimento de subsunçores, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, etapas da teoria de aprendizagem significativa, que foram identificadas no processo de avaliação. Os resultados analisados apontam a Sequência Didática como um material potencial, pois possibilitou o Ensino e Aprendizagem da Eletrodinâmica ser mais facilitador, tornando as aulas de físicas mais atraente e conseqüentemente tendo uma participação mais efetiva dos alunos que desenvolveram bem todas as atividades individuais e em grupo, possibilitando a visualização da evolução no que diz respeito a participação, compreensão, elaboração de conceitos, autocrítica, comunicação em grupo, respeito de opiniões diversificadas e aplicação do conhecimento no cotidiano, ou seja, evidenciando assim a ancoragem de novos conceitos, de forma não arbitrária e não literal, o que potencializando o Ensino de Física, possibilitando sua utilização como multiplicador do conhecimento.

Palavras-chave: ensino de física; mapas conceituais; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The present dissertation is about the application of a Didactic Sequence (DS) about electrodynamics concepts, developed in the Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP) - Leonardo da Dores, Esperantina - PI, with 3rd grade high school students. The main objective was to promote a greater and more effective participation of students and a meaningful teaching, with the introduction of concepts in a non-arbitrary and non-literal way, following the assumptions of the Meaningful Learning Theory of David Paul Ausubel. That said, the dissertation is a field research, in which the results were collected in the very place of performance, using a qualitative approach. For the production of data, the following techniques were used: observation throughout the process, the application of a pre-test questionnaire and an initial concept map, evaluated according to Joseph Novak's criteria, before the development of the DS, in order to collect the alternative conceptions, and later, at the end of the DS, a new concept map and a new post-test questionnaire were used to evaluate the teaching-learning process supported by the application of the DS. As for the results, a textual discourse analysis was performed in an attempt to investigate the potential provided by the mediations worked during the DS (concept map, use of video lesson, didactic intervention trend of tik-tok, reading of scientific text, experiments), which were crucial for the development of subsumers, progressive differentiation and integrative reconciliation, steps of the theory of significant learning, which were identified in the evaluation process. The analyzed results point the Didactic Sequence as a potential material, because it allowed the teaching and learning of electrodynamics to be more facilitating, making the physics classes more attractive and consequently having a more effective participation of students who developed well all the individual and group activities, allowing the visualization of the evolution regarding the participation, understanding, elaboration of concepts, self-criticism, group communication, respect for diverse opinions and application of knowledge in everyday life, thus showing the anchoring of new concepts, not arbitrary and not literal, which enhancing the teaching of physics, enabling its use as a multiplier of knowledge.

Keywords: physics teaching; concept maps; significant learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Sentido da Corrente Elétrica, em um condutor metálico, provocado pela diferença de potencial.....	43
Figura 2	– Representação da Força Elétrica necessária para movimentar uma carga elétrica de um potencial para outro em um condutor metálico..	44
Figura 3	– Representação de um resistor elétrico.....	47
Figura 4	– Representação de um resistor elétrico, R, em um Circuito Elétrico podendo aparecer em um dos dois formatos.....	47
Figura 5	– Circuito simples com um resistor, R e uma bateria que fornece uma tensão V ao circuito elétrico.....	48
Figura 6	– Circuito composto por dois resistores em série, e uma bateria de tensão V.....	48
Figura 7	– Circuito composto por dois resistores em série, e uma bateria de tensão V.....	49
Figura 8	– Circuito composto por resistores mistos, alimentado por uma bateria de tensão 20 V.....	50
Figura 9	– Representação de um capacitor de duas placas de matéria condutor paralelas entre si ligadas a uma diferença de potencial fornecida pela bateria.....	51
Figura 10	– Organização da sala, respeitando o distanciamento social estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS).....	64
Figura 11	– Apresentação da Sequência Didática e momento de socialização com os alunos.....	65
Figura 12	– Aplicação do Questionário Inicial.....	65
Figura 13	– Mapa Conceitual produzido pelo grupo 01 no App <i>Mindomo</i>	72
Figura 14	– Mapa Conceitual produzido pelo grupo 02 no App <i>Mindomo</i>	73
Figura 15	– Mapa Conceitual produzido pelo grupo 03 no App <i>Mindomo</i>	74
Figura 16	– Mapa Conceitual produzido pelo grupo 04 no App <i>Mindomo</i>	75
Figura 17	– Mapa Conceitual produzido pelo grupo 05 no App <i>Mindomo</i>	75
Figura 18	– Esquema de um exemplo de mapa conceitual para avaliação.....	76
Figura 19	– Alunos assistindo ao vídeo sobre a história da eletricidade.....	78

Figura 20 – Alunos participando da <i>trend</i> do <i>Tik-Tok</i> , em que para respeitar o distanciamento social os alunos foram divididos em 2 grupos onde o grupo 1 encontra-se à esquerda e grupo 2 à direita.....	79
Figura 21 – Trecho de uma conversa no grupo de <i>WhatsApp</i> em que o aluno relata o uso da eletricidade de forma errada na sua residência....	81
Figura 22 – Kit didático para circuitos elétricos com pilhas, resistores, capacitores, fios, fitas isolante e durex, interruptor, chave de fenda, alicate de corte e LEDs.....	83
Figura 23 – Alunos integrantes do grupo 01 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.....	84
Figura 24 – Alunos integrantes do grupo 02 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.....	85
Figura 25 – Alunos integrantes do grupo 03 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.....	86
Figura 26 – Alunos integrantes do grupo 04 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.....	87
Figura 27 – Alunos integrantes do grupo 05 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.....	88
Figura 28 – Alunos comparando os circuitos elétricos montados por eles.....	89
Figura 29 – Alguns dos circuitos montados pelos grupos.....	89
Figura 30 – Aplicação da montagem de um circuito em uma situação cotidiana, em que o aluno liga o farol da sua moto com um interruptor externo, controlando a passagem de corrente da bateria.....	93
Figura 31 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 1 no <i>App Mindomo</i>	103
Figura 32 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 02 no <i>App Mindomo</i>	104
Figura 33 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 3 no <i>App Mindomo</i>	105
Figura 34 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 4 no <i>App Mindomo</i>	106
Figura 35 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 5 no <i>App Mindomo</i>	107

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Resposta dos alunos sobre a definição de corrente elétrica.....	66
Gráfico 2	– Resposta dos alunos sobre a definição de gerador elétrico.....	67
Gráfico 3	– Resposta dos alunos sobre a principal função de um resistor elétrico em um circuito elétrico.....	69
Gráfico 4	– Resposta dos alunos sobre a principal função de um capacitor elétrico.....	69
Gráfico 5	– Resposta dos alunos, ao perguntar sobre a aptidão para a construção de um mapa conceitual.....	70
Gráfico 6	– Resposta dos alunos, ao perguntar sobre o uso de experimentos nas aulas de Física.....	71
Gráfico 7	– Questão 6 do Experimento I, onde os alunos deveriam identificar a transformação que ocorre no gerador e no receptor do circuito elétrico.....	91
Gráfico 8	– Questão 3 do Experimento 2, onde os alunos deveriam descrever a principal função no circuito elétrico.	95
Gráfico 9	– Respostas dos grupos sobre as respectivas afirmativas a respeito da associação em série, em que os alunos deveriam classificar cada uma em verdadeiro ou falsa.	97
Gráfico 10	– Respostas dos grupos sobre as respectivas afirmativas a respeito da associação em paralelo, em que os alunos deveriam classificar cada uma em verdadeiro ou falsa.	99
Gráfico 11	– Representação em coluna e setores das respostas escolhidas pelos alunos na primeira questão do questionário final, em que a alterna “c” é a correta.....	109
Gráfico 12	– Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na segunda questão do questionário final, em que a alterna “b” é a correta.....	110
Gráfico 13	– Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na terceira questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.....	111

Gráfico 14 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na quarta questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.....	112
Gráfico 15 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na quinta questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.....	113
Gráfico 16 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na sexta questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.....	113
Gráfico 17 – Atividades preferidas escolhidas pelos alunos ao responderem à questão sete do questionário final, em que cada aluno poderia escolher mais de uma.....	114
Gráfico 18 – Quantidade de alunos que relataram as dificuldades apresentadas na aplicação da SD.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Resistividade de alguns Materiais a temperatura ambiente (20°C).....	46
Quadro 2	– Descrição das atividades e das quantidades de aulas que foram desenvolvidas em cada etapa do produto educacional.....	59
Quadro 3	– Respostas dos alunos durante a <i>trend</i> do <i>tik-tok</i> , sobre o manuseio da eletricidade.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Quantidade de critérios de avaliação de Novak tragos e válidos pelos grupos no mapa conceitual inicial.....	76
Tabela 2	– Respostas dos grupos na questão 4 do experimento 1, que justifica o interruptor fechado no circuito.....	91
Tabela 3	– Respostas dos grupos na questão 6 do experimento 1, que identifica as transformações de energia no circuito.....	92
Tabela 4	– Respostas dos grupos na questão 1 do experimento 2, que identifica o brilho do LED ao introduzir o resistor 1.....	94
Tabela 5	– Respostas dos grupos da questão 2 do experimento 2, que identifica o brilho do LED ao introduzir o resistor 2.....	94
Tabela 6	– Respostas dos grupos da questão 3 do experimento 2, que indicam a principal função de um resistor no circuito.....	95
Tabela 7	– Respostas dos grupos da questão 1 do experimento 3, sobre associação em Série dos LEDs para uma tensão de 3V.....	96
Tabela 8	– Respostas dos grupos da questão 4 do experimento 3, sobre a associação em Paralelo dos LEDs para uma tensão de 3V.....	98
Tabela 9	– Respostas dos grupos da questão 1 do experimento 4, sobre o brilho do LED ligado a um capacitor alimentado por 3V.....	100
Tabela 10	– Respostas dos grupos da questão 2 sobre a função do capacitor...	101
Tabela 11	– Respostas dos grupos da questão 3 do experimento 4, que identifica a diferença entre o gerador e o capacitor.....	101
Tabela 12	– Quantidade de critérios de avaliação de Novak tragos e válidos pelos grupos no mapa conceitual final.....	108
Tabela 13	– Algumas respostas da sétima questão, em que os alunos optaram por sua(as) atividade(s) preferida(s)	115
Tabela 14	– Algumas respostas da oitava questão, em que alguns alunos relataram suas dificuldades.....	116
Tabela 15	– Algumas respostas da nona questão, que relataram como os mapas conceituais interferiram na construção do conhecimento....	117
Tabela 16	– Algumas respostas da décima questão, que relataram como os experimentos interferiram na construção do conhecimento.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
DF	Departamento de Física
EAD	Ensino a Distância
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MEC	Ministério da Educação
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	Plano Nacional de Educação
PSSC	<i>Physical Science Study Committee</i>
SBF	Sociedade Brasileira de Física.
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)
SEDUC	Secretaria de Educação e Cultura do Piauí
SEMEC	Secretaria Municipal de Educação de Teresina
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SD	Sequência Didática
SEDUC	Secretaria de Educação e Cultura do Piauí
SEMEC	Secretaria Municipal de Educação de Teresina
TDIC	Tecnologias digitais de informação e comunicação
UESPI	Universidade Estadual do Piauí
UFPI	Universidade Federal do Piauí

LISTA DE SÍMBOLOS

ρ	Resistividade elétrica
σ	Condutividade elétrica
Σ	Operado Somatório
Ω	Unidade de Resistência elétrica (Ohm)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	CONTEXTOS HISTÓRICOS DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA DO BRASIL	25
2.1	Evolução do Ensino de Física: As primeiras instituições de caráter científico.....	26
2.1.1	Do ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio à perspectiva da BNCC.....	29
2.1.1.1	Um olhar sobre o Ensino e Aprendizagem da Física no Ensino Médio no cenário Piauiense.....	31
3	PRESSUPOSTOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL E O ENSINO E APRENDIZAGEM DA ELETRODINÂMICA.....	34
3.1	Pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.....	35
3.1.1	Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa.....	37
3.1.2	Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa na aplicabilidade do Ensino e Aprendizagem da Eletrodinâmica.....	38
3.2	A Experimentação no Ensino e Aprendizagem da Eletrodinâmica.....	39
4	ESTUDO DA ELETRODINÂMICA.....	42
4.1	Corrente Elétrica.....	42
4.2	Diferença de Potencial.....	44
4.3	Resistência Elétrica.....	45
4.3.1	Associação de Resistores.....	48
4.4	Capacitância Elétrica.....	50
5	METODOLOGIA.....	53
5.1	Caracterização da Pesquisa.....	53
5.2	Campo Empírico da Pesquisa.....	54

5.3	Participantes da Pesquisa.....	56
5.4	Técnicas, Instrumentos e Processo de Produção de Dados.....	56
5.5	Produto Educacional.....	58
5.6	Procedimentos de Análise de Dados.....	62
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	64
6.1	Conhecendo as concepções alternativas dos alunos.....	64
6.2	Agregando novos subsunçores ao cognitivo do aluno.....	77
6.3	Construção do saber científico: Diferenciação Progressiva.....	82
6.4	Avaliação Final da Sequência Didática: Reconciliação Integrativa.....	102
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
	REFERÊNCIAS.....	122
	APÊNDICE A – A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	128
	APÊNDICE B – TERMO DE CONCEDIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	133
	APÊNDICE C – O PRODUTO EDUCACIONAL.....	134

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física, desde a época colonial no Brasil, vem passando por modificações para enfrentar as dificuldades que ainda hoje existem. A primeira escola de educação formal, na Bahia, possuía um modelo pedagógico que valorizava a memorização e erudição, sem qualquer proximidade com experimentos (RODRIGUES, 2017). Em uma das inúmeras tentativas de melhorar o ensino, é possível destacar uma corrente filosófica do século XIX que apostava na ordem e na Ciência para a obtenção de progresso social. No ano de 1870, um dos positivistas, Rui Barbosa, dizia que em vez de educar os alunos, de incentivá-los a pensar, a escola e o Liceu se preocupavam em criar e desenvolver nele os hábitos mecânicos de memorização (ALMEIDA JR, 1979). No entanto, apesar da pressão dos positivistas para melhorar o Ensino de Ciências, a didática continuava prezando pela memorização e repetição mecânica de princípios e leis.

Atualmente, pode-se dizer que o Ensino de Física evoluiu bastante em relação às épocas citadas acima e um dos principais motivos é o crescimento da pesquisa em Ensino de Física. Programas como o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), vem sendo bastante importante para essa evolução. É possível notar que as pesquisas se preocupam em apontar o papel da linguagem no Ensino e na Aprendizagem, dando ênfase de que as interações discursivas entre professor e alunos, podem ser o caminho por meio do qual os conhecimentos científicos são debatidos e compreendidos em sala de aula (CARVALHO; SASSERON, 2018). Mesmo assim, ainda é possível observar no Brasil, algumas dificuldades enfrentadas tanto pelos professores como pelos alunos. Nessa direção, Freire (1996) afirma que “não há docência sem discência, as duas se explicam, e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar, e quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 1996, p.25).

Dito isso, seria injusto apontar as dificuldades somente para um, nesse processo mútuo de Ensino e Aprendizagem, tanto o professor quanto o aluno sofrem as consequências do ensino tradicional vigente em muitas escolas da rede pública. Dentre os problemas no atual Ensino de Física, podemos citar: a ênfase à memorização, ausência de atividades que promovam o desenvolvimento de habilidades para reflexão crítica e autocrítica dos conhecimentos que aprende. O

processo de Ensino e Aprendizagem ainda é muito voltado para os professores que determinam o quê e como deve ser aprendido, sem planejamento didático, fazendo do aluno apenas um depósito do educador (FRANCO, 2018).

Um dos pioneiros a criticar esse modelo tradicional de narrativa com resolução de problemas fechados, prezando somente a memorização foi Richard P. Feynman, que defendia um método interativo com foco na relação aluno-professor e a importância de um aluno ativo. No Prefácio do livro “Lições de Física”, escrito por David Goodstein e Gerry Neugebauer, é possível observar a importância dessa relação entre aluno e o professor:

“Acredito porém que não há solução para esse problema de ordem educacional [fracasso dos alunos nos exames] a não ser abrir os olhos para o fato de que o ensino mais adequado só poderá ser levado a cabo nas situações em que houver um relacionamento pessoal direto entre o aluno e o bom professor – situações nas quais o estudante discuta as ideias, reflita e converse sobre elas. É impossível aprender muita coisa simplesmente comparecendo a uma palestra ou mesmo limitando-se a resolver os problemas determinados.” (FEYNMAN, 2008, p. 5).

Vale ressaltar que algumas de suas críticas ao Ensino Superior aplicavam-se também ao Ensino Médio, como o fato de os estudantes interagirem ou discutirem pouco com seus colegas, a ausência de atividades experimentais e a pouca flexibilidade curricular, má qualidade dos livros didáticos ou o salário baixo dos professores.

Os pontos críticos de Feynman apontados acima, ainda refletem no Ensino de Física atual, grande parte da dificuldade se dá pela ausência de laboratórios didáticos, que servem para compreender os fenômenos físicos relacionados aos estudos teóricos da sala de aula (EIRAS, 2003). Dentre outros fatores que dificultam o processo de ensino, tem-se a formação de professores, onde nessa perspectiva o professor não necessita somente saber o conteúdo programático de Física, mas se atentar de que maneira ele irá ensinar para alcançar a aprendizagem do aluno (CARVALHO; SASSERON, 2018). Com isso, faz-se necessário criar alternativas que sejam mais importantes e eficazes para propiciar um ensino de qualidade, pois o uso de estratégias e novos recursos metodológicos, podem minimizar o alto grau de abstração que a Física possui (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Em meio a essa discussão, não podemos deixar de enfatizar a falta de interesse por parte dos alunos.

É necessário que eles apresentem uma predisposição em aprender (MOREIRA, 2006).

Nesse âmbito, é importante questionar: Quais intervenções metodológicas são significativas na construção e aplicação de uma Sequência Didática, para o processo de Ensino e Aprendizagem dos conceitos da Eletrodinâmica no Ensino de Física? Pois é um grande desafio tornar os conceitos de Eletrodinâmica mais compreensíveis e acessíveis sem que o professor faça um planejamento de atividades adequadas, e tenha consciência do seu papel mediador.

Assim pensou-se em um produto educacional com a construção e aplicação de uma sequência didática de conceitos de Eletrodinâmica, em uma escola da rede pública estadual, Centro Estadual de Educação Profissionalizante, da cidade de Esperantina- PI, com atividades experimentais e dialógicas com análise de textos didáticos de conceitos da Eletrodinâmica, subsidiada pela teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, fazendo uso dos mapas conceituais de Novak, como ferramenta auxiliadora na avaliação do processo Ensino e Aprendizagem dos alunos da 3ª Série do Ensino Médio da referida escola.

O presente trabalho tem como Objetivo Geral: Analisar a implementação de uma Sequência Didática sobre conceitos da Eletrodinâmica, mediada a partir de um bom planejando atividades que possam despertar o interesse e participação dos alunos e do professor no processo de Ensino e Aprendizagem e interferir de forma positiva na formação crítica e autocrítica de ambos.

Para tanto, como objetivo específico: a) Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos fenômenos e teorias da Eletrodinâmica, para assim elaborar melhor as atividades que serão desenvolvidas por eles na sequência didática; b) Ler e debater textos didáticos e científicos, em busca de formar subsunçores a respeito do estudo de Eletrodinâmica e instigar a formação crítica dos alunos; c) Construir passo a passo um circuito elétrico, com dispositivos eletrônicos (bateria, resistores, capacitores), para melhorar assimilação dos fenômenos físicos ; d) Verificar a aprendizagem dos alunos, através de mapas conceituais, acerca dos conhecimentos da Eletrodinâmica tendo como recurso mediador a Aplicação da Sequência Didática.

O presente trabalho está dividido em 5 capítulos. No primeiro capítulo, será realizada uma contextualização sobre a história da Física do Brasil Colonial e o surgimento das instituições de carácter científico, logo em seguida, partindo do

cenário brasileiro, será feita uma reflexão sobre a evolução do processo Ensino e Aprendizagem da Física no Ensino Médio, dando ênfase na BNCC, e por fim, relatar um pouco da história da Física no cenário Piauiense até os tempos atuais.

No segundo capítulo será apresentado a teoria significativa proposta por David Ausubel, que servirá de subsídio teórico-pedagógico, para a construção e desenvolvimento dessa pesquisa. Além disso, será explanada a relação dos mapas conceituais de Novak e a experimentação, na perspectiva dessa teoria de Ausubel.

Continuando, no terceiro capítulo será abordado os conceitos da Eletrodinâmica e suas aplicações no cotidiano, apresentando alguns dos elementos de um circuito elétrico, como por exemplos, resistores, baterias e capacitores, que serão objetos de estudos na construção de circuitos elétricos em que os alunos irão realizar.

Já no quarto capítulo será apresentado os aspectos metodológicos dessa pesquisa, como a caracterização, o campo empírico, os sujeitos da pesquisa, as técnicas e instrumentos de produção de dados e como foi realizado os procedimentos de análise desses dados. Além da descrição da elaboração do produto educacional: Sequência Didática de conceitos da Eletrodinâmica.

Posteriormente, no quinto capítulo será feito o tratamento dos dados coletados durante toda a aplicação da sequência didática, desde os conhecimentos prévios dos alunos até as novas concepções científicas formuladas por eles. E, por fim, tem-se as considerações finais acerca do trabalho desenvolvido.

Espera-se que os resultados alcançados sejam positivos e que o produto educacional possa ser replicado por outros professores, tornando-os mais críticos, flexíveis, e que fique perceptível a ideia do professor como mediador em sala de aula, melhorando o Ensino e Aprendizagem da rede de Ensino Pública

2 CONTEXTOS HISTÓRICOS DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO BRASIL

A curiosidade em entender um determinado fenômeno físico, pode ser um primórdio para iniciar o processo educacional do Ensino de Física, ou até mesmo estímulos externos vindo das instituições de ensino. Diante disso, a escola tem o papel de disseminar conhecimentos físicos, e o seu ensino deve propiciar aprendizagem significativas no cognitivo dos alunos (BEZERRA; et al., 2009). Para isso é necessário, que haja uma disseminação do ensino tradicional na área da Física, bem como a cultura implantada de que é uma disciplina de difícil compreensão e impossível de ser aprendida. Essa disseminação no Brasil, ainda não ocorreu por completo, porém muitos são os estudos na atualidade sobre o Ensino de Física que estão facilitando esse processo, iremos observar logo abaixo que esse tradicionalismo é enraizado desde a época colonial (BEZERRA; et al., 2009).

Em resumo, no Brasil, a Física começou a ser lecionada no período colonial, com a participação dos jesuítas, onde a prática da ciência nessa época era muito pouca e se organizava principalmente pela divisão disciplinar, ou seja, seria impossível traçar fronteiras entre as disciplinas científicas hoje conhecidas. Uma exceção interessante desse período são os relatos sobre as medições astronômicas e meteorológicas de George Marcgrave, que é considerada por muitos autores a primeira manifestação científica no Brasil (RODRIGUES, 2017). Já durante o império, período de república, revolução de 1930, a carga horária subiu de 20% para 33,3% na área de ciências e matemática. É perceptível que o aumento gradativo mostra um certo reconhecimento pela área no currículo no ensino secundário (PILETTI, 1989).

O Ensino de Física passou a ser objeto de preocupação com o aumento significativo dos conteúdos de Física a serem ensinados na formação básica dos estudantes e, portanto, de investigação, a partir da década de 1960, após a implementação nos Estados Unidos e, logo após, na América Latina, inclusive no Brasil, do projeto Physical Science Study Committee, o PSSC (ROSA; ROSA, 2012). Como consequência, promovem-se conferências, encontros, simpósios, cursos de Pós-graduação e publicações em periódicos, com o intuito de discutir tal problemática, estabelecendo, no Brasil, o início do Ensino de Física como área de pesquisa (ROSA; ROSA, 2012).

Entretanto, a problemática persiste, o tema continua tão atual quanto pertinente para aqueles que buscam a qualificação deste ensino, nessa perspectiva, esta seção busca demonstrar a evolução que ocorreu no Ensino de Física, analisando a aplicação das teorias no cotidiano, a relação professor-aluno, os recursos como o livro didático e as fontes de pesquisa utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

2.1 Evolução do Ensino de Física: As primeiras instituições de caráter científico

As primeiras instituições de caráter científico foram fundadas a partir de 1808, com a chegada da Família Real ao Brasil, pois conseqüentemente com intuito de transformar a organização política e social do Rio de Janeiro, acabou evoluindo a cultura da cidade. Assim, foram fundadas nesse ano, as primeiras instituições de caráter científico de cunho prático e caráter imediatista (MOTOYAMA, 2004). Nesse período, em uma dessas instituições surgiram as primeiras aulas práticas de Física no Rio de Janeiro, vale ressaltar que eram voltadas para a formação militar e da medicina. Posteriormente, na década de 1830, a Física ganhou sua autonomia como disciplina nos cursos médicos do Rio de Janeiro, respeitando-se um padrão existente em alguns países da Europa. (VIEIRA; VIDEIRA, 2007).

Aos poucos, a Física foi ganhando espaço, por exemplo, o Museu Nacional criou uma seção de mineralogia, geologia e ciências físicas. Em 1851, nomes começam a se destacar como o de Cândido Batista de Oliveira, que apesar das limitações teóricas e experimentais, realizou o pêndulo de Foucault, considerado como um dos primeiros experimentos importantes realizados no Brasil (MOREIRA; MASSARANI, 1997). Porém, o Ensino de Física experimental ainda era muito restrito para as escolas militares e de medicina, então por volta da década de 1870, iniciou-se os debates sobre a questão do Ensino de Ciências nos cursos secundários. Almeida Junior (1979) apresenta uma citação de Rui Barbosa contida em “O Ensino Secundário no Império Brasileiro”, onde ele faz uma crítica sobre a forma como a ciência estava sendo desenvolvida:

A ciência é toda observação, toda exatidão, toda verificação experimental. Perceber fenômenos, discernir relações, comparar as analogias e desselelhanças, classificar as realidades e induzir as leis, eis a ciência, eis portanto o alvo que a educação deve ter em mira. Ora, os nossos métodos e os nossos programas tendem precisamente ao contrário (...). Em vez de educadar no estudando os sentidos, de incentivá-lo a pensar, a escola e o liceu entre nós ocupam-se exclusivamente em criar e desenvolver nele os

hábitos mecânicos de decorar e repetir. A ciência e o sopro científico não passam por nós (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p. 56).

Entretanto, apesar da pressão de Rui Barbosa e de outros positivistas, a didática das aulas permaneceu com muitos conteúdos e expositiva, sem demonstrações ou experimentos sempre prezando pela memorização e repetição mecânica de princípios e leis, sem qualquer preocupação com experimentação. Ainda no final do século XIX, os equipamentos de laboratório para a pesquisa eram escassos. Apenas poucos professores (principalmente, das escolas politécnicas) que, por iniciativa própria, começaram a praticar as primeiras pesquisas, como por exemplo Henrique Morize, que fez experimentos com raios X ; Otto de Alencar, que tratou no seu livro de Física e Eletrotécnica da propagação do som, de aspectos da capilaridade e da auto indução; Manoel Amoroso Costa, Teodoro Ramos ambos foram precursores da Física moderna no Brasil (VIEIRA; VIDEIRA, 2007).

Outro nome que se destacou foi Luiz Freire, que publicou vários artigos ao longo das décadas de 1920 e 1930, foi o responsável pelo incentivo à físicos e matemáticos que na década de 1940, se destacariam na ciência brasileira: Mário Schenberg, Samuel MacDowell, Fernando de Souza Barros e José Leite Lopes e ainda contribuiu, na década de 1950, para a criação do Instituto de Física e Matemática da atual Universidade Federal de Pernambuco (VIEIRA; VIDEIRA, 2007).

Dentre os cientistas acima, segundo um estudo realizado por Vieira e Videira (2007), César Lattes foi o cientista que possui trabalhos que geraram resultados de maior repercussão para a física brasileira. Um desses trabalhos foi no ano de 1947, em que a equipe do Laboratório H. H. Wills, da Universidade de Bristol, da qual participava Lattes, detectou entre as partículas geradas pelo choque de raios cósmicos contra moléculas atmosféricas o chamado *méson pi* (ou *píon*), usando a técnica de emulsões nucleares (RIBEIRO, 1955). Apesar dos avanços, o Brasil precisava de uma entidade que apoiasse a ciência, e então em 8 de julho de 1948 um grupo de cientistas fundou a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Nos anos seguintes o governo federal criou o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (RODRIGUES, 2017).

Com o CNPq, passou a haver a concessão de bolsas de estudo de aperfeiçoamento e doutorado; de auxílios para a contratação de pessoal técnico ou auxiliar e para a compra de equipamentos; na organização de cursos, etc. Esse novo

cenário, sem dúvida, foi fundamental para que, nessa fase inicial, se estabelecesse um ambiente de estabilidade para a pesquisa no Brasil (LOPES; OLIVEIRA). A CAPES desempenha função essencial para expansão e consolidação da Pós-Graduação *stricto sensu* brasileira, sendo o seu papel de coordenar e avaliar de grande valia para os resultados alcançados pelo Sistema Nacional de Pós-Graduação, uma vez que atualmente conta com cerca de 3.905 cursos de mestrado, doutorado e mestrado profissional, com 325.230 pós-graduandos (LOPES; OLIVEIRA).

Logo após, em 21 de dezembro de 1961, é promulgada a Lei 4024/61, a primeira versão da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB). Entre outras propostas, a LDB de 1961 alterava o currículo de ciências, aumentando seu escopo e aumentando a carga horária das disciplinas científicas, Física, Química e Biologia (RODRIGUES, 2017). Além disso, outras sociedades foram fundadas como a Sociedade Brasileira de Física (SBF) em uma assembleia da Reunião anual da SBPC na data de 14 de julho de 1966, e conseqüentemente as demandas e projetos próprios, foram cruciais para o avanço das pesquisas em Física e em Ensino de Física no Brasil (FREIRE JR; CARVALHO; SERPA, 2000). Vale ressaltar que era época da ditadura militar no Brasil e logo começaram as perseguições que desencadearam aposentadorias de físico importantes como José Leite Lopes e Jaime Tiomno, o que levou ao surgimento do Boletim número 1 da SBF, em novembro do mesmo ano, com protestos internacionais contra as aposentadorias (SALINAS, 2001).

Esses fatos levaram a primeira edição do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), onde na ocasião foram aprovadas algumas reivindicações a respeito da melhoria da pesquisa em Ensino de Física, elaboração de novos currículos de Física, verba para melhorar a formação dos professores, aumento do salário dos professores secundários, fatos que eram vistos como fundamentais para a melhorar o Ensino de Ciências no Ensino Médio (SBF, 1970). Oportuno dizer, que até hoje existem reivindicações desses fatos citados acima. Infelizmente o Ensino de Física no Brasil é um cenário que possui um progresso muito lento e sempre insuficiente. Outra tentativa de alavancar o ensino científico, foi através da Constituição de 1988, em vigor até hoje, porém a experimentação ainda sim, está em plano paralelo ao Ensino de Física.

Após a Constituição de 1988, ainda outras reformas foram feitas na educação, como a promulgação de uma nova LDB, em 20 de dezembro de 1996, a Lei 9394/96, que estabelece, no segundo parágrafo do artigo 1º, que a “educação escolar deverá

vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (BRASIL, 1996). Atualmente, essa Lei sofreu acréscimos bastantes significativos ao artigo 35, que caracteriza um novo Ensino Médio, trataremos dessa reforma no item seguinte, com ênfase no Ensino de Física. Como vimos até aqui, a história do Ensino de Física no Brasil passou por muitas modificações, barreiras, atrasos na maioria dos casos, por questões políticas, desde a limitação da sociedade na época do Império até os ataques político-pedagógicos da ditadura e de governos seguintes, mas apesar de tudo o campo do Ensino de Ciências e particularmente do Ensino de Física vem crescendo.

2.1.1 Do Ensino e Aprendizagem de Física no Ensino Médio à perspectiva da BNCC

O Ensino Médio é a etapa final da Educação Básica, direito público subjetivo de todo cidadão brasileiro. Todavia, a realidade educacional do País tem mostrado que essa etapa representa um gargalo na garantia do direito à educação. Entre os fatores que explicam esse cenário, destacam-se o desempenho insuficiente dos alunos nos anos finais do Ensino Fundamental, a organização curricular do Ensino Médio vigente, com excesso de componentes curriculares, e uma abordagem pedagógica distante das culturas juvenis e do mundo do trabalho (BRASIL, 2017)

No Brasil, o Ensino das Ciências Naturais, de um modo geral, depara-se com um obstáculo pedagógico à consecução do aprendizado, por não possuir um ensino significativo nos diferentes níveis e modalidades da escolarização, o que conseqüentemente gera um impacto negativo sobre o entendimento e o interesse por essa ciências (COSTA; BARROS, 2019). Além disso, segundo Araújo e Abib (2003), o desafio que o sistema educacional tem pela frente é de implantar no espaço escola, atividades que envolvam a participação plena dos alunos, ou seja, que eles possam realmente por “a mão na massa” e também que os conteúdos sejam ministrados levando em consideração o cotidiano dos alunos, só assim despertaram interesses pela ciência e conseqüentemente aprenderam e compreenderam de fato os fenômenos estudados pela Física.

O interesse intrínseco dessa pesquisa, o Ensino de Física, está presente nos anos finais dos estudantes das escolas de ensino regular da rede estadual de educação. Nesse contexto para atender às necessidades de formação geral indispensáveis ao exercício da cidadania e responder à diversidade de expectativas

dos jovens quanto à sua formação, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) traz como finalidades do Ensino Médio

- I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV – a compreensão dos fundamentos científico -tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

Mas infelizmente a maioria dessas finalidades não são cumpridas, e o desinteresse dos alunos pela Ciências Físicas está influenciado fortemente pela ausência da prática experimental, dependência excessiva do uso do livro didático nas aulas, com os mesmos métodos expositivos, redução da carga horária, descontextualização e profissionalização insuficiente do professor na área de Física (PEDRISA, 2008; DIOGO; GOBARA, 2007).

Na tentativa de cessar com essas dificuldades, nos últimos anos foram delineadas políticas públicas com o propósito de reformular a prática pedagógica escolar vigente. Como é o caso da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que se conceitua como:

[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Este documento normativo aplica-se exclusivamente à educação escolar, tal como a define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996)¹, e está orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, como fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN) (BRASIL, 2017, p. 07).

A BNCC, foi finalizada pelo Ministério da Educação (MEC) em abril de 2017, porém somente em 14 de dezembro de 2018, foi homologado a BNCC para a etapa do Ensino Médio, onde seu principal objetivo é servir de base, para que a qualidade da educação no Brasil seja garantida através do estabelecimento de um patamar de aprendizagem e desenvolvimento a que todos os alunos têm direito (BRASIL, 2017).

Assim, no intuito de substituir o modelo único de currículo do Ensino Médio por um modelo diversificado e flexível, a Lei nº 13.415/2017 alterou o artigo 35 da LDB, estabelecendo que o currículo do Ensino Médio será composto pela BNCC e por itinerários formativos (BRASIL, 1996). Onde esses itinerários deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, dentre eles o mais relevante para essa pesquisa é o de ciências da natureza e suas tecnologias, que traz consigo três competências específicas de suma importância, uma delas chama atenção, a competência específica que consiste em,

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017).

Nesse sentido, a aplicação da sequência didática, possui atividades experimentais e análise crítica de textos didáticos que possibilitaram os alunos a se apropriarem de procedimentos e práticas dos fenômenos científicos em geral, buscando despertar a curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento.

2.1.1.1 Um olhar sobre o Ensino e Aprendizagem de Física no Ensino Médio no cenário Piauiense

No Piauí a educação formal encontrou dificuldades em se firmar, devido ao pouco índice da população, o distanciamento entre as fazendas, o desinteresse dos habitantes, a carência de pessoas com razoáveis conhecimentos para assumirem o papel de professor e a falta de estímulo salarial se constituíram os principais entraves para o desenrolar da educação letrada nos primórdios da história desse Estado, conseqüentemente quase a totalidade da população piauiense era analfabeta (FERRO, 1996; REIS, 2010). Somente no final do período colonial, houve indícios da primeira escola de fato no Piauí, a Escola da Boa Esperança, idealizada pelo Padre Marcos de Araújo Costa. Segundo Ferro (1996, p. 63), este colégio pode “ser

considerado como a primeira escola a existir de fato e o Padre é considerado por muitos dos seus coestadianos como o primeiro mestre-escola do Piauí”.

A educação piauiense no período imperial, evoluiu quando D. Pedro I outorgou a primeira constituição brasileira, em 1824, que estabelece no seu art. 179, item 32, os princípios da gratuidade do ensino e universalidade da instrução pública. Sua regulamentação foi feita pela Lei de 15 de outubro de 1827, conhecida como Lei Geral do Ensino, que determina a disseminação do ensino, permitindo a criação de escolas em todas as cidades, vilas e lugarejos mais populosos do país. Assim em um curto mandato do Presidente da Província, João José Guimarães e Silva foram criadas escolas de primeiras letras em Oeiras, capital da Província, e em outras localidades como Jaicós, São Gonçalo, Poti, Campo Maior, Barras, Jerumenha, Valença e Parnaguá, Parnaíba, Piracuruca, Marvão e Piranhas. Foram também criadas cadeiras de Latim em Oeiras, e nas vilas de Parnaíba e Campo Maior (COSTA, 1974).

No entanto, com o aumento do número de escolas surge também a dificuldade de encontrar professores com condições mínimas para exercer a profissão docente. As escolas da província, dessa época, eram ministradas por inábeis professores, porque homens inteligentes e ilustrados não se queriam sujeitar à sorte precária do magistério (REIS, 2010). Salteando a cronologia da história do Piauí, vale trazer com ênfase ao professor de Física, dados do INEP de 2019, o qual mostram que até hoje o número de professores que atuam na com formação adequada no Ensino Médio do estado do Piauí é escasso, somente cerca de 51,9% são formados em Física propriamente dito, os outros 48,1% possui formação em outras áreas. Além das inúmeras dificuldades apontadas pelas pesquisas em Ensino de Física enfrentadas em tempo atuais na educação (INEP, 2019).

Nesse âmbito, até meados da década de 1960, o Ensino de Física era realizado por professores com outras habilitações devido à falta de professores devidamente habilitados. A Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), órgão criado pela Lei 3.692/59 de 1959, idealizado no governo do Presidente Juscelino Kubitschek, com o objetivo de trazer mão de obra qualificada em Ciências Básica para o Estado e proporcionar desenvolvimento tecnológico para a região, trouxe professores formadores para o estado e assim dar início as turmas de Física, que se deu juntamente com o surgimento da Universidade Federal do Piauí (UFPI) que foi instituída nos termos Lei nº 5.528, de 11 de novembro de 1968 e oficialmente instalada em 1º de março de 1971 (RIOS, 2020)

Em 1973, o curso de licenciatura em Física e Matemática foi incorporado à UFPI, sendo criado o Departamento de Ciências da Natureza (DCN), em 1974. E através de uma reforma curricular foi implantado o Curso de Licenciatura Plena em Ciências com habilitações em Matemática e em Física da UFPI. Posteriormente em 1980, surgem os atuais Departamento de Física (DF) e o Departamento de Química (RIOS, 2020). Em 1993, após uma reformulação curricular, criou-se o curso de Graduação em Física, possuindo duas modalidades, a Licenciatura e Bacharelado, deixando de existir o curso de Licenciatura Plena em Ciências (RIOS, 2020). Durante muitos anos somente a UFPI ofertava o curso de Licenciatura em Física até que no ano de 2000, a Universidade Estadual do Piauí começou também a oferecer o curso de licenciatura no campus Torquato Neto, localizado na cidade de Teresina, e no ano de 2011, no Campus Prof. Antônio Giovanni Sousa, na cidade de Piri-piri, que fica a cerca de 165 km da capital (NOGUEIRA; FERRO, 2013).

Outras instituições como Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí (CEFET), o Instituto Federal do Piauí (IFPI), em modalidades presencial e a partir do ano de 2005, também em modalidade de Ensino a Distância (EAD), passaram a ofertar o curso de Licenciatura em Física (RIOS, 2020). Por consequência os índices de formação de professores de Física aumentaram em larga escala, porém como mostramos no censo do INEP de 2019, ainda é muito abaixo do necessário para contemplar a necessidade de professores atuantes no Ensino Médio do Piauí.

Durante a escrita da dissertação, já foi apontado o crescimento da pesquisa do Ensino de Física, na busca por uma educação de qualidade, diante disso, vale ressaltar que recentemente no ano de 2014, foi realizada a seleção para primeira turma do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) na UFPI, sendo essa uma ação da SBF, com objetivo de qualificar o ensino da educação básica (RIOS, 2020). Sendo assim, fica claro que o Piauí é mais um estado que sofre com a escassez de profissionais e de qualificação dos mesmos, e um dos grandes motivos é o retardamento no que diz respeito à evolução do Ensino e Aprendizagem de Física. Porém, o caminho apontado por várias pesquisas é centralizado na linha de pesquisa do Ensino de Física, que vem crescendo fortemente com o MNPEF que é de extrema importância para a formação do professor no Ensino Básico.

3 PRESSUPOSTOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL E O ENSINO E APRENDIZAGEM DA ELETRODINÂMICA

O conhecimento ocorre a partir de um desígnio deliberado de fazer conexões entre o que já se conhece com a nova informação que pretende coletar. Esse arranjo cognitivo se dá ao longo de toda a vida, atualmente, essa construção da estrutura cognitiva humana chama-se genericamente de construtivismo (STERNBERG, 2008). O construtivismo contemporâneo teve como pioneiros, Jean Piaget e Lev Vigotski, que iniciaram os seus trabalhos na década de 1920. Mas, apenas na década de 1960, David Ausubel propôs a sua Teoria da aprendizagem significativa, onde enfatiza a aprendizagem de significados (conceitos) como aquela mais relevante para seres humanos. Ele ressalta que a maior parte da aprendizagem acontece de forma receptiva e, desse modo, a humanidade tem-se valido para transmitir as informações ao longo das gerações. (POZO, 2002). Em muitas circunstâncias, a Física é ensinada através de fórmulas que descrevem determinado fenômeno, porém os alunos não questionam a origem delas e os professores na maioria não informam que as fórmulas são a representação de modelos que foram criados para se entender determinado evento.

Quando o aluno chega à escola, ele já possui uma concepção empírica sobre os fenômenos que acontecem à sua volta, cabe o professor tentar acessar esses subsunçores para criar pontes entre as ideias principais para que os alunos possam ligar uma nova informação com uma já estruturada em sua estrutura cognitiva (STERNBERG, 2008). Pensando nisso, essa pesquisa tem como objetivo principal analisar o processo de Ensino e aprendizagem do aluno, através de uma SD bem planejada para que ele possa aprender os conceitos de forma gradativa e consolidada a respeito dos conteúdo de Eletrodinâmica abordado, e que o professor crie consciência do seu papel como mediador nesse processo de ensino. Visto isso, nesta seção será apresentado a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel que fundamenta teoricamente a pesquisa, além da aplicação de mapas conceituais de Novak, na perspectiva Ausubeliano, e a utilização de experimentos como uma das atividades da SD.

3.1 Pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa

Definiu-se como embasamento deste trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, por perceber que tal teoria busca estudar os processos de cognição por meio dos quais o mundo ganha significado, uma vez que quando o aluno aprende, ele atribui significados à realidade à sua volta. Segundo Ausubel (1963, 1966, 1968) uma aprendizagem é considerada significativa quando o sujeito consegue relacionar de maneira substantiva e não arbitrária a nova informação com uma estrutura de conhecimento específica que faz parte integrante da sua estrutura cognitiva prévia, ou seja, relacionar de forma não substantiva e não arbitrariamente alguma informação retida na memória. (MOREIRA, 2012).

A não arbitrariedade é uma propriedade da aprendizagem que considera o conhecimento prévio, e estabelece uma relação entre um conhecimento novo com aquilo que o estudante já sabe, causando alterações na estrutura cognitiva, ampliando-a e enriquecendo-a, ou seja, os conhecimentos não ficam como ideias soltas na estrutura cognitiva, pois eles vão se modificando e reconstruindo (AUSUBEL, 2003; NOVAK, 1981). Já a substantividade é fundamental na aprendizagem, pois refere-se à compreensão de um determinado conceito, possibilitando o aluno a compartilhar ou repetir em situações diferentes, das que foi lhe apresentado. Sendo assim, é muito mais do que apenas a memorização de palavras ou de números (literal), mas implica a compreensão e a construção de significados próprios pelo estudante. (AUSUBEL, 2003; MOREIRA; MASINI, 2006).

Para Ausubel o que os alunos trazem na bagagem, ou seja, os conhecimentos já existentes pelos sujeitos são o fator principal na Teoria da Aprendizagem Significativa, a esta componente da estrutura cognitiva especificamente relevante para assimilar cada conhecimento a aprender Ausubel atribuiu o termo “subsunçor”, bem conceituado por Moreira (2012),

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. (MOREIRA, 2012, p. 14)

Quando uma nova informação é relacionada (de um modo sistemático e concreto) com um subsunçor que o aluno já possui, essa nova informação passa a ter significado

para ele, um significado que é o seu, esse processo de ancoragem responsável por ligar os conhecimentos, possibilita uma maior probabilidade de esse conhecimento não se perder, levando à ocorrência de uma aprendizagem mais significativa (BESSA, 2008, p. 134).

Diferente de uma aprendizagem mecânica que não possui atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, ou seja, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo, ele é até capaz de reproduzir o que lhe foi repassado durante um certo tempo, porém não significa nada para ele (AUSUBEL, 2003). Vale ressaltar que essa na aprendizagem mecânica em que o novo conhecimento é inserido de forma isolada, é necessária para os estudantes, no caso da apresentação de conceitos novos, mas que serão transformados, posteriormente, em aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

Trazendo para a realidade do Ensino e Aprendizagem na maioria das escolas da rede pública essa situação apontada acima é o famoso “decoreba”, “estudar para passar de ano”, é muito comum encontrar nas aulas de Física, memorização de equações e enunciados de leis e conceitos que não ficam por muito tempo em nossa memória, não servindo posteriormente, como conhecimento prévio relevante. E na maioria das vezes o professor também se acomoda com a situação, o que vai interferir na aprendizagem do aluno pois para Ausubel há duas condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa. A primeira condição é que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo. A segunda, que o sujeito apresente uma predisposição para aprender, essas condições podem ser alcançadas de maneira mútua (MOREIRA, 2012).

Para Ausubel aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis, durante a aprendizagem a estrutura cognitiva se reestrutura constantemente o que torna o processo dinâmico, sendo assim o novo conhecimento constrói significado e o prévio qualifica-se (MOREIRA, 2008).

Esse novo conhecimento que será ancorado pode ser apresentado pelo professor, ou até descoberto por ele mesmo, para (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980) tanto a aprendizagem significativa quanto a aprendizagem mecânica podem apresentar dois tipos básicos de aprendizagem: por recepção e por descoberta (DA

SILVA; SCHIRLO, 2014). Na aprendizagem por recepção, o aluno irá receber todo o conteúdo de forma explícita e através dos subsunçores, o conteúdo é ancorado e posteriormente, o aluno deverá internalizá-lo. Entretanto, na aprendizagem por descoberta, o aluno deverá construir os conceitos, utilizando seus subsunçores, do conteúdo e, em seguida, incorporá-lo em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980 apud GOBARA; CALUZI, 2016).

De acordo com Moreira e Masini (2006), à medida que ocorre a aprendizagem significativa, conceitos são desenvolvidos, elaborados em uma organização sequencial e a consolidados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações. Esse processo dinâmico na estrutura do aluno é conhecido como diferenciação progressiva e à reconciliação integrativa, que será melhor abordado logo abaixo (DA SILVA; SCHIRLO, 2014).

3.1.1 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

No processo da aprendizagem significativa, ocorre também a modificação de subsunçores em função de adquirir novos significados e se diferenciar progressivamente ao longo do processo característico da dinâmica da estrutura cognitiva que se chama diferenciação progressiva. Se analisar o conceito de “conservação” pode-se perceber que sua aquisição diferenciada em ciências é progressiva pois com um tempo o aluno vai aprendendo o conceito em diferentes contextos, como na conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, ou seja, o subsunçor “conservação” vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos (MOREIRA, 2012).

Assim, na diferenciação progressiva, a aprendizagem significativa é um processo contínuo, em que o aprendiz adquire conhecimentos mais significativos de acordo como lhe é apresentado, por isso a é importante elaborar um material programado para que os conceitos gerais e inclusivos da disciplina sejam apresentados primeiro e, posteriormente, distinguidos por meio de conceitos específicos (MOREIRA; MASINI 2006).

Outro processo que ocorre na aprendizagem significativa é a reorganização da estrutura cognitiva, decorrente do estabelecimento de relações entre ideias, conceitos, proposições já estabelecidos na estrutura cognitiva ao adquirem novos significados,

como o conceito de campo eletromagnético, que pode ser construído através de conceitos menos abrangentes como o de campo elétrico e magnético. Essa recombinação de elementos, essa reorganização cognitiva, esse tipo de relação significativa, é referido como reconciliação integrativa (MOREIRA, 2012). Logo, a reconciliação integradora é o processo pelo qual o estudante reconhece novas relações entre conceitos, até então vistos de forma isolada, analisando as semelhanças e as diferenças significativas encontradas nos conteúdos estudados. (MOREIRA; MASINI 2006).

Em resumo, a diferenciação progressiva, sugerem a abordagem dos conceitos mais fundamentais, gerais, consentindo que os subsunçores possam ser alterados gradativamente para ganharem os conceitos mais específicos e na reconciliação integradora, proporciona as relações entre as ideias e os conceitos, apontando as diferenças e semelhanças impedindo com que as ideias sejam esvaecidas. Para (Moreira, 2012) há uma relação entre esses dois processos da reconciliação integrativa e da diferenciação progressiva, para ele: “Toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições” (MOREIRA, 2012, p.6).

3.1.2 Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa na aplicabilidade do Ensino e Aprendizagem de Física.

É normal confundir mapas conceituais com organogramas, diagramas de fluxos e mapas mentais, devido normalmente apresentar uma organização hierárquica e indicadas por setas, mas eles não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder, e nem são livres associacionistas como os mentais. Os mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, que se ocupam em relacionar conceitos e hierarquizá-los (MOREIRA, 2012). Foi desenvolvido por Joseph D. Novak em um trabalho, com alunos de doze anos de escolarização, sobre a compreensão do conceito da natureza particular da matéria (NOVAK, 1991).

Segundo Moreira (2012) é possível utilizar os mapas conceituais como recursos instrucionais, ou seja, eles são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa. Os mapas conceituais podem ser empregados de várias maneiras, seja para uma unidade de estudo, ou, até mesmo,

para um programa educacional completo. Moreira (2012) retrata bem essa relação entre a aprendizagem significativa e o uso de mapas conceituais, em que:

Na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem. (2005, p. 5 *apud* MOTA, 2018, p.29).

Diante disso, nessa pesquisa foi usado mapas conceituais antes da aplicação da SD, afim de observar e analisar os conhecimentos prévios dos alunos, durante a aplicação, para organizar e enfatizar os conceitos científicos apresentados de formas gradual e após a aplicação SD, como requisito de avaliação da aprendizagem significativa, onde foram analisados quatro critérios específicos, proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos, esses critérios serão melhores abordados posteriormente na metodologia. O uso desse instrumento, pode contribuir para que o aprendiz reformule as suas ideias, tendo em vista o aprendizado científico, averiguando em seu cotidiano a vivência de muitos conteúdos que lhes são ensinados na escola (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004).

3.2 A Experimentação no Ensino e Aprendizagem de Física

Ao longo dos anos dedicados à pesquisa no Ensino de Física, muitos são apontados os problemas que afetam o Ensino e Aprendizagem, algumas das dificuldade encontradas pelos alunos e professores são por exemplo, as condições do ambiente (iluminação, temperatura, higiene), falta de lógica no planejamento das aulas ministradas pelos professores (HEIDEMAN, 2015), e a falta de laboratórios didáticos, que servem como instrumentos de verificação dos fenômenos físicos em complementaridade aos estudos teóricos realizados em sala de aula (ISQUIERDO, 2015).

Para Ausubel, uma das condições de existência para que aconteça a aprendizagem significativa é que o professor tenha um material potencial em mãos, caso contrário, o ensino pode recair no ensino tradicional em que o educador transmite informações aos alunos de forma mecanizada não trazendo o aluno ao seu

cotidiano, ou seja, tornando o aluno um simples ouvinte, gerando conseqüentemente um estudo sem relevância pois o aluno costuma vivenciar e com o que está interagindo com o mundo ao seu redor (GUIMARÃES, 2009). Visto isso, a experimentação é uma alternativa para o desenvolvimento das competências em Física e proporcionar no aluno uma garantia de construção do conhecimento (BRASIL, 2017). Segundo (Guimarães, 2009):

No ensino de ciência, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Nesta perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. (GUIMARÃES, 2009, p.198).

Nesse sentido, foi pensado na experimentação em sala de aula, para oferecer ao estudante o interesse e o incentivo ao estudo, na tentativa de minimizar de forma significativa, os problemas citados acima, promovendo um maior interesse dos estudantes na área de ciência e suas tecnologias, possibilitando ao professor ensinar com melhor qualidade e clareza. Nesse contexto, Rosa e Rosa (2007) afirmam que a conectividade entre teoria e a prática, seria a melhor alternativa para motivar alunos e professores a aprender de maneira mais eficaz (ROSA; ROSA, 2007), ou seja, as aulas experimentais, podem ser um caminho mais eficiente para a solução de problemas com o objetivo de melhorar o empenho dos estudantes pela disciplina e ajudá-los a visualizarem e compreenderem as causas e os efeitos que ocorrem no nosso cotidiano (MOURA, 2018).

A BNCC, traz algumas competências, dentre elas, exercitar a curiosidade intelectual, promover a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses que pode ser contemplada com o a prática da experimentação, que serve como ferramenta auxiliadora no incentivo a pesquisa, pois aprimora a observação, instigando a curiosidade pela disciplina. Além disso outra competência abordada através das atividades de experimentação é quando a mesma é realizada em grupos, pois exercita a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, promovendo a formação de cidadão, uma vez que começamos a entender a vida que nos rodeia e a importância da busca do diálogo e do entendimento coletivo em relação aos fenômenos observados. (FIGUEIREDO, 2020).

Diante disso, julgou-se necessário para essa a pesquisa a construção e aplicação de uma SD como um material potencial, em que a experimentação é uma ferramenta fundamental no processo de ensino, que auxilia na concretização dos conceitos abordados da Eletrodinâmica (Corrente elétrica, Resistores e Capacitores). Já que a experimentação, além de cumprir o conteúdo previsto, forma indivíduos desenvolvidos, críticos e aguçados na pesquisa científica, tornando-os cidadãos ativos, capazes de transformar de maneira positiva a comunidade que vivem (FIGUEIREDO, 2020). Vale ressaltar, que os experimentos devem ser realizados com materiais de fácil acesso, possível de encontrar em sucatas de eletrodomésticos ou em lojas específicas.

4 ESTUDO DA ELETRODINÂMICA

A Eletrodinâmica consiste na eletricidade em movimento, como o próprio nome sugere. Sua aplicabilidade é imensa, pois através de seus estudos é possível criar circuitos e dispositivos eletrônicos, em que, o fluxo ordenado de elétrons livres é útil na vida dos seres humanos, aplicado para gerar calor, luz, transporte de informações, entre outros (FIGUEIREDO, 2020). Através da evolução do conhecimento o ser humano, foi capaz de transformar energias química, mecânica, entre outras em energia elétrica e transportá-la em grande escala, através de fios condutores para uma humanidade, que ao passar dos anos não consegue mais viver sem ela.

Eletricidade é o nome dado a um amplo conjunto de fenômenos que de uma forma ou outra estão subjacentes a quase tudo que nos cerca. Desde um relâmpago no céu até o acender de uma lâmpada, desde o que mantém os átomos juntos, formando moléculas. O controle da eletricidade é evidente nos diversos aparelhos elétricos, desde lâmpadas até computadores (HEWITT, 2015, p.407).

Pensando nessa aplicabilidade, dentre os estudos da Eletrodinâmica foram selecionados de forma pensada em quatro conteúdos que podem ser bastantes abordados no convívio social dos alunos. Esses conteúdos estão apresentados logo abaixo.

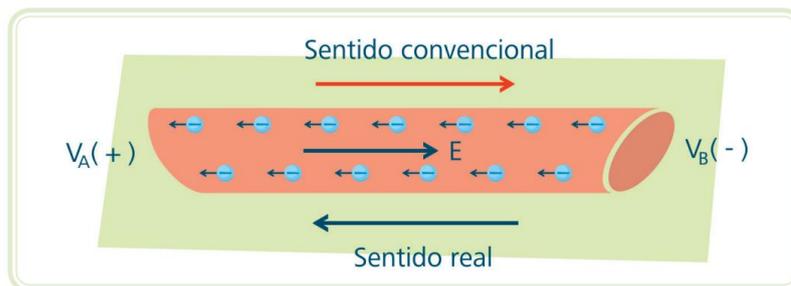
4.1 Corrente Elétrica

O estudo da Eletrodinâmica consiste na movimentação de cargas elétricas numa direção e sentido, a essa movimentação é dada o nome de corrente elétrica, onde existe três tipos de condutores de energia elétrica, os líquidos, gasosos em que a condução é composta pelo movimento de cargas positivas e negativas, cátions e ânions respectivamente, e os condutores, sólidos, que será abordado de maneira mais profunda nesse trabalho (FIGUEIREDO, 2020). A corrente elétrica em condutor metálico ocorre devido à ação de um campo elétrico estabelecido no seu interior pela aplicação de uma diferença de potencial (ddp) entre dois pontos desse condutor. Ou seja, no momento em que os extremos de um material condutor elétrico estão em diferentes potenciais elétricos, a carga dimana de uma extremidade para a outra, isso significa que as partículas carregadas do meio fluem. A carga é uma propriedade de

algumas partículas, as mais significantes são elétrons, prótons e íons (HEWITT, 2015).

Para (HEWITT, 2015, p. 432) “uma corrente elétrica nada mais é do que um fluxo de carga elétrica”. Em condutores metálicos, são os elétrons que formam a corrente, pois os elétrons de cada átomo do metal estão livres para se movimentar através da organização atômica. Os prótons, por outro lado por estarem mais firmemente ligados aos núcleos dos átomos que estão mais ou menos presos a posições fixas não se movimentam (HEWITT, 2015). O sentido em que esses elétrons livres se movimentam é chamado de real do menor potencial para a extremidade de maior potencial, e o contrário desse movimento é o convencional (FREITAS; ZANCAN, 2010), como pode ser observado conforme a Figura 01.

Figura 1 – Sentido da Corrente Elétrica, em um condutor metálico, provocado pela diferença de potencial.



Fonte: (FREITAS; ZANCAN, 2010).

Fluxo convencional da corrente é de um ponto de potencial positivo para um ponto do potencial negativo, portanto o sentido da corrente convencional é o sentido das cargas positivas em movimento. A intensidade da corrente elétrica é dada pela razão entre a quantidade de carga que atravessa a secção transversal de um condutor por unidade de tempo (NUSSENZVEIG, 2015).

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

A unidade de corrente elétrica, no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o ampère, representado por A, onde $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$ (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2000). O fluxo da corrente pode ser descrito através de uma quantidade conhecida

como densidade de corrente \vec{J} que é proporcional à força por unidade de carga \vec{E} , sendo \vec{E} o vetor campo elétrico (GRIFFITHS, 2011, p. 198, apud, MOTA 2018, p. 31):

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad 02$$

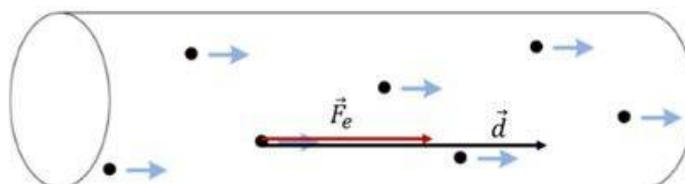
A densidade de corrente \vec{J} é uma grandeza vetorial e tem dimensão de corrente por unidade de área. Dado um elemento de área de seção transversal $d\vec{A}$, a intensidade da densidade de corrente é igual à intensidade de corrente por unidade de área que atravessa esse elemento (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 30):

$$i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad 03$$

4.2 Diferença de Potencial

As cargas fluem somente quando são “bombardeadas”, para que haja um fluxo contínuo é necessário um dispositivo de adequado para fornecer uma diferença de potencial elétrico (ddp), ou seja, uma voltagem. Se duas placas metálicas forem carregadas, uma positivamente e outra negativamente, podemos obter uma voltagem entre as esferas. Porém quando conectadas por fio condutor, os potenciais acabam se igualando após um breve fluxo de carga. Geradores elétricos e baterias químicas, por outro lado, são fontes de energia em circuitos elétricos e são capazes de sustentar um fluxo constante de carga que realizam um trabalho para levar cargas negativas para longe das positivas, ou seja, para que cargas elétricas sejam deslocadas é necessário que seja aplicada uma força: força elétrica como mostra a Figura 2 (HEWITT, 2015).

Figura 2 – Representação da Força Elétrica necessária para movimentar uma carga elétrica de um potencial para outro em um condutor metálico.



A energia necessária para provocar esse deslocamento é equivalente a um trabalho, que pode ser descrito matematicamente da seguinte maneira:

$$W_{F_e} = \vec{F}_e \cdot \Delta \vec{r} \quad 04$$

Onde a tensão corresponde à energia fornecida ao condutor, sob a forma de trabalho, por unidade de carga deslocada.

$$U = W_{F_e} / q \quad 05$$

A unidade SI da corrente é o volt, V. Existe uma diferença de potencial de 1 V entre dois pontos de um circuito quando é utilizada a energia de 1 J para mover a carga de 1 C entre esses dois pontos (MOTA, 2018). O trabalho efetivado por algum dispositivo usado para separar as cargas opostas está disponível nos terminais da bateria ou do gerador, por exemplos nas baterias químicas, geralmente é realizado pela desintegração química do zinco ou do chumbo em ácido, com a energia armazenada nas ligações químicas sendo convertida em energia potencial elétrica (HEWITT, 2015).

4.3 Resistência Elétrica

Quanta corrente haverá em fio ligado nos terminais de uma bateria, não depende apenas da voltagem, mas também da resistência elétrica que o condutor oferece ao fluxo de carga (HEWITT, 2015). Se aplicado a mesma diferença de potencial às extremidades de barras de mesmas dimensões feitas de cobre e de vidro, os resultados são muito diferentes, isso se deve por conto da característica do material, ou seja, a resistividade se relaciona diretamente à mobilidade do elétron no caso de condução eletrônica, se essa mobilidade for menor, o fenômeno de espalhamento de elétrons (que levam à perda de sua energia) será mais forte, assim o material apresenta uma maior resistência à passagem de corrente elétrica e, portanto, uma maior resistividade (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2000). O Quadro 1 mostra alguns materiais e suas respectivas resistividades.

Quadro 1 - Resistividade de alguns Materiais a temperatura ambiente (20°C).

Material	Resistividade, $\rho(\Omega.m)$
Prata	$1,62 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,69 \times 10^{-8}$
Ouro	$2,35 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,75 \times 10^{-8}$
Manganina 38	$4,82 \times 10^{-8}$
Tungstênio	$5,25 \times 10^{-8}$
Ferro	$9,68 \times 10^{-8}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$

Fonte: (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2000).

A relação entre as três grandezas corrente, voltagem e resistência é creditada ao cientista alemão Simon Ohm, a equação 3 é conhecida como Lei de Ohm, em que Sigma (σ) é uma constante denominada condutividade e varia de um material para outro e está associada à resistividade (ρ) do mesmo, em que $\rho = \sigma^{-1}$ (MOTA, 2018), porém no Ensino Médio a lei de Ohm é descrita de maneira simplificada:

$$U = R i$$

06

Hewitt (2015) descreve bem a lei de Ohm que relaciona essas grandezas

A resistência de um fio depende da sua espessura, do seu comprimento e de sua condutividade específica. Fios grossos têm uma resistência menor do que fios finos. Fios compridos têm resistência maior do que fios curtos. Fios de cobre têm resistência menor do que fios de aço de mesmo tamanho. A resistência elétrica também depende da temperatura. Quanto maior a agitação dos átomos dentro de um condutor, maior a resistência que ele oferece ao fluxo de carga (Hewitt, 2015, p. 433).

Essa dependência da temperatura está relacionada com o efeito Joule, bem explicado por (Nussenzveig, 2015, p.120) “em termos microscópicos, o calor corresponde à energia de vibração da rede, resultante da interação elétron-fônon. O

“atrito” transfere energia da corrente para os fônos.” Esse efeito possibilita o funcionamento de alguns eletrodomésticos como o ferro de passar, chuveiro elétrico, forno elétrico (NUSSENZVEIG, 2015). No SI a resistência é medida em Ohm (Ω), um condutor cuja função em um circuito elétrico é introduzir uma resistência é chamado de resistor (NUSSENZVEIG, 2015). A Figura 3 traz alguns resistores, que podem ser facilmente vistos em circuitos de computadores, rádio, carregadores entre outros eletrodomésticos. É possível observar na figura abaixo que há listra com cores diferentes, e essas representam códigos numéricos que permitem saber a resistência elétrica do resistor.

Figura 3 – Representação de um resistor elétrico.



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/8-ano/utilizando-a-energia-eletrica/os-circuitos-eletricos/a/circuitos-eletricos-reais>.

A resistência de um resistor não depende do valor absoluto e do sentido (polaridade) da diferença de potencial aplicada, essa propriedade é a definição da Primeira Lei de Ohm, ou seja, a corrente que atravessa um dispositivo é sempre diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada ao dispositivo, denominados resistores ôhmicos (TIPLER; MOSCA, 2000). Outros dispositivos, porém, podem ter uma resistência que varia de acordo com a diferença de potencial aplicada. Nesse caso, a razão entre i e V não é constante, assim esses denominam-se os resistores não ôhmicos (TIPLER; MOSCA, 2000). Para melhor compreensão do tópico abaixo, é relevante entender que os diagramas dos circuitos elétricos, um resistor pode ser representado pelos seguintes símbolos:

Figura 4 – Representação de um resistor elétrico, R , em um Circuito Elétrico podendo aparecer em um dos dois formatos.

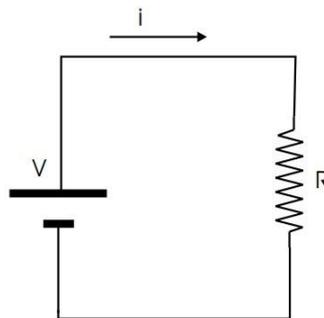


Fonte: disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/resistores-fixos/>

4.3.1 Associação de Resistores

Para que possamos obter a corrente elétrica, necessitamos de uma fonte geradora de energia elétrica (gerador), um receptor para utilizar a energia produzida, e condutores para realizarmos a ligação desses elementos em um circuito fechado. A esse conjunto denominamos circuito elétrico (FREITAS; ZANCAN, 2010). O circuito mais simples que podemos imaginar é composto de um resistor acoplado a uma bateria, (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010) conforme a ilustra a Figura 5.

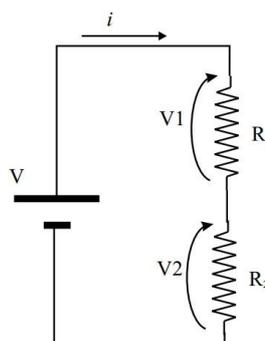
Figura 5 - Circuito simples com um resistor, R e uma bateria que fornece uma tensão V ao circuito elétrico.



Fonte: (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Os circuitos podem ser um pouco mais complexos que o circuito acima, como por exemplos, com mais de um resistor, o que irá formar as malhas de um circuito. A Figura 6 ilustra um circuito que possui apenas uma malha simples, formada de dois resistores, R_1 e R_2 , conectados a uma bateria que fornece uma ddp, V (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Figura 6 - Circuito composto por dois resistores em série, e uma bateria de tensão V .



Fonte: (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Esta configuração é conhecida como associação em série, em que os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica, e a resistência equivalente do circuito, ou Resistência total é dada

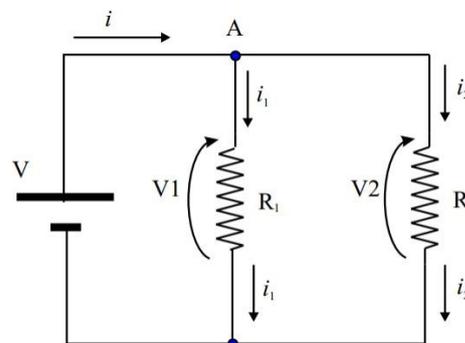
$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 \quad 07$$

Onde para um caso mais geral, de N resistores conectados em série, a resistência total equivalente seria (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010),

$$R_{\text{total}} = \sum_{i=1}^N R_i \quad 08$$

Um outro caso comum em circuitos elétricos é a associação em paralelo (Figura 7), onde nos resistores, R_1 e R_2 a diferença de potencial, ddp, é a mesma (TIPLER; MOSCA, 2000).

Figura 7 - Circuito composto por dois resistores em paralelo, e uma bateria de tensão V.



Fonte: (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Neste caso, o circuito é composto por duas malhas, pois a corrente i que chega ao ponto A, denominado, nó de uma malha é dividida em duas correntes, i_1 e i_2 . Em que a Resistência total é obtida pela seguinte equação,

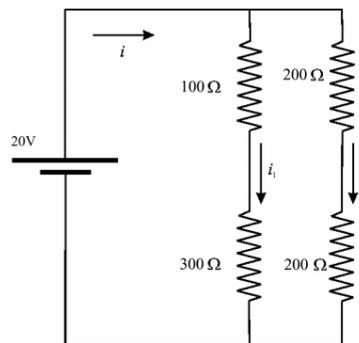
$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad 09$$

Onde para um caso mais geral, de N resistores conectados em paralelo, a resistência total equivalente seria (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010),

$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i} \quad 10$$

E por fim, tem-se a associação mista, que ocorre quando há a combinação de associação em série e paralelo num mesmo circuito (Figura 8) (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Figura 8 - Circuito composto por resistores mistos, alimentado por uma bateria de tensão 20 V.



Fonte: (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Resumidamente, os resistores em um circuito elétrico estão associados de três possíveis maneiras: associação em série, quando são percorridos pela mesma corrente elétrica; associação em paralelo, quando possuem a mesma diferença de potencial; associação mista quando há a combinação de associação em série e paralelo num mesmo circuito. Os circuitos desenvolvidos nesse trabalho terão como finalidade observar, interpretar, calcular, na tentativa de explicar os fenômenos estudados acerca da corrente elétrica, associação de resistores em série e paralela e a capacitância, que será abordado a seguir.

4.4 Capacitância Elétrica

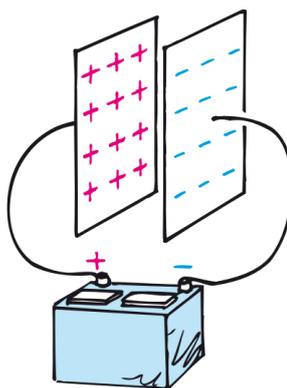
Nesse tópico será detalhado um dos dispositivos comuns encontrados nos circuitos elétricos: o capacitor que consiste em “um dispositivo usado para armazenar

energia elétrica” (HHALLIDAY; RESNICK, 2012, p.105). Logo a capacitância está relacionada a quantidade de carga que esse dispositivo pode conter (HHALLIDAY; RESNICK, 2012). O exemplo abaixo traz uma aplicabilidade desse dispositivo elétrico:

As pilhas de uma máquina fotográfica, por exemplo, armazenam a energia necessária para disparar o flash carregando um capacitor. Como as pilhas só podem fornecer energia aos poucos, não seria possível produzir uma luz muito forte usando diretamente a energia das pilhas. Um capacitor carregado pode fornecer a energia com uma rapidez muito maior, o suficiente para produzir um clarão quando a lâmpada de flash é acionada (HHALLIDAY; RESNICK, 2012, p.105).

Dentre os possíveis formatos de um capacitor a mais simples consiste de duas placas feitas de material condutor, quando conectados a uma bateria, elétrons são transferidos de uma placa para outra, como mostra a Figura 9, nesse momento passa a existir uma diferença de potencial entre elas, pois cada placa quando carregada, possui o mesmo valor absoluto que a outra e sinais opostos $+q$ e $-q$. (HEWITT, 2015). Onde “quanto maior for a voltagem da bateria, e quanto maiores forem e mais próximas estiverem as placas, maior a quantidade de carga que pode ser armazenada” (Hewitt, 2015, p. 423).

Figura 9 - Representação de um capacitor de duas placas de matéria condutor paralelas entre si ligadas a uma diferença de potencial fornecida pela bateria.



Fonte: (HEWITT 2015, p. 423).

“A carga q e a diferença de potencial V de um capacitor são proporcionais” (HHALLIDAY; RESNICK, 2012, p.106)

$$q = C V$$

Onde a C é a constante de proporcionalidade conhecida como capacitância do capacitor, vale ressaltar que a capacitância é uma medida da quantidade de carga que necessita ser acumulada nas placas para gerar uma certa diferença de potencial ou seja, quanto maior a capacitância, maior a carga necessária. No SI a unidade de medida é o coulomb por volt, que recebeu um nome especial, o *farad* (F) (HALLIDAY; RESNICK, 2012). Uma forma de carregar um capacitor é colocá-lo em um circuito elétrico com uma bateria que é justamente o que será desenvolvido nesse trabalho para que o aluno possa entender a sua funcionalidade de armazenamento de cargas elétricas.

5 METODOLOGIA

O pesquisador tem a necessidade de realizar procedimentos que o possibilite sistematizar, caracterizar, realizar a análise dos dados para chegar a um resultado significativo (MARCONI; LAKATOS, 2017). A essas técnicas de pesquisa, (MICHEI 2015, p.81 *apoud* MARCONI; LAKATOS, 2017, p. 189) define como “instrumentos utilizados para se coletar dados e informações em pesquisa de campo, que devem ser escolhidos e elaborados criteriosamente, visando à análise e explicação de aspectos teóricos estudados”. Assim, nesta seção serão detalhados os procedimentos metodológicos que serão empregados para o desenvolvimento dessa pesquisa, com a finalidade de se atingir os objetivos apresentados, bem como apresentar os sujeitos o campo empírico e os instrumentos de produção de dados.

5.1 Caracterização da Pesquisa

Em concomitância com o problema e objetivos apresentados, optou-se para esse trabalho a pesquisa de campo de carácter qualitativa, pois atribui-se a esse tipo de pesquisa justificar a razão dos fatos, evidenciando o que deve ser feito, mas não quantificando, pois os dados não são mensuráveis numericamente. Gerhardt e Silveira (2009) enfatizam que a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização. Em busca dos objetivos dessa pesquisa, ela possui cunho descritivo, pois pretende-se descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVINÕS,1987). Segundo Godoy (1995b, p.61) essa busca pode ser feita “sob a forma de transcrições de entrevistas, anotações de campo, fotografias, videoteipes, desenhos e vários tipos de documentos”. Enfatizando que,

O ambiente e as pessoas nele inseridas devem ser olhados holisticamente: não são reduzidos à variáveis, mas observados como um todo. Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados ou produto (GODOYb, 1995, p.62).

Essa abordagem é bastante característica, por exemplo, os fatos sociais têm que ser observados e analisados inseridos no contexto ao qual pertencem, desempenhando o pesquisador um papel fundamental na observação, seleção, consolidação e análise dos dados gerados (GODOYb, 1995). É através dessa

observação que as hipóteses são geradas ao longo do processo de investigação (MOREIRA; ROSA, 2009).

Corroborando com a escolha da pesquisa de campo, Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 16) *apud* Rios (2020, p. 106) traz a ideia de que “a coleta de dados é realizada diretamente no local em que o problema ou fenômeno acontece”. Além disso, Godoy (1995a, p. 23) a respeito da pesquisa de campo diz que “Ela consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes para analisa-los.” Trazendo para o contexto dessa pesquisa é justamente a participação, colaboração, compreensão, reflexão, etc., que será observado no aluno a respeito dos conteúdos abordados de Eletrodinâmica na própria aplicação da sequência didática.

5.2 Campo Empírico da Pesquisa

A Aplicação da Sequência Didática ocorreu no Centro Estadual de Educação Profissionalizante (CEEP) - Leonardo das Dores uma instituição de dependência administrativa estadual, localizada na zona urbana da cidade de Esperantina – PI, na Rua José Franco, SN Q-20, Conjunto Bernardo Rêgo, Palestina. A referida escola, possui turmas ativas nas modalidades Ensino Médio integrada ao Ensino Profissional, Educação Profissional subsequente e Educação para Jovens e Adultos (EJA) também integrada ao Ensino Profissional que funcionam nos períodos matutino, vespertino e noturno (INEP, 2019).

Quanto a infraestrutura e os espaços de aprendizagem da escola, pode-se considerar apta para a ocorrência de uma boa educação pois a escola porta de água filtrada, água da rede pública, alimentação escolar, energia da rede pública, fossa, lixo destinado à coleta periódica, acesso à internet, doze salas de aulas climatizadas, uma sala de diretoria, uma sala dos professores, um laboratório de informática, um laboratório de ciências, laboratórios dos cursos técnicos, uma cozinha, uma biblioteca, uma sala de secretaria, dois banheiros masculino e dois feminino para os alunos ambos com acessibilidade, um pátio, uma área verde de lazer, um banheiro masculino e outro feminino para os funcionários, auditório, uma quadra coberta, além dos equipamentos utilizados no processo pedagógico para auxiliar os professores e demais funcionários da gestão, que a escola desfruta, tais como: televisão, copiadoras, impressoras, aparelhos de som e projetores multimídia (INEP, 2019).

Vale ressaltar, pelo compartilhado de conhecimento com alunos do MNPEF - Turma 2020.1, muitos são os relatos de escolas com o espaço físico destinado ao laboratório de ciências, porém sem algum equipamento efetivo para que possibilite a prática experimental, e essa situação também ocorre na referida escola. Outro ponto importante a ser ressaltado é que por ser um Ensino Médio integrado a Educação Profissional, a carga horária de algumas disciplinas da área comum, são reduzidas, para poder contemplar a disciplinas técnicas de cada curso. Em particular, a disciplina de física consta na grade apenas uma aula de 50 minutos por semana, dificultando ainda mais o trabalho do professor para contemplar todos os assuntos necessário em um tempo hábil. Mas, esses fatores não devem impedir a realização de aulas mediadas com experimentos, ou com a aplicação de alguma outra metodologia ativa. O que falta na maioria das vezes é falta de planejamento, por isso, a construção de uma sequência didática devidamente elaborada, pode ser uma alternativa para amenizar ou cessar as dificuldades enfrentadas na rede de ensino.

Em relação a nota do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) no ano de 2021, a escola CEEP - LEONARDO DAS DORES teve média inferior em relação a cidade de Esperantina, em especial, em Ciência Naturais a média da escola foi de 493,91 pontos em uma escala de 0 a 1000, que compreende as disciplinas de Física, Química, e Biologia. Outro critério de avaliação da escola disponível para a sociedade é o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, que é calculado com base no aprendizado dos alunos em português e matemática (Prova Brasil) e no fluxo escolar (taxa de aprovação). Em que a escola pode se classificar com o IDEB $\geq 6,2$, neste caso considera-se que a maioria dos alunos tem um aprendizado adequado, para o IDEB $\geq 5,2$ a escola atingiu a meta nacional, para IDEB $\geq 4,2$ não atingiu a meta nacional, mas está pouco abaixo e para $< 4,2$ O IDEB está muito abaixo da média nacional. Em sua última participação em 2019, ela teve um resultado de 4,2 em uma escala de 0 a 10, considerado segundo o INEP (2019), abaixo da meta nacional, mas está pouco abaixo.

5.3 Participantes da Pesquisa

A pesquisa vigente, foi desenvolvida por alguns alunos do 3º Ano do Ensino Médio integrado a Educação Profissional da Escola CEEP – Leonardo das Dores, que são peças fundamentais do objeto de estudo. Segundo o INEP (2019) a escola no ano de 2021, que foi o ano de aplicação da SD., recebeu um número de matrícula igual a 890, divididos em 31 turmas, das quais, 3 turmas de 3º Ano do turno manhã com uma média de 30 alunos por sala foram convidadas a participar, mas somente 20 alunos colaboraram de maneira ativa e única com essa pesquisa.

Segundo o INEP (2019) os alunos da 3ª Série, possuem uma faixa etária igual a 17,7 anos, um número correspondente a série que eles se encontram. A Aplicação da SD. foi realizada em outubro de 2021, período em que a metodologia de ensino era de forma híbrida, ou seja, uma parte presencial e outra para remota, durante o momento pandêmico muitos alunos se sentiram desestimulados, até mesmo com receio de voltar para o chão da escola por desinteresse, medo da COVID-19, falta de estímulo, pela falha metodológica que o professor não conseguiu aplicar no ensino remoto dentre outros fatores. Além disso, tinha a falta de transporte público que alguns alunos dependiam para se locomoverem, esses fatores influenciaram em uma amostragem de apenas 20 alunos, dos quais, todos eram da zona urbana.

5.4 Técnicas, Instrumentos e Processo de Produção de Dados.

Das técnicas de produção de dados utilizada nessa pesquisa foram, a observação direta extensiva, com a aplicação de questionários, mapa conceituais utilizando no processo de avaliação os critérios de Joseph D. Novak e a técnica de observação direta intensiva, que é uma técnica utilizada para colher informações através dos sentidos na obtenção de certos aspectos da realidade. Marconi e Lakatos (2017. p. 208) enfatizam que “Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que deseja estudar”. A observação orienta o pesquisador a identificar e a alcançar amostras a respeito de objetivos sobre os quais indivíduos ainda não conhecem, ou seja, não possui consciência, mas que norteiam seu comportamento. (MARCONI; LAKATOS, 2017).

A técnica de observação foi realizada ao longo de todo o processo da aplicação da sequência didática (SD), para Ausubel, essa avaliação de fato deve acontecer em todo o processo de aprendizagem, já que a mesma se trata de um processo de construção cognitiva. Foram observados a participação efetiva dos alunos e/ou a falta

de interesse em algumas etapas realizadas, o comportamento em grupo ao realizarem os experimentos e os mapas conceituais, o interesse pela aprendizagem bem como as relações que eram criadas e citadas ao longo das aulas pela experiência cotidiana relatadas a respeito de algumas atividades que estavam sendo realizadas, ou seja, foi possível observar algumas vezes, como a aprendizagem construída em sala estavam gerando significado para a vida do aluno.

Outro instrumento que auxiliou nessa construção de coleta de dados foi a aplicação de um questionário, Segundo Fachin (2006) são formados por uma série ordenada de questões que devem ser respondidas a fim de se obter informações específicas de um determinado assunto, ela ainda aponta como uma das vantagens desse instrumentos, a praticidade e a rapidez, com qual os dados são gerados por uma amostra. Outro fator relevante é a liberdade oferecida para que os sujeitos da pesquisa, nesse caso, os alunos pudessem apresentar suas ideias (JESUS; LIMA, 2011). Segundo Goldenberg (2011, p. 86) *apud* (JESUS; LIMA, p.66. 2011) “o pesquisador deve ter em mente que cada questão precisa estar relacionada aos objetivos de seu estudo. As questões devem ser enunciadas de forma clara e objetiva, sem induzir e confundir”. Ou seja, o pesquisador deve deixar de lado sua subjetividade para que não ocorra indução de respostas.

Nesse sentido foi realizado nessa pesquisa um pré-teste com perguntas abertas para que possibilitasse o aluno responder livremente, usando linguagem própria e emitir opiniões (MARCONI; LAKATOS, 2017). No início da aplicação da SD foi solicitado que o aluno deixasse suas compreensões sobre a Eletrodinâmica, relatassem suas experiências com mapas conceituais e experimentação no Ensino de Física, e suas perspectivas para o projeto, a fim de conhecer suas concepções alternativas, a metodologia dos professores de Física e conhecer um pouco sobre o aluno no quesito de vontade ou não de aprender.

Em um outro momento, no final da aplicação da SD foi realizado um novo questionário (pós – teste) com perguntas mistas, uma parte de múltipla escolha, segundo Marconi e Lakatos (2017), são perguntas fechadas, possuindo por característica apresentar possíveis respostas. Esse momento teve como objetivo averiguar os novos conceitos de Eletrodinâmica adquirido pelos alunos durante o processo de aprendizagem. E as perguntas abertas, foram para os alunos avaliarem a metodologia aplicada, deixarem suas sugestões de possíveis melhorias.

Além da observação direta e do questionário, foi observado o processo de Ensino e Aprendizagem através da construção de mapas conceituais, da mesma forma que no questionário, um no início da aplicação da SD e um outro no final, buscando evidências de uma aprendizagem significativa, mas diferentemente os mapas foram realizados em grupos de 4 participantes. Para avaliá-los, segundo (NOVAK; GOWIN, 1999 apud ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 5) “São quatro critérios principais que o professor pode estar utilizando quando for analisar e classificar um mapa conceitual: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos”. Em relação a preposição o professor deve averiguar veracidade nas ligações entre os conceitos, onde os conceitos mais gerais devem estar em destaque dos subordinados, ou seja, deve ser observado essa hierarquia, observar se as ligações cruzadas são válidas, expressão um resumo entre um grupo de proposições ou conceitos e ainda se estas, são peculiares, e pôr fim a presença de exemplos que demonstram uma vivência ou um objeto concreto (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004).

Todas essas técnicas e instrumentos de coleta de dados corroboraram para que pudesse ser feito a análise das concepções alternativas, perspectiva, bem como verificar a potencialidade da aplicação da Sequência Didática, como uma intervenção direta e positiva no processo de Ensino e Aprendizagem significativa. A seguir, é relatado como a análise de dados foi realizada.

5.5 Produto Educacional

O Produto Educacional elaborado nessa pesquisa consiste em uma Sequência Didática (APÊNDICE A), pensado como alternativa potencial no Ensino de Eletrodinâmica, onde são utilizados materiais didáticos e atividades para dinamizar a sala de aula, dentre eles, a experimentação, a leitura de textos científicos, uma intervenção didática – *trend* de *tik-tok* e a construção de mapas conceituais. Para afins dessa pesquisa, em um momento oportuno o professor deve ler o termo de consentimento esclarecido e solicitado para que os alunos assinem (APÊNDICE B). Dito isso, as aulas desenvolvidas e as etapas construída são baseadas em algumas habilidades e competências da BNCC, sendo previstas 10 horas aulas de 50 minutos, com o objetivo de observar a evolução história dos estudos da Eletrodinâmica; formalizar os conceitos científicos de Eletrodinâmica que serão abordados de acordo

com o cotidiano do aluno; observar a importância do uso de equipamento de segurança quando se trata de eletricidade; construir e analisar experimentos que caracterizem os elementos de um circuito elétrico; proporcionar a discussão sobre Eletrodinâmica e sua importância para a vida em tempo atuais. O produto educacional encontra-se detalhado no APÊNDICE C, mas nessa seção será percorrido um pouco sobre as etapas aplicadas no mesmo, o Quadro 2 resume bem as atividades desenvolvidas.

Quadro 2 – Descrição das atividades e das quantidades de aulas que foram desenvolvidas em cada etapa do produto educacional.

ETAPAS	QUANTIDADE DE AULA	DESENVOLVIMENTO
Etapa 1	2 Aulas	Mapeamento das concepções alternativas dos alunos sobre corrente elétrica, dispositivos elétricos, resistores elétricos, com aplicação de um questionário e construção de um mapa conceitual com os conhecimentos prévios.
Etapa 2	2 Aulas	Uso de vídeo, intervenção lúdica e textos didáticos para mostrar importantes aplicações que o conhecimento sobre dispositivos eletrônicos pode trazer no cotidiano e auxiliar na construção de subsunções de Eletrodinâmica.
Etapa 3	4 Aulas	Construção do conhecimento científico com aulas expositivas, dialogadas e experimentais sobre corrente elétrica, resistores, associação de resistores e capacitores elétricos no desenvolvimento e construção de circuitos elétricos.
Etapa 4	2 Aulas	Avaliação Final sobre os conceitos de Eletrodinâmica com a construção de um novo mapa conceitual e aplicação de um novo questionário.

Fonte: Dados do Autor.

O produto será voltado para alunos da 3ª Série do Ensino Médio de uma escola pública localizada na cidade de Esperantina – PI, Centro Estadual de Educação Profissional Leonardo das Dores, mostrando que é possível fazer das aulas de Física

significativas e interativas, sobre tudo, dos conteúdos de Eletrodinâmica. Será subsidiado pelas propostas eminentes da teoria de aprendizagem significativa formulada pelo psicólogo David Ausubel, um representante do Cognitivismo em Psicologia da Educação e pela teoria da educação do Joseph Novak, que é conhecido mundialmente pelo desenvolvimento da teoria do mapa conceitual na década de 70 e redirecionou o foco cognitivista ausubeliano, considerando também os aspectos psicomotores e, principalmente, afetivos da aprendizagem, que contribuem para o crescimento do indivíduo e à facilitação desta aprendizagem por meio de estratégias instrucionais que é o mapeamento conceitual.

A primeira etapa da aplicação do Produto Educacional está destinada para conhece-los e observar seus conhecimentos prévios a respeito da Eletrodinâmica através de um questionário com perguntas totalmente subjetivas e relacionadas com o seu cotidiano sobre alguns conceitos básicos sobre Eletrodinâmica, mapas conceituais e perspectivas para o projeto. Além disso, será realizada uma abordagem sobre como fazer um mapa conceitual. Para realizar essa atividade os alunos irão confeccionar seus próprios mapas conceituais. Pensou-se na utilização de mapas conceituais que são diagramas conceituais hierárquicos que destacam conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles (NOVAK; GOWIN, 1984), pois essa atividade serve para auxiliar a busca desses conhecimentos empíricos, desse modo o aluno poderá fazer relações das palavras chaves, formando alguns conceitos importantes a respeito do que eles conhecem.

Ao término desse diagnóstico será abordado um jogo didático e uma leitura de texto científico para mostrar aos alunos a importância dos conhecimentos da eletricidade e os equipamentos de segurança necessários para o manuseio de equipamentos eletrônicos. Além disso, durante a leitura espera-se que os alunos possam criar ou fortalecer alguns subsunçores no seu cognitivo, possibilitando que durante o restante da aplicação das aulas, esses conceitos sejam ancorados com os novos conceitos científicos que serão apresentados para eles. A ancoragem é o processo responsável por ligar os conhecimentos já adquiridos aos novos conhecimentos, colocando-os em interação. Desta forma, segundo Ausubel, quando um novo conhecimento é ancorado, ou seja, acoplado a outros já formulados, há uma maior probabilidade de esse conhecimento não se perder, levando à ocorrência de uma aprendizagem mais significativa (BESSA, 2008).

Logo em seguida, serão apresentadas aulas por meio de *slides* em que constituirá os principais conceitos da Eletrodinâmica, como a corrente elétrica, resistência elétrica, associação de resistores e capacitores, onde no final de cada aula será apresentado um mapa conceitual sobre o assunto abordado, pois de acordo com Moreira (2009), na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem.

Em paralelo a essas aulas expositivas terá também aulas experimentais que para a montagem será entregue aos grupos um procedimento operacional de montagem e uso dos equipamentos, com observações importantes e risco de manuseio e vestimenta adequada para a prática e durante a montagem os alunos terão que responder a um questionário que se encontrar na bancada (carteira) para que os ajude na coleta de dados. Rosa e Rosa (2007) afirmam que a conectividade entre teoria e a prática, seria a melhor alternativa para motivar alunos e professores a aprender de maneira mais eficaz. Em algumas aulas será apresentado funcionamento por trás de alguns equipamentos eletrônicos, bem como, para que serve, como utilizar e mostrar algumas profissões que fazem uso desses equipamentos para que o aluno possa observar a importância da Física no cotidiano.

Após todos os encontros e todas as aulas experimentais, será realizado a produção de um novo mapa conceitual em cima do primeiro construído, onde o aluno poderá modificar ou acrescentar algum conceito compreendido, assim será possível observar e comparar os mapas realizados antes e depois da mediação com os experimentos e a as aulas didáticas, utilizando os critérios de Novak , que estabelece quatro critérios que um professor deve adotar em uma análise e classificação dos mapas, são eles: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 4). E, por fim, será aplicado um novo diagnóstico do produto educacional desenvolvido na escola pelos alunos, onde eles irão responder a um questionário sobre o que acharam dos projetos, algumas perguntas sobre Eletrodinâmica novamente, se caso julguem necessário deixar sugestões, relatarem as dificuldades ou as facilidades no Ensino da Eletrodinâmica.

5.6 Procedimentos de Análise de Dados

Depois da coleta dos dados através dos instrumentos escolhidos (seção 5.4), é necessário realizar a análise de dados, que é o processo de formação de sentido além dos dados, e esta formação se dá consolidando, limitando e interpretando o que as pessoas disseram e o que o pesquisador observou e leu, isto é, o processo de formação de significado. Segundo André e Lüdke (1986),

Analisar os dados qualitativos significa “trabalhar” todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos das observações, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis (ANDRÉ; LÜDKE, 1986, p.45) [grifo do autor].

Dentre as duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso, para essa pesquisa verificou-se a análise textual discursiva (ATD) que transita entre essas duas formas, a adequada para essa pesquisa, Moraes e Galiazzi (2007) apresentam a ATD como

[...] um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 12).

Para Moraes e Galiazzi (2007), a ATD, é organizada em torno de 4 focos: 1. Desmontagens dos textos que consiste na desconstrução e unitarização do *corpus* é onde o pesquisador organiza seus conjuntos de dados selecionando-os para serem analisados; 2. Estabelecimento de relações, ou categorização, é realizado as comparações entre unidades definidas no início de processo e união dos elementos semelhantes, as categorias são processos analíticos que agrupam as unidades de um *corpus* de análise, isto é, dos dados coletados na pesquisa; 3. Capitando o novo emergente, momento em que o pesquisador obtém novas compreensões, elaborando os metatextos que “são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto de um modo de teorização sobre os fenômenos investigados” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 32) e 4. Processo auto-organizado, onde o pesquisador deve lançar mão da desordem e do caos, mediante o surgimento de novas formas e criativas de entender os fenômenos investigados, mesmo não sendo previsto os resultados finais, é de grande importância o empenho na preparação para que o novo possa se concretizar (MORAES; GALIAZZI, 2007).

Nesse contexto, trazendo para essa pesquisa, primeiramente foi feita uma análise do *corpus* do trabalho, que foi lido minuciosamente e organizado os questionários as observações no diário e os mapas conceituais. Logo em seguida foi realizada a categorização dos dados, em que dentro do *corpus*, foram analisadas as concepções alternativas, a predisposição do aluno em aprender, indícios da aprendizagem significativa e a potencialidade da sequência didática nesse processo de Ensino e Aprendizagem. A partir dessa compreensão, inicia-se a análise e discussão dos dados obtidos durante esse processo.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

6.1 Conhecendo as concepções alternativas dos alunos

Levando em consideração um dos primeiros objetivos dessa pesquisa, baseado na Aprendizagem Significativa de Ausubel, é essencial a busca pelo que o aluno já sabe, ou seja, observar o que o aluno já possui de conhecimento no seu cognitivo que pode ser transformado em uma aprendizagem significativa para ele, pois

Essa aprendizagem se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, os quais constituem, segundo Ausubel e Novak (1980), o mais importante fator para a transformação dos significados lógicos, potencialmente significativos, dos materiais de aprendizagem em significados psicológicos (MOREIRA, 2006, p. 2).

Para essa investigação como já mencionado foram realizados um questionário pré-teste e um mapa conceitual inicial. Deve-se lembrar que a aplicação de toda a SD foi realizado em outubro de 2021, momento em que aos poucos os alunos estavam voltando para a sala de aula devido a pandemia do COVID-19, logo, foi tomada as devidas medidas cabíveis para a segurança de todos, com o distanciamento social estabelecido, uso de máscara, distribuição de álcool em gel na sala. A figura a seguir mostra como a sala foi preparada para esse momento.

Figura 10 – Organização da sala, respeitando o distanciamento social estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS).



Fonte: Dados do Autor.

Com a sala já preparada os alunos foram recebidos na primeira aula para a realização dos questionários, porém, antes desse momento teve apresentação da SD e um período de socialização (Figura 11) que ocorreu nos primeiros 20 minutos. Julgou-se necessário esse momento inicial, pois devido a pandemia os alunos não tinham muito contato uns com os outros e também eram alunos de turmas de 3ª Série do Ensino Médio diferentes. Nesses 20 minutos foi criado o grupo de WhatsApp, onde nele seria discutido algumas atividades futuras. Logo em seguida nos trinta minutos de aula foi entregue aos alunos o termo de consentimento livre e esclarecido, juntamente com os questionários, momento ilustrado pela Figura 12.

Figura 11 – Apresentação da Sequência Didática e momento de socialização com os alunos.



Fonte: Dados do Autor.

Figura 12 – Aplicação do Questionário Inicial

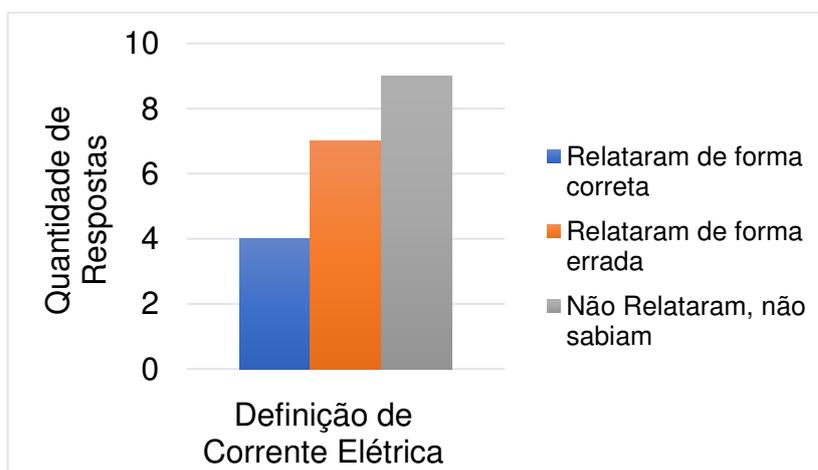


Fonte: Dados dado Autor.

Os questionários foram aplicados nos 30 minutos restantes da aula, onde ao entregar foi lido e solicitado para os alunos assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido deixando-os cientes da não obrigatoriedade na participação e da segurança em relação a sua imagem e opiniões, assim, eles não precisavam se identificar ao responder o questionário e nem se preocupar caso deixasse de responder algumas das perguntas.

O questionário inicial que encontra-se no APÊNDICE A do Produto Educacional (APÊNDICE C), foi elaborado por perguntas condizentes com a realidade do aluno, tentando deixar o assunto abordado o mais próximo da sua realidade, na primeira questão por exemplo, foi questionado sobre as experiências do dia a dia do aluno com a corrente elétrica e o seu conceito. Dos 20 alunos que responderam, todos relataram alguma experiência com a corrente elétrica, mas ao se perguntar sobre a definição apenas 4 alunos responderam de forma correta, o restante dos alunos, 9 disseram que não sabiam e 7 responderam de forma errada, como pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resposta dos alunos, sobre a definição de corrente elétrica.



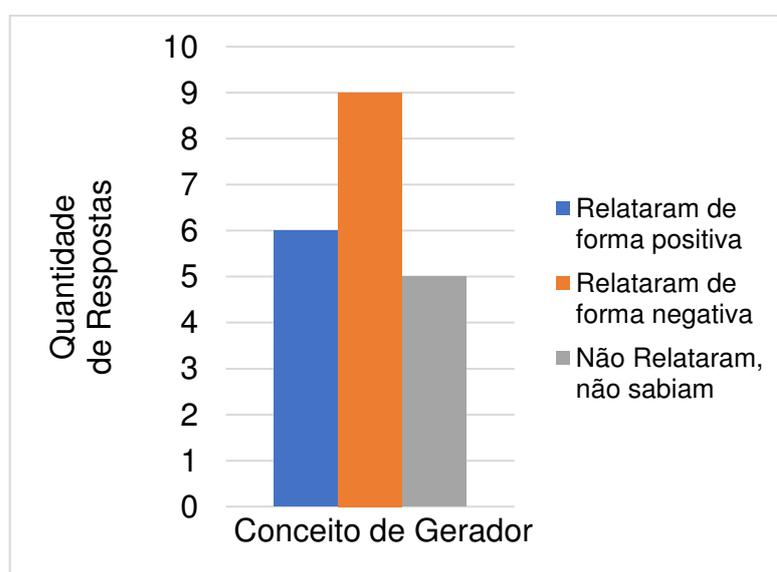
Fonte: Dados do Autor.

É possível observar um grande número de aluno que não respondeu de forma alguma sobre a definição de corrente elétrica, o que é preocupante por se tratar de alunos da 3ª Série do Ensino Médio. Além disso dentre os que responderam de forma negativa, foi possível destacar algumas concepções alternativas trazidas por eles, como por exemplo: “É um conjunto de elétrons, prótons e nêutrons”, nessa definição

o aluno confundiu os elementos presente em um átomo; “É uma energia que percorre de um lugar para outro”, aqui o aluno traz consigo a ideia de energia e não relaciona com o movimento de elétrons, da mesma forma que esse outro aluno traz a definição de corrente como “Elétrons que se movimentam de forma correta”. Essa percepção que ele traz de movimento correto é o sentido real e convencional que não foi relatado por ele, deixando uma lacuna a ser preenchida com a aplicação da sequência didática.

Já na segunda questão perguntou-se sobre o conceito de gerador, para isso foi explanado um pouco sobre o dínamo e as transformações de energias. Dentre as respostas obtidas foi possível notar que apenas 8 alunos já tinham vistos ou ouvido falar sobre o dínamo, esses 8 alunos responderam corretamente sobre a transformação de energia mecânica em elétrica que acontecia nele, mas ao serem indagados sobre outras transformações de energia, somente 6 relataram de forma positiva. Os outros 12 alunos que não ouviram falar sobre o dínamo, ao serem questionados sobre a transformação que ocorria nele, 4 relataram de forma errada e 8 não sabiam e a respeito de outras transformações de energia os 8 continuaram dizendo que não sabiam, e 6 responderam de forma equivocada. E o Gráfico 2 mostra o resultado obtido sobre o conceito de gerador elétrico abordado nesse contexto.

Gráfico 2 – Resposta dos alunos, sobre a definição de gerador elétrico.



Fonte: Dados do Autor.

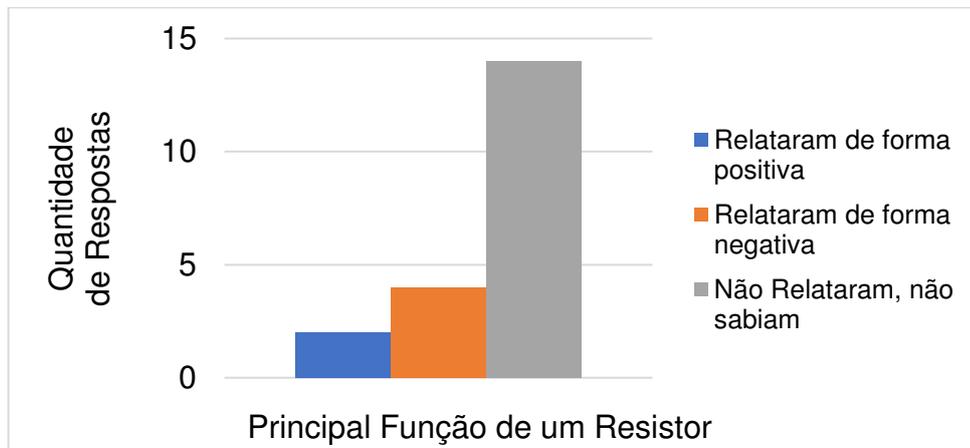
Dos 8 alunos que tiveram algum contato ou ouvido falar sobre o dínamo, 6 relataram de forma positiva, já os demais 9 responderam de forma equivocada e 5 não relataram ou não sabiam. Dentre as concepções trazidas pelos alunos, algumas

são interessantes discutir, uma delas diz que “Gerador cria energia elétrica” a palavra criar que o aluno trouxe para se expressar de forma equivocada deveria ser substituída por transforma, pois é isso que irá acontecer. Outra concepção é que o gerador “Transforma Energia Elétrica em Corrente Elétrica”, o autor dessa resposta comenta sobre termos redundantes e outro aluno diz que o gerador é um “Dispositivo que cria carga quando falta energia”, novamente percebe-se que o aluno não associa a transformação que ocorre no mesmo.

Na questão seguinte, foi perguntado sobre tensão e resistência elétrica, surpreendeu novamente a falta de informação básica que os alunos têm até mesmo sobre questões simples. Ao indagar sobre a tensão das tomadas de suas residências 13 alunos afirmaram que não sabia e apenas 5 responderam de forma correta que era de ~ 220 V. Na mesma questão no item seguinte, foi solicitado aos alunos para que eles explicassem sobre o aumento de temperatura em um carregado ligado na tomada. Dos 20 alunos, somente 3 relataram de forma positiva afirmando que era pelo efeito *Jaule*, 6 não sabiam e os outros 11 alunos responderam de forma equivocada, o que permitiu verificar algumas concepções: “Energia é algo de alta força e velocidade, logo aumenta a temperatura” alguns alunos associaram força e velocidade com o aquecimento, trouxeram de maneira equivocada uma concepção de mecânica para a Eletrodinâmica. A maioria dos alunos relataram que o motivo é “Por que o carregar “Paraguai” aquece” isso mostra o conceito popular e suas vivências sem muita preocupação com o saber científico.

E no item 3 dessa questão, sobre a função dos resistores, o gráfico a seguir retrata a devolutiva dos alunos, onde mais uma vez é nítido que o número de alunos que afirma não saber ou não relataram por outro motivo é bem maior que o número de alunos que tenta dar a definição do que se pede. Nesse sentido o gráfico mostra que apenas 2 alunos trouxeram a principal função do resistor, que está associado com a dificuldade de permitir a passagem de corrente por um condutor metálico, 4 alunos responderam de forma errada e 14 alunos não quiseram ou não sabiam. Das concepções alternativas que pode -se notar foi a confusão feita por eles entre um contador de energia que possuem em suas casas e um resistor: “Os resistores registram a quantidade de energia consumida”; “Os Resistores contam energia”. Passando bem longe da definição científica correta.

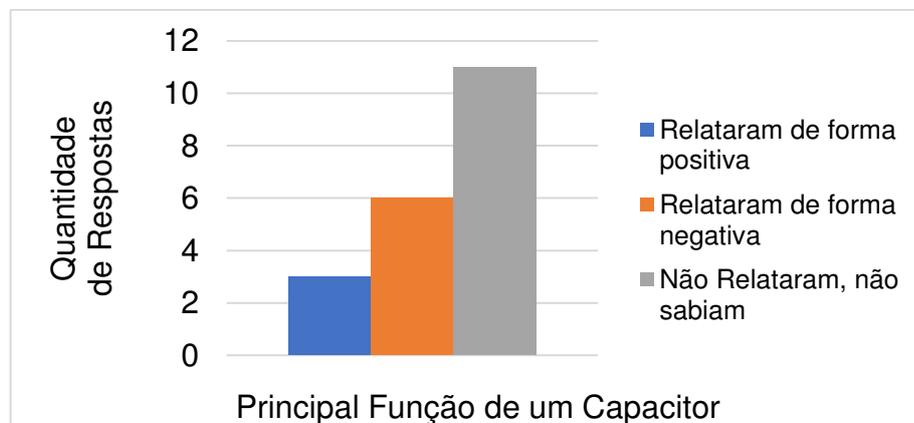
Gráfico 3 – Resposta dos alunos, sobre a principal função de um resistor elétrico em um circuito elétrico.



Fonte: Dados do Autor.

Na questão 4, foi solicitado que os alunos indicassem a função dos capacitores, os resultados obtidos podem ser visualizados no gráfico abaixo.

Gráfico 4 – Resposta dos alunos, sobre a principal função de um capacitor elétrico.



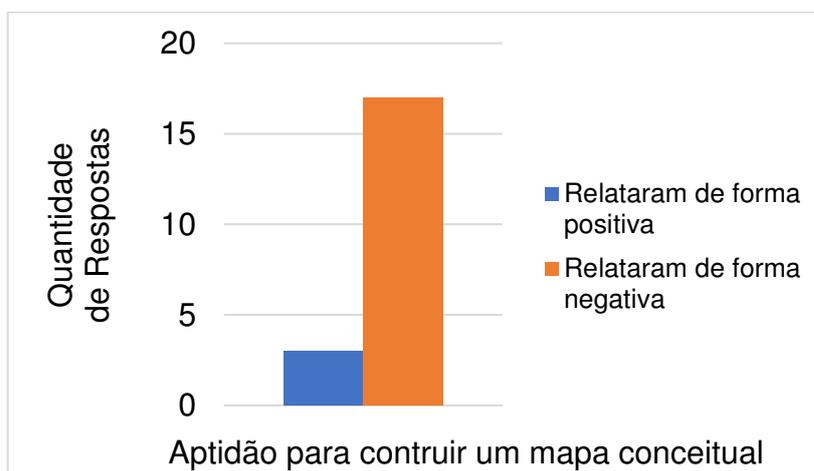
Fonte: Dados do Autor.

Esse gráfico representa o desempenho dos alunos nessa questão, onde 9 alunos responderam algo, dos quais apenas 3 de forma coerente e 11 alunos não sabiam. Dos 6 alunos que responderam de forma equivocada, foi possível notar através de seus relatos que eles acabaram confundindo capacitores com baterias, algumas das respostas, que permitiu essa observação foram: “Acho que é a bateria”, “É o gerador”, “Não tenho certo, mas acho que é a pilha”.

Como iria ser trabalhado sobre mapas conceituais e com o uso de experimentos, julgou-se necessário verificar o Ensino e Aprendizagem dos alunos a

respeito dessas duas práticas, primeiramente na questão 5, os alunos relataram sobre a utilização de mapas na escola, onde 10 alunos afirmaram já terem usados mapas conceituais, destes porém nunca fizeram uso dessa ferramenta na disciplina de Física. e os outros 10 alunos, disseram que nunca utilizaram um mapa conceitual em nenhuma disciplina. Ainda na mesma questão, foi investigado a aptidão dos alunos para realizar um mapa, já que essa, seria a próxima atividade a ser realizado na SD. O Gráfico 5 traz uma representação das respostas dos alunos, onde é possível perceber o grande número de alunos que se sente não preparados ou não aptos por algum outro motivo em realizar um mapa conceitual.

Gráfico 5 – Resposta dos alunos, ao perguntar sobre a aptidão para a construção de um mapa conceitual.



Fonte: Dados do Autor.

Dentre os 17 alunos que relataram não se sentirem aptos, foram destacadas algumas respostas, que nortearam o professor/pesquisador a dar o próximo passo na aplicação da SD, onde segundo alguns alunos o motivo se deve: “Por que eu não sei o que é um mapa”; “Por que eu não sei sobre o assunto de Eletrodinâmica”; “Estou dificuldade em realizar um mapa por não saber por onde começar”, etc. Sendo assim, optou-se por uma aula sobre mapas conceituais em que foi mostrado sua importância e como fazer antes da execução dos mapas conceituais iniciais com o uso do *App Mindomo*.

Já na questão 6 foi investigado sobre o uso de experimentos em sala de aula, em que é possível observar no gráfico abaixo a quantidade de alunos que fazem ou fizeram prática experimental em Física na sala de aula.

Gráfico 6 – Resposta dos alunos, ao perguntar sobre o uso de experimentos nas aulas de Física.



Fonte: Dados do Autor.

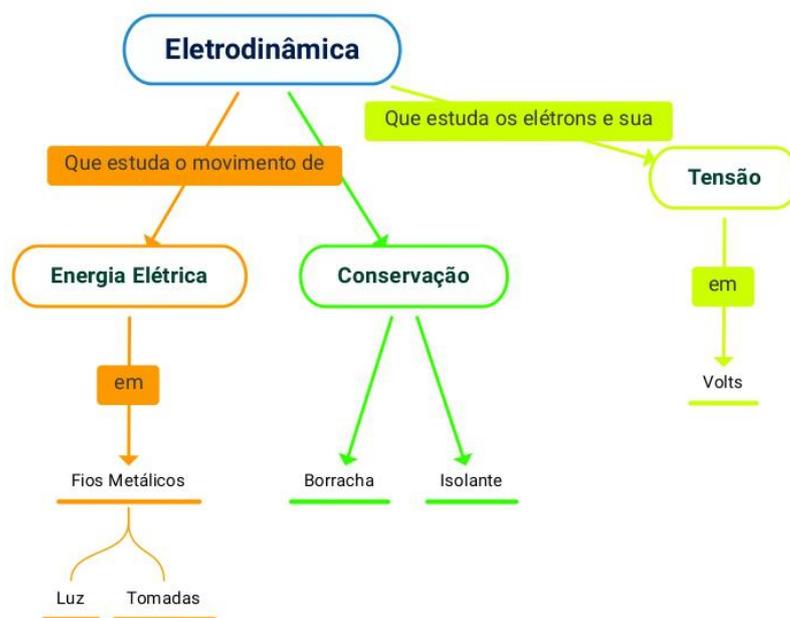
Onde apenas 1 aluno dos 20 que participaram dessa pesquisa disse ter usado a experimentação em sala de aula: “Sim, experimento simples com uma lanterna, mas nunca esqueci”, já os demais reclamaram sobre as promessas: “Não, ainda hoje espero um foguete que o professor prometeu”, disseram que “Não sei por que o professor ainda não fez”. Enfim, todos os alunos mostraram uma certa indignação em relação a falta de experimentação. Isso permite observar que a metodologia aplicada pelos professores desse alunos não é das melhores, pois eles além de não usarem mapas conceituais, ou outra atividade didática não relatada pelo aluno, eles também não utilizam o básico e essencial para o estudo da Física que segundo apontam vários autores, a experimentação, é indispensável no processo Ensino e Aprendizagem.

E por fim a questão 07, foi dado um espaço para que o aluno colocasse suas perspectivas para a aplicação da SD e assim o professor/pesquisador pudesse averiguar a disposição de alguns alunos em apreender e ou a falta de interesse de outros, alguns alunos relataram o seguinte: “Eu espero ter experiências e aprender muitas coisas sobre eletricidade”; “Espero me aprofundar nos assuntos e aprender mais e mais no decorrer das aulas”; “Espero entender alguma coisa”; “Conhecimento amplo na matéria”; “Que tem mais aulas práticas, e que as aulas não seja só cálculo”, todas essas expectativas serviram de incentivo para dar continuidade na aplicação, segundo Ausubel um condição essencial para que ocorra a aprendizagem significa é que além do material potencial significativo o aluno deve ter predisposição em apreender (MOREIRA, 2006).

Na segunda aula, ainda com o propósito de investigar o conhecimento empírico dos alunos, a sala foi dividida em grupos, para a realização da construção de mapas conceituais, já que segundo Moreira (2012) “mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento”, ou seja, é um técnica didática usada para uma avaliação qualitativa, vale ressaltar que os mapas foram avaliados, segundo os critérios de Novak. Além disso, essa atividade foi essencial para observar o comportamento dos alunos ao trabalharem em grupo, ponto importante para a formação do ser cidadão segundo a BNCC, pois os alunos possuem a oportunidade de praticar a comunicação, organização e o respeito com opiniões diferentes.

A Figura 13 mostra a o mapa produzido pelo grupo 1, os conceitos trazidos pelo grupo foram um pouco vagos, sem muita preposição e sem ligamentos, e os exemplos não foram contextualizados deixando o mapa incoerente, ao usarem a palavra-chave conservação, acabaram exemplificando com borracha e isolante, isso mostra que os alunos confundiram com resistência elétrica, poderia ter sido utilizado ao invés de conservação. O mapa também não seguiu uma ordem de conceitos hierárquicos, porém, é possível notar algumas relações importantes, como a tensão e a unidade de medida volts, Energia elétrica relacionado com fio metálico, que é um material condutor.

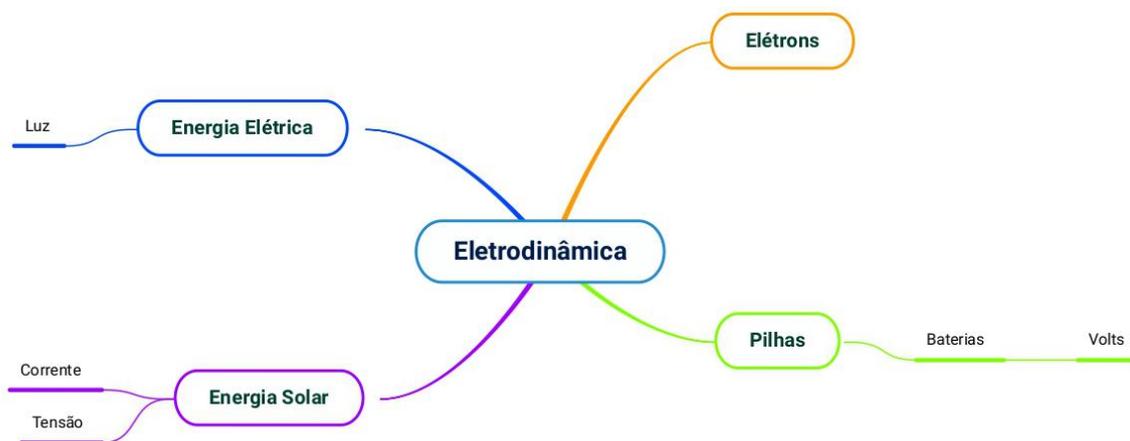
Figura 13 – Mapa Conceitual produzido pelo grupo 01 no *App Mindomo*.



Fonte: Dados do Autor

O grupo 2 não utilizou nenhuma preposição para ligar os conceitos chaves, além disso, assim com o grupo 1 os exemplos ficaram sem contextualização, o grupo trouxe aplicação e exemplos do que conceitos propriamente dito, isso mostra um pouco da vivência dos alunos, como por exemplo aplicação da energia solar, tomadas, trazidas por eles, e além disso, algo interessante foi ter associada a Eletrodinâmica com os elétrons, mesmo que o grupo não tenha aprofundado, pôde-se trabalhar com esse subsunção e ancorar com conceitos introduzidos nas etapas seguintes. Em relação a organização do grupo foi possível observar uma certa dificuldade ao manusear o aplicativo e tiveram dificuldade na comunicação, mas acabaram se entendendo, a Figura 14 mostra o mapa produzido pelo grupo.

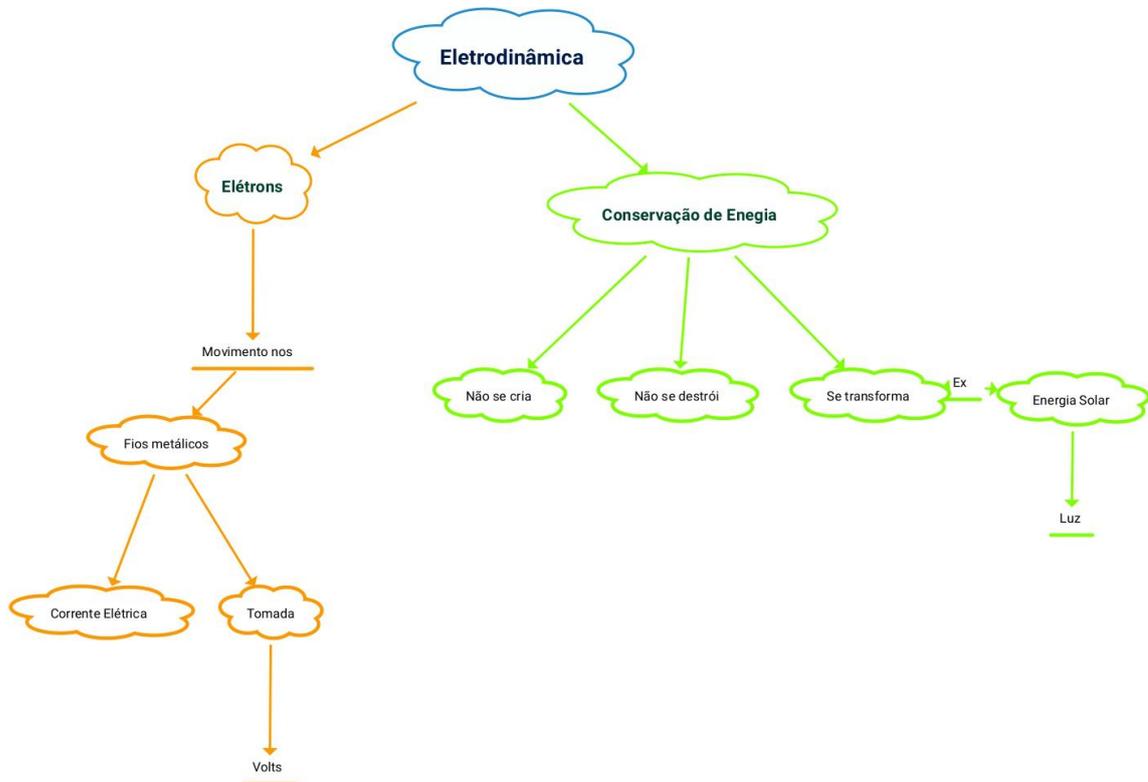
Figura 14 – Mapa Conceitual produzido pelo grupo 02 no *App Mindomo*.



Fonte: Dados do Autor.

Já o grupo 03, teve mais organização e uma melhor comunicação, o que resultou em um mapa com conceitos mais relevantes, hierárquicos e um pouco mais estruturado, como ilustra a Figura 15. Apesar de ter traga apenas dois conceitos chaves, o grupo mostrou segurança ao falar sobre a conservação de energia e relacionou com a transformação de energia elétrica em energia solar, trazendo um exemplo coerente e mais contextualizado diferentemente do grupo 1. O conceito de corrente elétrica também foi introduzido pelo grupo, trazendo como preposição de ligamento os fios metálicos como material condutor de eletricidade e exemplificando sua utilização nas tomadas. Mas assim como os demais grupos não teve ligação cruzada entre os dois conceitos chaves.

Figura 15 – Mapa Conceitual produzido pelo grupo 03 no *App Mindomo*.

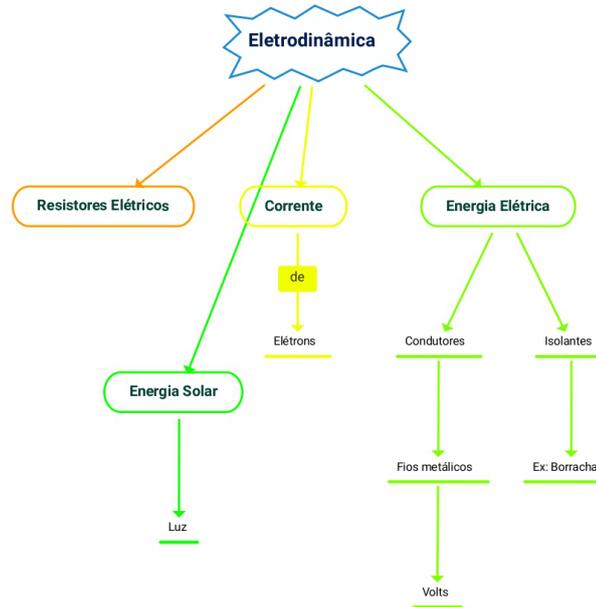


Fonte: Dados do Autor.

Apesar de ter traga apenas dois conceitos chaves, o grupo mostrou segurança ao falar sobre a conservação de energia e relacionou com a transformação de energia elétrica em energia solar, trazendo um exemplo coerente e mais contextualizado diferentemente do grupo 1. O conceito de corrente elétrica também foi introduzido pelo grupo, trazendo como preposição de ligamento os fios metálicos como material condutor de eletricidade e exemplificando sua utilização nas tomadas. Mas assim como os demais grupos não teve ligação cruzada entre os dois conceitos chaves.

O grupo 4 relacionou com a Eletrodinâmica conceitos chaves importantes para a construção do conhecimento, como o de resistores elétricos, mesmo que não tenha sido aprofundado é importante perceber que o grupo entende que há alguma relação permitindo o professor/pesquisador trabalhar para desenvolver esse conceito jogado por eles. O conceito de corrente elétrica, Energia Solar também não foram desenvolvidos e nem ligados e na palavra chave de Energia elétrica, trouxeram exemplos condizente de condutores e isolantes e a unidade de medida da tensão associadas as tomadas, como pode ser observado na Figura 16.

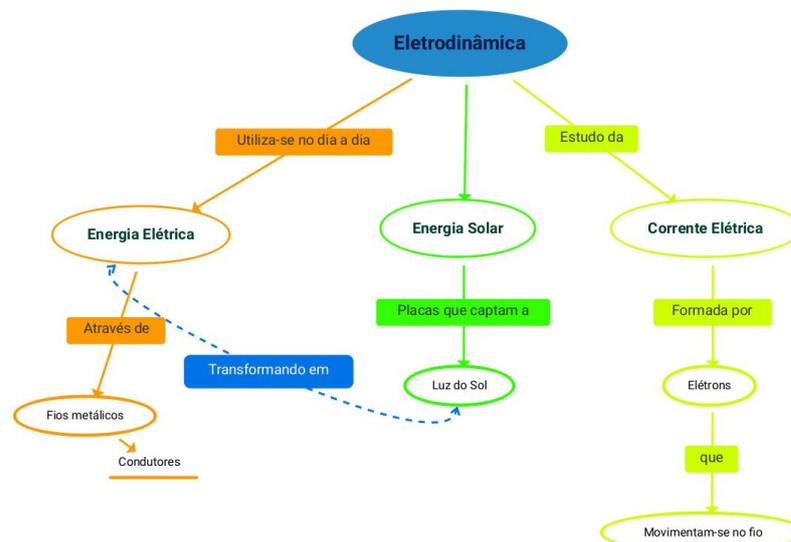
Figura 16 – Mapa Conceitual produzido pelo grupo 04 no *App Mindomo*.



Fonte: Dados do Autor.

O grupo 5 além da boa organização, foi bastante participativo e interagiu com outros grupos, foi o grupo que mais usou preposições para ligar conceitos chaves, e além disso o único que fez uso de uma ligação cruzadas entre palavras chaves, o grupo também respeitou uma certa hierarquia como mostra a Figura abaixo. Elaborou bem o conceito de corrente elétrica e relacionou a necessidade de materiais condutores, ligou os conceitos de Energias Solar e Elétrica de forma coerente relacionando com a transformação que ocorria no processo.

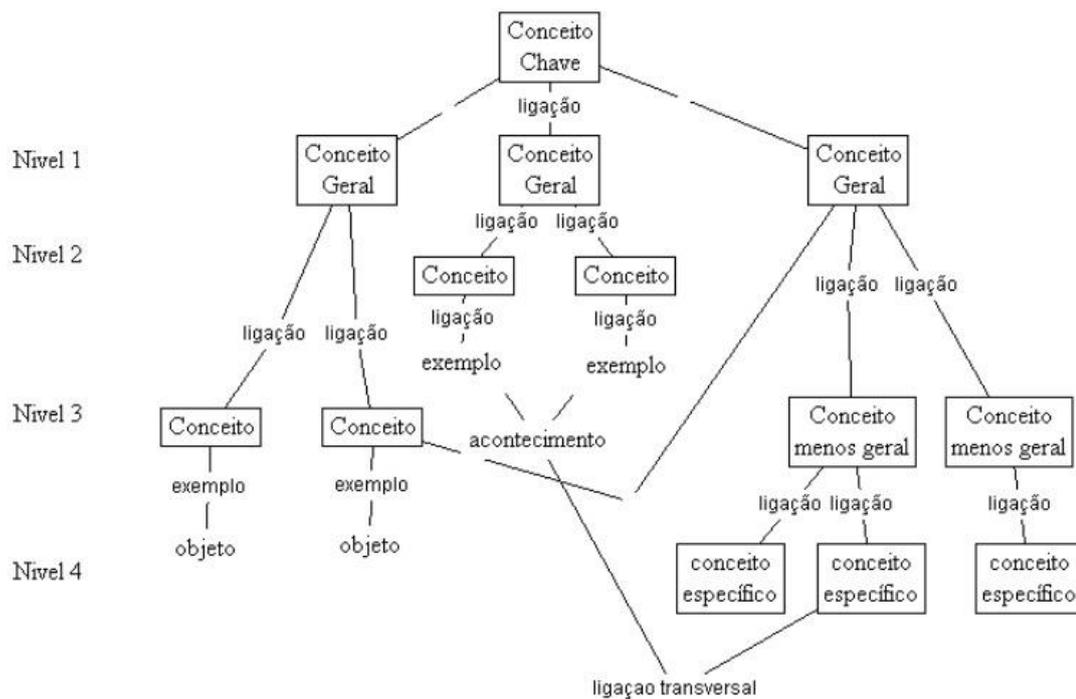
Figura 17 – Mapa Conceitual produzido pelo grupo 05 no *App Mindomo*.



Fonte: Dados do Autor.

Os mapas conceituais criados por cada grupo, foram analisados pelos critérios de especificações de Novak tragos e válidos pelos grupos (Proposições: ligações entre dois conceitos; Hierarquia: cada nível; Ligações Transversais: cada ligação significativa e Exemplos coerentes), (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004). A Figura 18 representa melhor esse esquema de avaliação.

Figura 18 - Esquema de um exemplo de mapa conceitual para avaliação.



Fonte: Novak e Gowin, 1999, p.53 *apoud* Almeida, Souza e Urenda, 2004.

Sendo assim, a Tabela 1 traz a quantidade de cada critério válido trazido pelos grupos, possibilitando um melhor investigação e conclusão dos dados obtidos.

Tabela 1 – Quantidade de critérios de avaliação de Novak trazidos e válidos pelos grupos no mapa conceitual inicial.

CRITÉRIOS DE NOVAK	QUANTIDADE VÁLIDA				
	GRUPO 01	GRUPO 02	GRUPO 03	GRUPO 04	GRUPO 05
Proposições	2	0	1	0	4
Ligações Transversais	0	0	0	0	1
Hierarquia (cada nível)	2	1	3	3	3
Exemplos	2	3	3	3	2

Fonte: Dados do Autor

É possível notar através da tabela acima que o grupo 5 se sobressaiu em relação aos demais, tanto na organização do seu mapa conceitual como em sua criação, trazendo preposições que formularam melhor as palavras chaves apresentadas por eles, além disso, eles foram os únicos que utilizaram ligação transversal e das anotações realizadas pela observação em sala de aula pelo professor/pesquisador, foi o grupo que mais interagiu e participou da atividade de forma efetiva. Os demais grupos, também trouxeram suas contribuições para essa pesquisa, como já foi mencionado acima, o que possibilitou conhecer algumas de suas dificuldades e também seus subsunçores que como Ausubel diz, já existem em sua estrutura cognitiva, resultado importante em concomitância com a aplicação dos questionários pré-testes, concluído assim a primeira etapa dessa SD.

6.2 Agregando novos subsunçores ao cognitivo do aluno.

A segunda etapa como já dito anteriormente, foi elaborada na tentativa de criar novos subsunçores e/ou aprimorar os já existentes no cognitivo dos alunos. Essa etapa foi realizada em duas aulas, onde inicialmente foi passado para os alunos, um vídeo que retrata a história da eletricidade com o objetivo de mostrar o aluno o quanto demorado e contínuo é processo de contextualização de um conceito científico, bem como também deve ser o processo de aprendizagem.

A Figura 19 ilustra esse momento, um observação importante é que nas fotos os alunos apareceram sem máscara pois estavam comendo pipoca em vasilhas descartáveis, não compartilhadas e com o distanciamento social sugerido pela OMS de 2 m, a aula foi repassada para eles como uma seção de cinema, o que tornou a aula mais atrativa e participativa, pois como na cidade não há e a maioria dos alunos nunca foram em um cinema, essa aula repercutiu como novidade para eles.

O vídeo escolhido do “TecMundo”, tinha duração de apenas 10 minutos, mesmo com um vídeo curto percebeu-se durante a apresentação que dois alunos não deram muita atenção no vídeo, um deles inclusive ficou disperso no celular, já a maioria dos alunos ficaram envolvidos com a história retratada no vídeo. Depois do vídeo, foi realizado a discussão sobre o vídeo, em que o professor/pesquisador deixou o espaço livre para os alunos se sentirem à vontade, durante esse momento foram observados alguns pontos interessantes.

Figura 19 – Alunos assistindo ao vídeo sobre a história da eletricidade.



Fonte: Dados do Autor.

Ficou enfatizado a história da eletricidade, muitos alunos comentaram o quão espantados ficaram quando ouviram no vídeo que a primeira usina gerava apenas energia para 40 residências, outros relataram sobre a pilha que ainda hoje possui um princípio de funcionamento parecido ao do antigamente, a relação entre Eletrodinâmica e a eletricidade, os alunos comentaram que a eletricidade foi produzida a partir de vários conceitos físicos e que a construção dos conhecimentos científicos é um processo demorado que não se faz do dia para noite, pois vários físicos e cientistas da época foram construindo até sabermos hoje como a eletricidade funciona.

Além disso, o vídeo instigou a curiosidade dos alunos, pois um deles questionou como a eletricidade vinha para as nossas casas, nesse momento iniciou-se uma discussão mais científica, em que outro aluno respondeu que vinha da subestação que recebia energia de uma usina hidrelétrica, aproveitando esse momento de interação, foi introduzido pelo professor o conceito de gerador, transformação de energia que ocorria nesse processo. O bom desse momento é que ele foi gerado pelos próprios alunos e orientado pelo professor para que pudesse sair da sala com o conceito científico mais elaborado, de certa forma essa aula respondeu a expectativa esperada em relação a criação de novos subsunçores que ficou bem evidenciado com a participação do alunos.

Para dar continuidade a essa etapa, na aula seguinte os alunos participaram de uma intervenção didática que foi um *trend* de *tik-tok*, que era uma dancinha realizadas nas redes sociais que encaixou-se bem com a faixa etária dos alunos, ao

perguntar se alguém já tinha feito, todos responderam que sim e ficaram animados para participar. A intervenção foi adaptada para investigar sobre o mau uso da eletricidade pelos alunos. A preparação foi bem simples, primeiramente foi passado uma fita adesiva no chão dividindo a sala ao meio e foi entregue duas placas escritas com “EU JÁ” e “EU NUNCA” para os alunos como observado na Figura 20. Ao começar a tocar a música da própria *trend*, os alunos deveriam ficar na listra dançando e ao serem questionados sobre algumas práticas relacionada com o uso de eletricidade eles iriam para o lado direito da sala e erguiam a placa escrita com “EU JÁ” ou para o lado esquerdo, com a placa de “EU NUNCA”.

Figura 20 – Alunos participando da *trend* do *Tik-Tok*, em que para respeitar o distanciamento social os alunos foram divididos em 2 grupos onde o grupo 1 encontra-se à esquerda e grupo 2 à direita.



Fonte: Dados do Autor.

As perguntas foram elaboradas pelo próprio pesquisador, devido a sua vivência quando adolescente, no Quadro 3 é possível observar as perguntas que eram lançadas enquanto os alunos dançavam, o professor anotava a quantidade de alunos que levantaram as placas, para poder realizar uma melhor análise das respostas. Como pode ser verificado no Quadro 3 a maioria dos alunos utilizam aparelhos, tomadas, “Ts”, de forma equivocada até mesmo molhados, e conseqüentemente ao ser perguntado se algum deles já haviam levado choque elétrico, 18 dos 20 responderam que sim.

Quadro 3 – Respostas dos alunos durante a *trend* do *tik-tok*, sobre o manuseio da eletricidade.

PERGUNTAS	EU NUNCA	EU JÁ
1 – Você já soltou pipa perto de rede elétrica?	11	9
2 – Você já viu fios caídos energizados na rua?	3	17
3 – Você já subiu em um poste por diversão?	8	12
4 – Já trocou lâmpada com o interruptor ligado?	5	15
5 – Já utilizou um “T” em cima de outro “T”?	3	17
6 – Já quebrou o plug do meio para ligar em tomadas?	7	13
7 – Já isolou fio com sacola plástica?	12	8
8 – Já ligou algum aparelho na tomada, molhado?	0	20
9 – Já ligou algum aparelho descalço?	0	20
10 – Você já levou um choque elétrico?	2	18

Fonte: Dados do Autor.

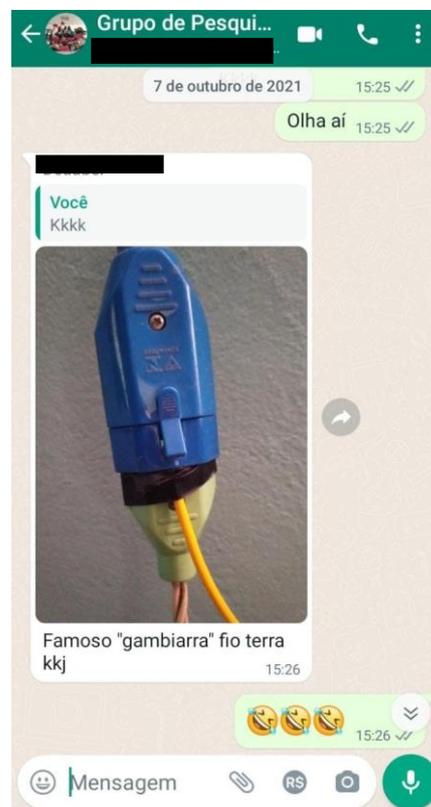
Os alunos participaram de forma efetiva da intervenção, por ser algo da atualidade deles, e foi interessante observar a desinformação que eles têm em relação aos perigos que a eletricidade pode trazer com seus efeitos fisiológicos. Eles também ficaram espantados com suas respostas, e não tinha conhecimento que tantos deles já haviam levado algum tipo de choque elétrico, isso deixou a sala um pouco apreensiva e assustada. Após esse momento, o professor juntamente com alunos reorganizou as carteiras em sala e distribui um texto científico do site Infotec que fala sobre os riscos que a eletricidade pode trazer se for manuseada de forma incorreta.

O objetivo principal dessa atividade era promover um momento de reflexão sobre as más práticas e hábitos do uso de equipamentos elétricos, fortalecer o cognitivo dos alunos para que eles possam utilizar esse conhecimento em eventuais situações corriqueiras que podem aparecer, partindo de uma das competências da BNCC, a (EM13CNT306) que diz :

Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental (BRASIL, 2017).

O texto foi lido pelos alunos de forma aleatória, quando um terminava o parágrafo outro aluno continuava, onde todos leram uma parte do texto sem se opor a ação e no final dessa aula foi realizada uma breve discussão em que os alunos começaram a relatar suas vivências de como eles ou alguns conhecidos pegaram choque elétrico, começaram a identificar o uso errado em suas casas, como por exemplo, um dos alunos falou que utilizava muito T em cima de outro T, outro aluno disse que na sua casa não tinha uma tomada somente para a geladeira, era dividida com o fogão elétrico, entre outras práticas relatadas. Em um outro momento, após essa aula, um dos alunos que não havia interagido muito mandou mensagem no grupo da pesquisa relatando uma situação de mau uso da eletricidade que poderia promover um acidente, como ilustra a figura abaixo:

Figura 21 - Trecho de uma conversa no grupo de *WhatsApp* em que o aluno relata o uso da eletricidade de forma errada na sua residência.



Fonte: Dados do Autor.

Esses momentos descritos pelos alunos, evidencia a aplicação da aprendizagem. Como diz a teoria Ausubeliana, “Aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais.” Ou seja, os alunos ao identificarem o manuseio errado em suas casas mostram uma aplicação real no cotidiano daquilo que ele aprendeu é uma forma de aplicar o conhecimento prático adquirido em sala de aula, o que permite dizer sobre essa etapa que seus objetivos foram alcançados, pois é notável pela participação dos alunos que novos subsunçores foram inseridos e o cognitivo foi fortalecido.

6.3 Construção do saber científico: Diferenciação Progressiva

Partindo dessa etapa, as aulas seguintes foram preparada para apresentar aos alunos os conceitos científicos através de apresentações em slides e experimentos envolvendo a construção de circuitos elétricos, com o objetivo de disseminar que a Física é de difícil aprendizagem, promover uma maior participação e interesse dos alunos, bem como instigar sua curiosidade. Com as práticas experimentais a disciplina de Física pode ser facilmente ministrada servindo como uma forma de complementação e ou até mesmo desenvolvimento do conhecimento teórico abordado em sala de aula (HEIDEMANN, 2015). A avaliação dessa etapa além da observação foi auxiliada por uns questionários, onde os alunos os respondiam durante a realização do experimento para auxiliar no desenvolvimento do conhecimento científico abordado. Esse material faz parte de um manual de montagem experimental que os alunos recebiam juntamente com os kits de circuito elétrico (Figura 22) para a realização do experimento.

As atividades foram realizadas em grupos, que foram formados na segunda aula ao realizarem os mapas conceituais, ou seja, foram 5 grupos que permaneceram do início ao fim nas atividades e tiveram tempo de se conhecerem e aprenderem a trabalhar juntos, criando a prática da comunicação em prol de algo comum, que na sociedade em que vivemos não é uma tarefa tão fácil e deve ser trabalhada desde as séries iniciais. Então, as observações feitas durante a aplicação dos experimentos foram voltadas não só para a sua realização, mas também para a organização do grupo.

Figura 22 - Kit didático para circuitos elétricos com pilhas, resistores, capacitores, fios, fitas isolante e durex, interruptor, chave de fenda, alicate de corte e LEDs.



Fonte: Dados do Autor.

Durante essa etapa, como já mencionado na metodologia, os primeiros 20 minutos das 4 aulas foram desenvolvidas com o auxílio de slides e apresentações de mapas conceituais elaborados pelo pesquisador que se encontram na seção 4.3.1 do Produto Educacional (APÊNDICE C). Com relação a esses momentos em cada uma das 4 aulas, foi possível notar os alunos bastante atenciosos, em comparação com a etapa anterior, enquanto na etapa 2 da SD no momento do vídeo foi relatado a dispersão de dois alunos, nessa etapa 3 da SD deu para observar que os 20 alunos ficaram mais participativos e colaboraram mais com o andamento das aulas. Ao falar os conceitos científicos, sempre era levanto as questões dos questionários iniciais como forma de exemplificar o conceito e provocar um momento de reflexão nos conceitos empíricos trazidos por eles.

Mesmo trazendo os conceitos, alguns alunos ainda não entendiam alguns fenômenos, pois eles questionavam muito sobre a diferença entre o gerador e o receptor; como ocorria o efeito *jaule*; a diferença da bateria para o capacitor; a diferença das associações de resistores; essas foram as indagações mais relevantes realizadas por eles durante a explicação do conteúdo pelos slides e pelos mapas conceituais. Então para corroborar com esse momento reflexível foi realizado as práticas experimentais nos 30 minutos restantes de aula, para auxiliar na compreensão desses fenômenos.

Essa etapa foi baseada na Teoria de David Ausubel em que o conhecimento foi introduzido progressivamente, cada grupo com o auxílio do material de apoio construiu primeiramente no Experimento I, um circuito simples, com apenas um LED, duas pilhas, fios metálicos e um interruptor; no Experimento II, foram inseridos os resistores elétricos no circuito; no Experimento III foram feitas associação com os LEDs; e por fim no Experimento IV no mesmo circuito foi introduzido um capacitor. Ou seja, cada aula com complexidade diferentes e progressivamente sendo diferenciadas, a partir das demais, a cada aula era incrementada um novo conceito para que se pudesse associar com o anterior na montagem do circuito e assim os alunos pudessem fazer as possíveis relações, abaixo está descrito o comportamento e desenvolvimento de cada grupo.

O grupo 01 conseguiu realizar todos os experimentos com bastante organização e êxito, na Figura 23 é possível observar a interação do grupo ao ensinar uma integrante do outro grupo que está em pé, a qual foi tirar uma dúvida a respeito de como associar as pilhas.

Figura 23– Alunos integrantes do grupo 01 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Nas primeiras aulas experimentais o grupo solicitou a presença do professor algumas vezes para auxiliar nos cortes dos fios metálicos, já no decorrer das outras aulas acabaram criando essa habilidade, outro fato importante é que eles conseguiram

dividir bem as tarefas para cada integrante do grupo, enquanto alguns ajudavam na montagem outros alunos observam juntamente aos demais os experimentos e anotavam os resultados obtidos nos questionários que foi entregue para cada grupo. O entusiasmo do grupo ao ascender o LED era irradiante, sempre tiravam fotos e postavam nas redes sociais, ficaram muito contentes em todos os resultados obtidos.

Já o grupo 02 foi menos organizado, inclusive teve uma pequena discussão na primeira aula devido o manuseio dos experimentos pois uma aluna estava reclamando devido um outro aluno querer fazer a parte da montagem e não querer anotar ,então o professor com o papel de orientador sugeriu que como era 4 experimentos cada aluno fazia o trabalho de manuseio nos experimentos restantes e então a confusão acabou porém ela apenas observou o experimento e fez as anotações e o grupo conseguiu elaborar todo o seu circuito e fazer a atividade experimental completa, assim como nos demais experimentos, sem confusão e como eles haviam combinado. O bom dessas estratégias é que todos participaram de uma certa forma mais efetiva.

Figura 24 – Alunos integrantes do grupo 02 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Deu para notar o entusiasmo e a satisfação dos alunos assim como no grupo 01. Vale ressaltar que os alunos pediram e fizeram questão de tirar foto. Ainda sobre

o grupo 02, o experimento 2 que envolvia os resistores não pôde ser completado em sala de aula devido ao tempo, como já mencionado na seção do produto educacional o grupo deveria ter inserido dois resistores de resistência diferente, então foi sugerido que o grupo terminasse em casa e trouxesse na próxima aula e assim foi concluído essa atividade.

O grupo 3 ilustrado pela Figura 25, em que um dos integrantes não estava presente por alegar não gostar de foto. Assim como os demais grupos tiveram todas as atividades realizadas, e sempre terminava a prática primeiro, então ao observar melhor o grupo na tentativa de entender o motivo, percebeu-se que um dos alunos tinha uma certa habilidade com o alicate e com fios elétricos, então ao questionar o que ele fazia, ele acabou admitindo trabalhar com som automotivo e ainda comentou que tinha muita coisa que fazia no trabalho sem entender o motivo, apenas de forma mecânica e com as aulas já entendia melhor o funcionamento dos resistores e capacitores.

Figura 25 – Alunos integrantes do grupo 03 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Além da organização, o grupo 3 era muito participativo e interagiu com outros grupos, por terminar sempre primeiro, ficava apenas auxiliando quando algum aluno solicitava. Esse ocorrido não estava nos planos da SD, mas foi uma situação adversa que aconteceu mais de uma vez e isso mostra o grau de comprometimento dos alunos e o prazer que eles tinham ao realizar as atividades, e por fim assim como nos demais a satisfação era intensa ao término da prática e conseguir observar o fenômeno.

O grupo 04, ilustrado na Figura 26, diferentemente do grupo 03 tinha mais dificuldade com o manuseio de certos materiais, mesmo com o passar das aulas experimentais, mas a organização do grupo era muito boa e conseguiram realizar todas as atividades experimentais no tempo da aula.

Figura 26 – Alunos integrantes do grupo 04 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Outra curiosidade relevante desse grupo é que uma das alunas relatou o medo enorme que tinha em manusear esses aparelhos, e ao conversar com ela sobre esse assunto, ela comentou que havia sofrido um choque quando criança e perdido uma pedaço do dedo, mas que com as informações obtidas nas aulas o medo tinha amenizado e conseguia já manusear o circuito, ou seja, ela já entendia que para causar um efeito mais grave no ser humano precisaria de uma corrente maior e as pilhas não traziam risco eminente.

Dentre todos os grupos, o grupo 5 (Figura 27) era o que mais se atrapalhava na montagem, por falta apenas de atenção, as vezes ligavam as pilhas erradas, outra vez ligavam o LED na posição invertida e ele não ascendia, isso gerou um pouco de estresse no grupo, mas problema resolvido com o decorrer das aulas experimentais, tirando essa parte da atenção, era um grupo unido mesmo com as adversidades que ocorria e conseguiram também executar todos os procedimentos experimentais de forma correta.

Figura 27 – Alunos integrantes do grupo 05 realizando a construção de circuitos elétricos proposta por essa pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa.

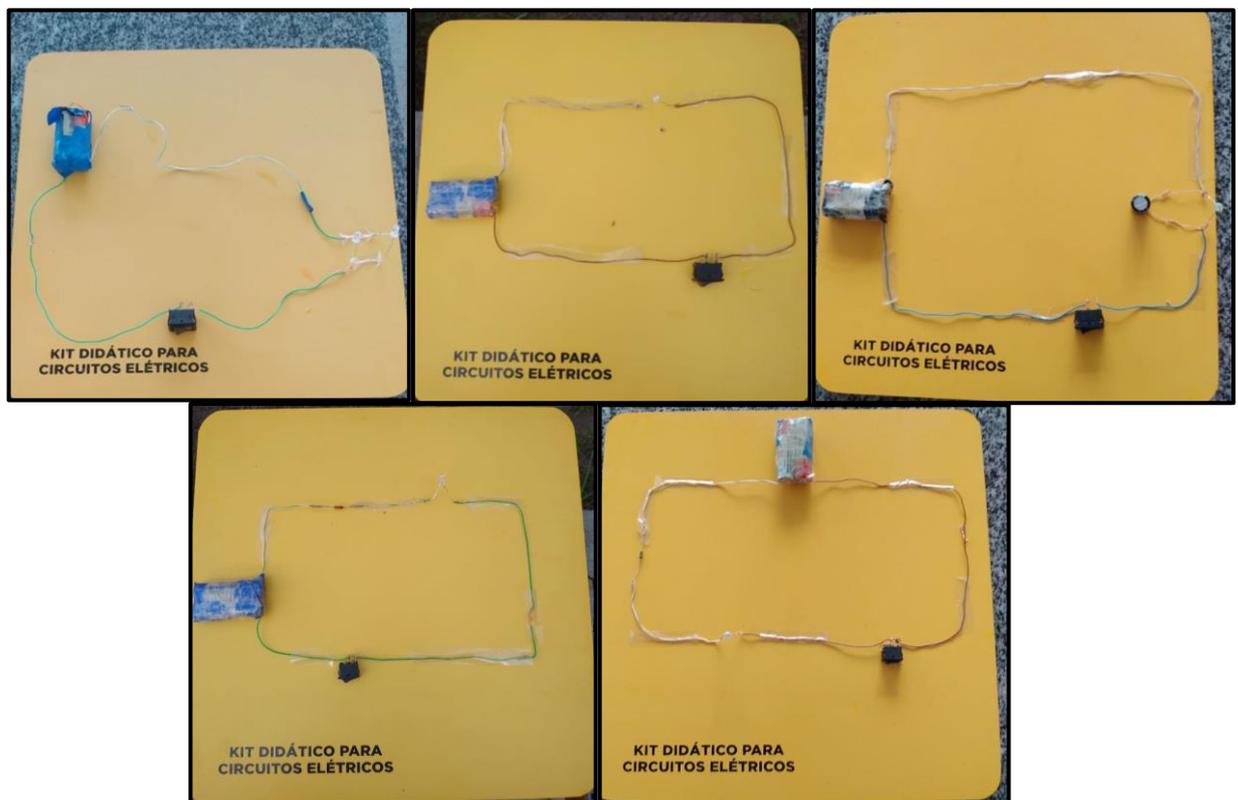
A Figura 28 mostra alguns experimentos realizados pelos alunos. Vale ressaltar que algumas vezes eles ficavam comparando os circuitos com outros grupos e conversando sobre o fenômeno observado, essa troca mútua também foi inesperada e mostra mais uma vez o quão empolgados com os seus resultados eles estavam, considero como um dos momentos mais interessante, observou-se a necessidade deles em querer divulgar, mostrar de uma certa forma seus resultados. Foi perceptível também os grupos conseguindo fazer a diferenciação de conhecimentos, eles notavam e sempre comentavam a diferença dos circuitos a cada vez que algo novo era introduzido, alguns dos circuitos montados encontram-se na Figura 29.

Figura 28 – Alunos comparando os circuitos elétricos montados por eles.



Fonte: Dados do Autor.

Figura 29 – Alguns dos circuitos montados pelos grupos.



Fonte: Dados do Autor

Além das observações, foram respondidos pelos alunos no roteiro de cada prática experimental um questionário seção 4.3 da Sequência Didática (APÊNDICE C) que os ajudou bastante na formulação do conhecimento científico, onde no desenvolvimento dessa atividade foi possível notar os alunos discutindo bastante suas respostas, e convertendo-as em assertivas como é apresentado abaixo.

No Experimento I, sobre corrente elétrica, geradores e receptores ao ser perguntado aos grupos, qual a voltagem da pilha utilizada nos experimentos, todos responderam de forma correta, para responder esse questionamento os grupos leram os rótulos das pilhas, como foi ensinado para eles a importância de ler as instruções de um equipamento antes de utilizá-lo. Esse conhecimento pode evitar um acidente, caso seja ligado um aparelho de 110 V em uma tomada de 220 V por exemplo.

No segundo questionamento desse experimento perguntou-se qual a voltagem das pilhas ao serem associadas, e novamente 100% dos alunos afirmaram ser de 3 V. Esse resultado evidencia o subsunçor inserido no cognitivo do aluno sobre associação de geradores, mesmo que não tenha sido aprofundado nessa pesquisa, mas os alunos podem relacionar em uma outra ocasião, caso seja abordado sobre esse assunto. A questão 3 é sobre a intensidade da corrente elétrica, quando as pilhas estão associadas em série, o grupo 2 dentre os demais respondeu de forma errada ao afirmar que “sim”. Essa questão já teve um grau de dificuldade mais elevado, e faz parte do processo da diferenciação progressiva onde os alunos vão identificando esses novos assuntos que são inseridos.

A questão 4, está relacionada a identificação da corrente elétrica, uma das questões mais importantes dessa etapa, pois ela mostra a evolução do conhecimento dos alunos em relação ao questionário inicial, esse novo conhecimento adquirido pelos alunos foi construído quando perguntou-se o motivo ao qual o LED ascende quando o interruptor encontra-se fechado, em que todos os grupos responderam de forma correta. Logo em baixo, na Tabela 2 é possível observar a forma como os grupos se expressaram, pois nela encontra-se as respectivas justificativas do interruptor fechado no circuito.

Através das respostas é possível notar, que os grupos compreenderam que para a passagem de corrente elétrica em um fio metálico é necessário a existência de uma diferença de potencial que é liberado assim que o interruptor se encontra fechado.

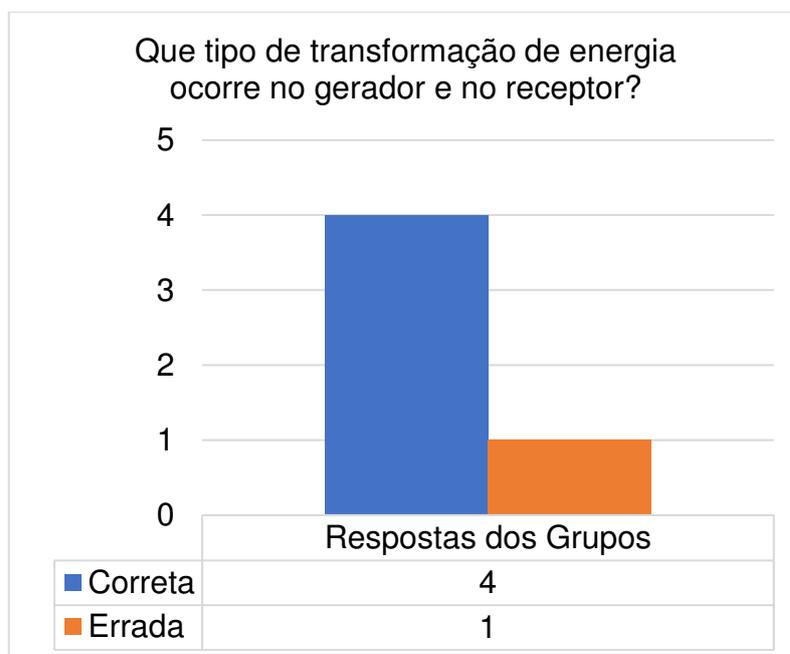
Tabela 2 – Respostas dos grupos na questão 4 do experimento 1, que justifica o interruptor fechado no circuito.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“Permite a passagem de corrente”
GRUPO 2	“Possibilita que a corrente elétrica chegue até a lâmpada”
GRUPO 3	“Quando está fechado existe passagem de corrente elétrica”
GRUPO 4	“A corrente elétrica consegue chegar até o Led”
GRUPO 5	“O interruptor fechado permite a passagem da corrente pelo fio metálico”

Fonte: Dados do Autor.

A questão 5 é para os alunos identificarem quem é o gerador e o receptor no circuito, novamente os 5 grupos responderam de forma correta, apontado as pilhas como gerador e os LEDs como receptores no circuito. Seguindo o raciocínio, o Gráfico 7 mostra os resultados ao perguntar aos alunos qual o tipo de transformação ocorria nos geradores e nos receptores.

Gráfico 7 – Questão 6 do Experimento I, onde os alunos deveriam identificar a transformação que ocorre no gerador e no receptor do circuito elétrico.



Fonte: Dados do Autor.

O Gráfico 7 retrata que um dos grupos responderam de forma incorreta, isso mostra que um dos grupos não aprendeu bem sobre transformação de Energia, em particular, a que ocorre no gerador e no receptor de um circuito elétrico. O grupo que respondeu de forma equivocada, foi o grupo 2 novamente, mais uma vez mostra que a desorganização do grupo como foi observado durante as práticas refletiu em uma informação incorreta, a Tabela 3 mostra as respectivas respostas coletadas do grupo.

Tabela 3 – Respostas dos grupos na questão 6 do experimento 1, que identifica as transformações de energia no circuito.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	Gerador: “Energia Química em Energia Elétrica” Receptor: “Energia Elétrica em Energia Luminosa”
GRUPO 2	Gerador: “Energia Mineral em Elétrica” Receptor: “Energia Elétrica em Energia Luminosa”
GRUPO 3	Gerador: “Reações Químicas dentro da pilha que transformam em Elétrica.” Receptor: “Energia Elétrica em Energia Luminosa.”
GRUPO 4	Gerador: “Energia Química da pilha em Elétrica” Receptor: “O Led recebe a Energia Elétrica e transforma em Energia Luminosa.”
GRUPO 5	Gerador: “Energia Química em Elétrica” Receptor: “Energia Elétrica em Energia Luminosa”

Fonte: Dados do Autor.

As respostas dos alunos, reflete demais o que foi falado em sala de aula sobre o funcionamento das pilhas e a diferença do gerador e receptor, isso mostra que os alunos conseguiram compreender e assimilar a transformação de energia de forma correta na pilha e no LED. Apenas o grupo 2 que relatou de forma equivocada e ao notar a resposta do grupo, foi solicitado que eles explicassem por que responderam que na pilha ocorre transformação mineral em elétrica, e eles responderam que é devido ao carvão mineral que ela possui. Ou seja, ocorreu apenas uma confusão entre as reações químicas que ocorre no carvão mineral presente na pilha.

Interessante falar sobre a participação de um aluno que aplicou o conhecimento adquirido em uma situação sua do dia a dia, como Ausubel fala uma aprendizagem é

significativa ao ser aplicada na realidade de cada um. O aluno ligou o farol de uma moto com o interruptor controlando assim a passagem de corrente e mandou a foto no grupo da pesquisa para compartilhar essa aplicação com todos, como mostra a Figura 30, onde ele comenta na imagem que é “viciante”, isso mostra que te fato a aula foi proveitosa e que ele gostou de fazer o manuseio desses equipamentos.

Figura 30 – Aplicação da montagem de um circuito em uma situação cotidiana, em que o aluno liga o farol da sua moto com um interruptor externo, controlando a passagem de corrente da bateria.



Fonte: Dados da Pesquisa.

No segundo experimento, onde foi introduzido os resistores nos circuitos do experimentos 1 os alunos seguiram as instruções de montagem e puderam observar, analisar e responder ao questionário que possibilita conhecer o retorno dos alunos em relação a construção do conhecimento, então, primeiramente foi perguntado aos grupos o que acontece com o LED ao colocar o resistor 1 e todos conseguiram responder de forma correta. Logo abaixo na Tabela 4 encontra -se as respostas que justifica o 10% de acerto , isso mostra que todos os grupos conseguiram ligar o resistor 1 de forma correta e observar sua principal função.

Tabela 4 – Respostas dos grupos na questão 1 do experimento 2, que identifica o brilho do LED ao introduzir o resistor 1.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“A luminosidade diminuiu”
GRUPO 2	“O brilho diminuiu devido à resistência”
GRUPO 3	“Diminui a passagem de energia”
GRUPO 4	“Ela ficou “fraca””
GRUPO 5	“Seu brilho diminui”

Fonte: Dados do Autor.

Dentre as respostas dos grupos, foi possível notar uma evolução no grupo 2, que além de descrever o que observou, também justificou com o fenômeno físico o motivo pelo qual o brilho do LED diminuiu, isso mostra uma certa evolução na linguagem científica, como traz a BNCC sua importância para a construção do conhecimento científico. Dando continuidade as observações do experimento foi solicitado que eles colocassem um resistor 2, para que eles tomassem conhecimento que há diferentes resistores de resistências diferentes, e ao questionar a mesma pergunta, só que para o resistor 2, todos os grupos responderam de forma correta, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Respostas dos grupos da questão 2 do experimento 2, que identifica o brilho do LED ao introduzir o resistor 2.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“A luminosidade diminuiu mais ainda”
GRUPO 2	“O brilho diminuiu bastante devido à resistência ter aumentado”
GRUPO 3	“Diminui a passagem de energia mais ainda”
GRUPO 4	“Ela ficou mais “fraca””
GRUPO 5	“Seu brilho diminuiu mais”

Fonte: Dados do Autor.

Todos os grupos demonstraram novamente uma eficiência ao ligar o resistor 2 e um bom poder de observação. Na terceira questão desse experimento, para dar continuidade na construção do conhecimento sobre os resistores, foi solicitado aos

grupos que descrevessem a principal função de um resistor elétrico no circuito, as respectivas respostas encontram-se logo mais na Tabela 6.

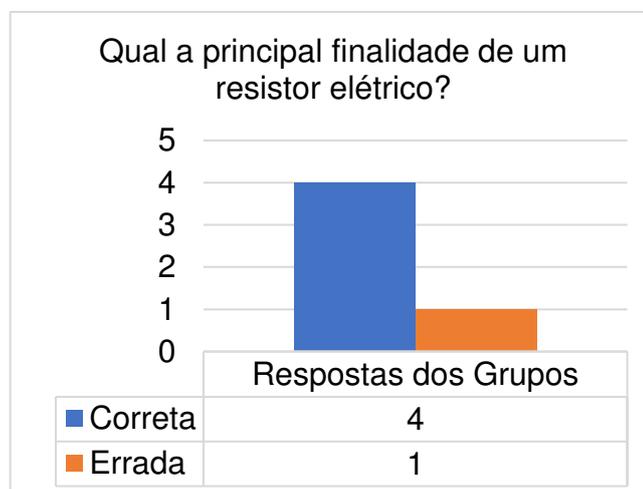
Tabela 6 – Respostas dos grupos da questão 3 do experimento 2, que indicam a principal função de um resistor no circuito.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“Diminuir a passagem de corrente, pois nele ocorre o efeito Jaule”
GRUPO 2	“Dificulta a passagem da corrente, pois uma parte é transformada em calor”
GRUPO 3	“Regular a passagem de corrente elétrica em um circuito”
GRUPO 4	“É responsável pela passagem de corrente elétrica em um condutor, podendo ter resistores de diferentes resistências.
GRUPO 5	“Economizar energia elétrica”

Fonte: Dados do Autor.

O grupo 5 foi o que respondeu de um forma menos elaborada e equivocada, já os demais grupos como o 1 e 2 trouxeram explicações importantes, com o efeito *jaule* e a transformação em calor que ocorre no resistor, o grupo 4 deixou evidenciado a existência de várias resistências, e o grupo 3 mesmo não trazendo algo mais elaborado, também respondeu de forma correta, o Gráfico 8 mostra o desempenho da sala nesse questionamento.

Gráfico 8 – Questão 3 do Experimento 2, onde os alunos deveriam descrever a principal função no circuito elétrico.



Fonte: Dados do Autor.

Apenas o grupo 5, não desenvolveu uma boa resposta para tal questionamento, isso implica que esse conceito não ficou bem elaborado em sua estrutura cognitiva, ou ainda que o grupo como um todo não conseguiu se expressar da devida forma correta. E para finalizar foi pedido que os alunos indicassem a resistência do resistor através da codificação de cores que lhes foram ensinados antes da parte experimental, pois é importante que os alunos conheçam e consigam calcular a resistência somente usando a codificação preparando-os para uma futura situação que possibilite o uso desse conhecimento. Foi observado que todos os grupos responderam de forma correta, ou seja 100% da sala demonstrou propriedade ao calcular a resistência de cada resistor, onde os mesmos deram respectivamente $R_1 = 200\Omega \pm 5\%$ e $R_2 = 2200\Omega \pm 5\%$

O Experimento 3 foi sobre associação dos resistores com o uso de LEDs, onde primeiramente foi solicitado que alunos ligassem os LEDs em série e posteriormente em paralelo, e após a montagem respondessem ao questionário. Sobre esse, a primeira questão teve uma análise interessante pois três dos dois grupos justificaram a um questionamento sobre o brilho dos LEDs quando estes encontravam-se em série. Esperava-se que os LEDs não ascendessem devido a ligação em série precisar de uma tensão maior e todos responderam de forma correta. Isso demonstra também que os grupos fizeram as ligações corretamente, pois caso o LED ascendessem algo estaria errado, devido a tensão elétrica ser insuficiente. A Tabela 7 traz as respectivas respostas de cada um.

Tabela 7 – Respostas dos grupos da questão 1 do experimento 3, que investiga a associação em Série dos LEDs para uma tensão de 3V.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“Não. Elas precisam de uma voltagem maior”
GRUPO 2	“Não pois a ddp nas pilhas é 3 V e não consegue alimentar os LEDs que agora precisam de 6 V”
GRUPO 3	“Não”
GRUPO 4	“Não, precisaria de mais pilhas”
GRUPO 5	“Não consegue brilhar”

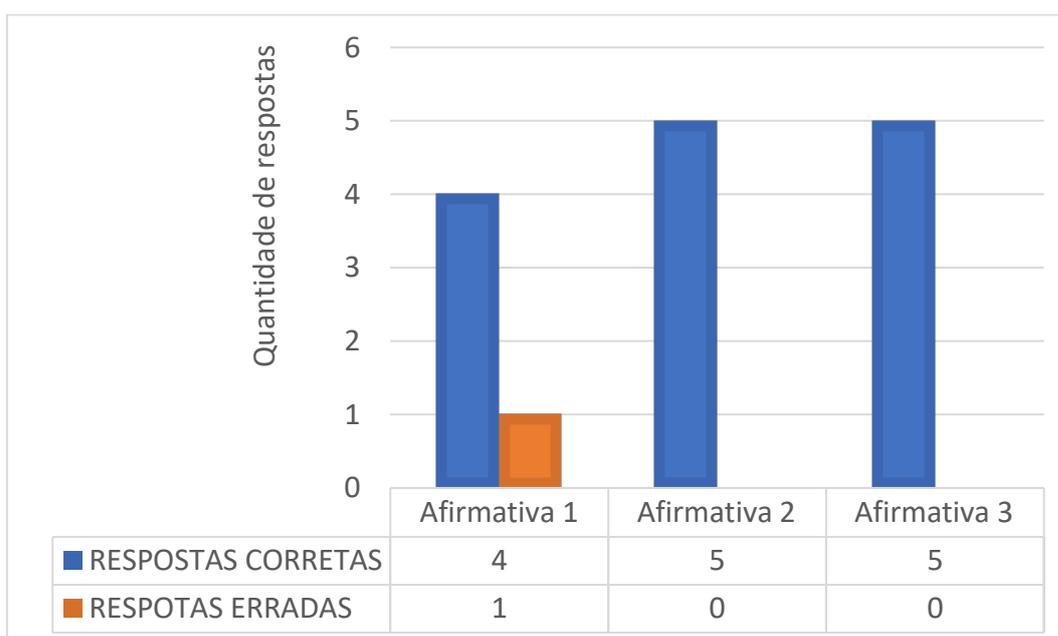
Fonte: Dados do Autor.

Os três grupos que justificam a observação no experimento mostram mais uma vez o efeito das aulas ministradas antes dos experimentos, onde alguns alunos conseguiram associar bem o conceito teórico com a prática, evidenciando a aprendizagem em situação diferente do seu cotidiano e trazendo a importância da prática experimental no Ensino e Aprendizagem. Os grupos 1, 2 e 4 relacionaram a insuficiência da tensão elétrica devido a associação em série nos LED, já os demais grupos apesar de não justificarem responderam de forma correta.

Dando continuidade, a questão 2 trata sobre a característica da associação em série, em que foi solicitado primeiramente que os grupos ligassem os LEDs em série em uma tensão maior, de 6 V, e que observassem e anotassem o que acontecia ao retirar um dos LEDs, todos os grupos responderam de forma semelhante que o outro LED apagava-se também, ou seja, todos os grupos ligaram de forma correta, e conseguiram identificar que a corrente que passa pelos LEDs nesse tipo de associação é a mesma.

Na terceira questão, os alunos foram direcionados a 3 alternativas sobre associação em série que deveriam classificá-las em verdadeiras ou falsas, o Gráfico 9 mostra o desempenho dos grupos aos questionamentos.

Gráfico 9 – Respostas dos grupos sobre as respectivas afirmativas a respeito da associação em série, em que os alunos deveriam classificar cada uma em verdadeiro ou falsa.



Fonte: Dados do Autor.

A primeira afirmativa diz que a corrente é dividida para as duas lâmpadas na associação em série. O grupo 3 foi o único que respondeu de forma errada a afirmativa 1, segundo eles na associação em série a corrente é dividida nos LEDs associados, e isso não é verdade, ao observar o erro foi questionado por que eles decidiram e eles confessaram que não tinha entendido muito bem sobre as características de associação em série e em paralelo, pois para eles a aula de 20 min antes da prática foi muito curta. Já o restante das alternativas que falaram

Em contrapartida as próximas perguntas foram sobre a associação em paralelo estuda também nessa prática experimental, repetindo as mesma perguntas e o mesmo raciocínio para associação em série na questão 4 os alunos deveriam responder sobre o que ocorreu com os LEDs ao associá-los em paralelos e ligá-los na tensão de 3V, a tabela abaixo mostra as respostas de cada grupo.

Tabela 8 – Respostas dos grupos da questão 4 do experimento 3, que investiga a associação em Paralelo dos LEDs para uma tensão de 3V.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“Sim. Pois a voltagem é a mesma para acender os LEDs”
GRUPO 2	“Sim, por que a ddp nos LEDs não se dividem e é os mesmos das pilhas que consegue alimentar os LEDs com 3 V”
GRUPO 3	“Sim, elas brilham na potência máxima”
GRUPO 4	“Sim, as duas pilhas em série são capazes de acender dois LEDs em paralelo, mas não em série”
GRUPO 5	“Sim, diferente do anterior”

Fonte: Dados do Autor.

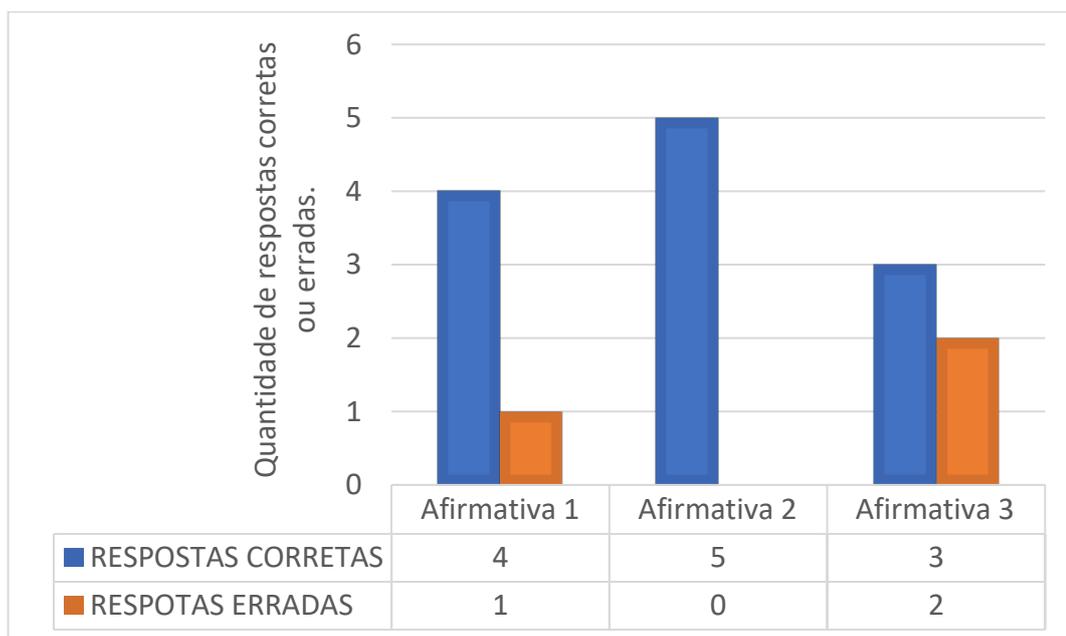
Os grupos, com exceção do 3 e do 5 demonstraram um certo domínio no conteúdo, mas em compensação é possível notar que o grupo 5 identificou e deixou explicito a diferenciação progressiva proposta, pois eles relacionaram um novo conceito ao anterior através da comparação entre os experimentos, e a linguagem científica dos grupos estão evoluindo conforme os experimentos vão se passando, o grupo 2 conseguiu ter um destaque nessa questão em relação a esse avanço. Inevitavelmente na questão 5 ao questionar o que acontecia com o LED ao retirar um deles na associação em paralelo, todos os grupos também comentaram em relação a

associação em série, pois eles conseguiram observar que diferentemente o outro LED permaneceu brilhando no máximo do seu potencial.

E para finalizar na sexta questão, os alunos foram direcionados a 3 alternativas sobre associação em paralelo que deveriam classificá-las em verdadeiras ou falsas, o Gráfico 10 mostra o desempenho dos grupos aos seguintes questionamentos:

- Afirmativa 1 - A corrente é dividida para as dois LEDs nesse tipo de associação.
- Afirmativa 2 - A diferença de potencial é dividida para as dois LEDs nesse tipo de associação.
- Afirmativa 3 - A resistência equivalente é menor do que a resistência de cada LED no circuito.

Gráfico 10 – Respostas dos grupos sobre as respectivas afirmativas a respeito da associação em paralelo, em que os alunos deveriam classificar cada uma em verdadeiro ou falsa.



Fonte: Dados do Autor.

O grupo 3 novamente confundiu a primeira afirmativa, do mesmo modo que no exercício anterior semelhante a esse sobre associação em série. A afirmativa 2 todos corresponderam de forma positiva e já na última afirmativa foi perceptível a dificuldade dos alunos em compreender que a soma das resistências inversas na associação em paralelo resultará em uma resistência menor do que em cada um dos resistores, essa dificuldade foi notada na aula expositiva e na aula prática apenas 3 grupos

conseguiram analisar de forma correta a alternativa, afirmando que a resistência equivalente é menor do que a resistência de cada LED no circuito.

No quarto e último experimento foi introduzido e testado o funcionamento do capacitor no circuito elétrico, os alunos perceptivelmente gostaram muito dessa parte da aula. Durante as aulas foi comentado algumas aplicações dos capacitores como por exemplo para ligar o flash de uma câmara, os alunos ficaram curiosos em entender melhor sobre como isso ocorre e isso levou uma participação mais efetiva nesse experimento em relação aos demais. Em relação as questões que auxiliaram na montagem do conhecimento, na primeira questão foi perguntado o que aconteceria com o LED que estava associado ao capacitor alimentado pela tensão de 3 V, se fosse desligar o interruptor da pilha, e todos os grupos testaram e responderam de forma correta, além de mostrar que a montagem do circuito estava correta os alunos ainda explicaram com propriedade o que aconteceu ao desligar o interruptor, como pode-se observar na Tabela 9.

Tabela 9 – Respostas dos grupos da questão 1 do experimento 4, que investiga o brilho do LED ligado a um capacitor alimentado por 3V.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“O capacitor armazena energia que irá fazer o LED permanecer acesa por alguns segundos”
GRUPO 2	“O capacitor ainda fica com uma quantidade de carga armazenada suficiente para ascender por alguns segundos”
GRUPO 3	“Vai perdendo o brilho gradativamente”
GRUPO 4	“O Brilho diminui aos poucos pois o capacitor libera a energia armazenada”
GRUPO 5	“A energia do capacitor é liberada e ascende o LED ainda por um tempinho.”

Fonte: Dados do Autor.

Os grupos além de observarem bem, trouxeram em suas respostas que o capacitor libera essa energia armazenada relativamente rápida e gradativa, pois ele não é capaz de produzir novas cargas apenas de armazenar. Consecutivamente na segunda pergunta foi questionado a função do capacitor e todos responderam

corretamente, as respostas de cada grupo está representado logo abaixo na Tabela 10, em que de um modo geral as respostas foram muito semelhantes.

Tabela 10 – Respostas dos grupos da questão 2 sobre a função do capacitor.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“Armazenar cargas elétricas”
GRUPO 2	“Armazenar Energia elétrica”
GRUPO 3	“Armazenar cargas elétricas”
GRUPO 4	“Guardar cargas Elétricas”
GRUPO 5	“Armazenar para liberar quando necessário e carga elétrica”

Fonte: Dados do Autor.

Já a última questão dessa etapa solicita para os grupos relatarem a diferença entre a bateria e a pilha, ao serem perguntado se poderia afirmar que ambos tinham a mesma função. E novamente todos os grupos responderam de forma positiva, as respostas encontram-se na Tabela 11, possibilitando afirmar que os alunos de um modo geral conseguiram compreender bem a função e a aplicação do capacitor. Vale ressaltar que apesar de não ter sido questionamento sobre a composição do capacitor através do campo elétrico nos experimentos, foi comentado na aula expositiva antes da aula prática.

Tabela 11 – Respostas dos grupos da questão 3 do experimento 4, identifica a diferença entre o gerador e o capacitor.

GRUPOS	RESPOSTAS
GRUPO 1	“Não pois ele não gera elétrons”
GRUPO 2	“Não, pois a bateria pode produzir novas cargas”
GRUPO 3	“Não, por que ele não produz novos elétrons o que faz ele descarregar mais rápido”
GRUPO 4	“Não pois ele não gera elétrons como a bateria faz no processo de transformação de Energia Química em Elétrica”
GRUPO 5	“Não, pois a bateria tem a capacidade de produzir cargas através da reação química.”

Fonte: Dados do Autor.

É possível destacar nas respostas dos grupos que diferentemente do que ocorreu no questionário pré-teste na primeira aula dessa SD os alunos conseguiram diferenciar a funcionalidade desses dois aparelhos em um circuito. Além disso o grupo 4 e o grupo 5 trouxeram em suas justificativas a transformação de energia que ocorre na pilha vista no experimento 1.

Todos os experimentos realizados juntamente com as aulas expositivas dessa etapa ajudaram os alunos a criarem uma organização conceitual mais elaborada de acordo com que iam observando os experimentos, onde foi notado o aumento na linguagem científica e uma estrutura cognitiva mais rígido, todos esses pontos mostra a importância da experimentação para o Ensino de Física como um todo e evidência o processo de diferenciação progressiva em que os alunos ancoravam um novo conhecimento com um anterior a medida que as aulas iam passando e vale ressaltar que nesse processo eles identificavam e até mesmo comparavam resultados entre os circuitos e entre os grupos, segundo Moreira 2012, os novos conceitos vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente, devido a interação que ocorre com o cognitivo dos alunos (MOREIRA, 2012).

6.4 Avaliação Final da Sequência Didática: Reconciliação Integrativa.

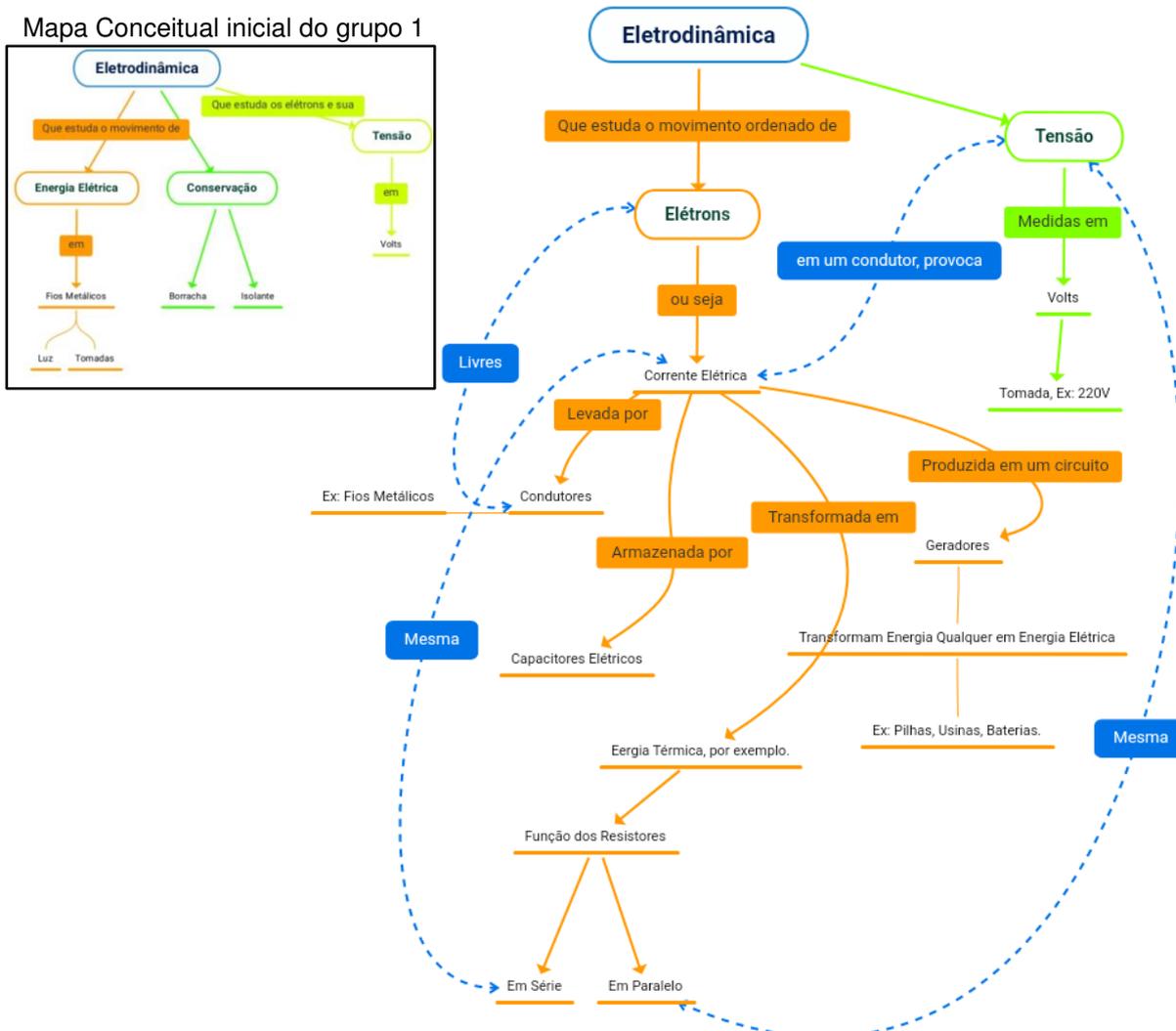
Após a intervenção das aulas ministradas nessa SD foi observado um desenvolvimento do conhecimento, mas para melhor analisar foram utilizados nessa etapa a reconstrução do mapa conceitual inicial, onde os grupos através do *App Mindomo* os grupos tiveram a possibilidade de editar seus mapas e fazer as correções e acrescentar elementos caso julgassem necessário e além disso na última aula da SD os alunos individualmente responderam a um questionário final com questões objetivas sobre alguns conceitos da Eletrodinâmica e subjetivas sobre o desempenho da SD e as dificuldades enfrentadas no decorrer da aplicação.

Esse momento é importante para avaliar o processo de Ensino e Aprendizagem e os próprios alunos observarem a reorganização em sua estrutura cognitiva, pois segundo Moreira (2012 p. 6) “Elementos existentes na estrutura cognitiva com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação são percebidos como relacionados, adquirem novos significados e levam a uma reorganização da estrutura cognitiva.” esse tipo de relação significativa, é referido como reconciliação integrativa

(MOREIRA, 2006). De já antes de iniciar a avaliação dos mapas de cada grupo, é oportuno dizer que no momento em que os grupos reviram seus mapas, alguns tiveram reação de espanto, outros riram ironicamente do próprio mapa, um aluno do grupo 2 relatou em sala que o seu mapa estava “pobre” isso de certa forma demonstra uma autocrítica realizadas por eles e conseqüentemente já mostra que aprenderam algo a mais durante a SD.

A Figura 31 mostra o novo mapa conceitual produzido pelo grupo 1, nele é inevitável observar a evolução em relação ao primeiro mapa (miniatura ao lado), ao amadurecimento de ideias e conceitos, a estrutura hierárquica de conceitos e a validação dos exemplos.

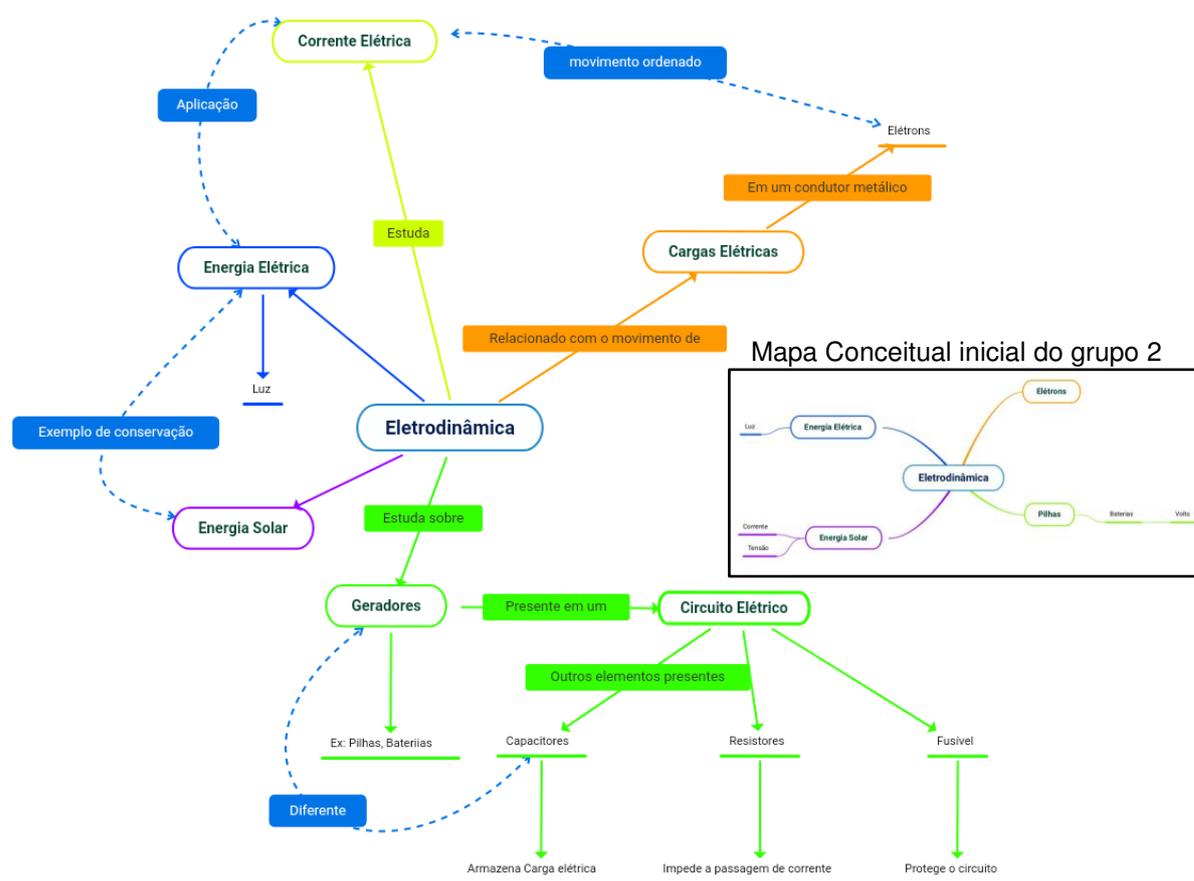
Figura 31 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 1 no *App Mindomo*.



O grupo 1 manteve as palavras chaves: Elétrons e Tensão, porém agregou e ligou com novos conceitos, o grupo trouxe o conceito de corrente, a causa da corrente, a função de um capacitor, a função de um gerador, transformação de energia nas pilhas e nos resistores e exemplificaram com coerência alguns dos pensamentos, trouxeram também os dois tipos de resistores e indicaram com ligações as suas principais características.

Já o grupo 2 mostrou um mapa mais estruturado em relação ao primeiro (miniatura ao lado) como mostra a figura abaixo.

Figura 32 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 02 no *App Mindomo*.



Fonte: Dados do Autor.

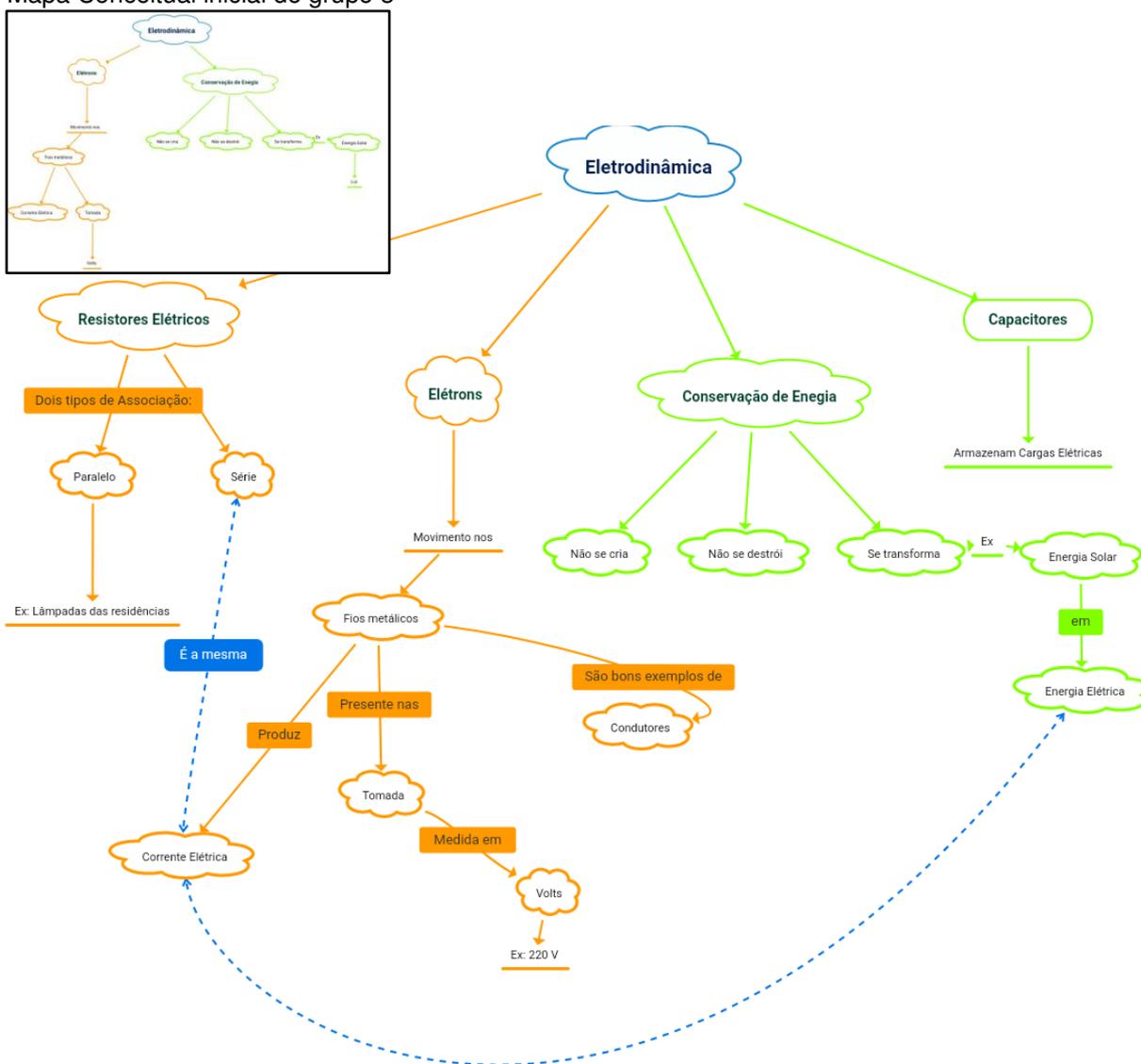
O grupo 2 trocou dois conceitos interessantes, no primeiro mapa inicial eles haviam colocado como um palavra-chave: pilhas e elétrons. Já no segundo mapa esses conceitos foram substituídos respectivamente por: geradores e cargas elétricas,

com isso eles incorporaram os conceitos e melhoraram a hierarquia deles. Além disso, colocaram mais um conceito chave que foi o de circuito elétrico, em que trouxeram os elementos que foram trabalhados, geradores, resistores e até mesmo o fusível que não foi trabalhado nos experimentos, mas foi trabalhado na leitura dos textos após a intervenção didática, isso demonstra também a importância da leitura na construção do conhecimento.

O grupo 3 por sua vez manteve a palavra – chave sobre conservação de energia e não modificou nenhuma preposição da mesma, a figura abaixo ilustra bem.

Figura 33 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 3 no *App Mindomo*.

Mapa Conceitual inicial do grupo 3



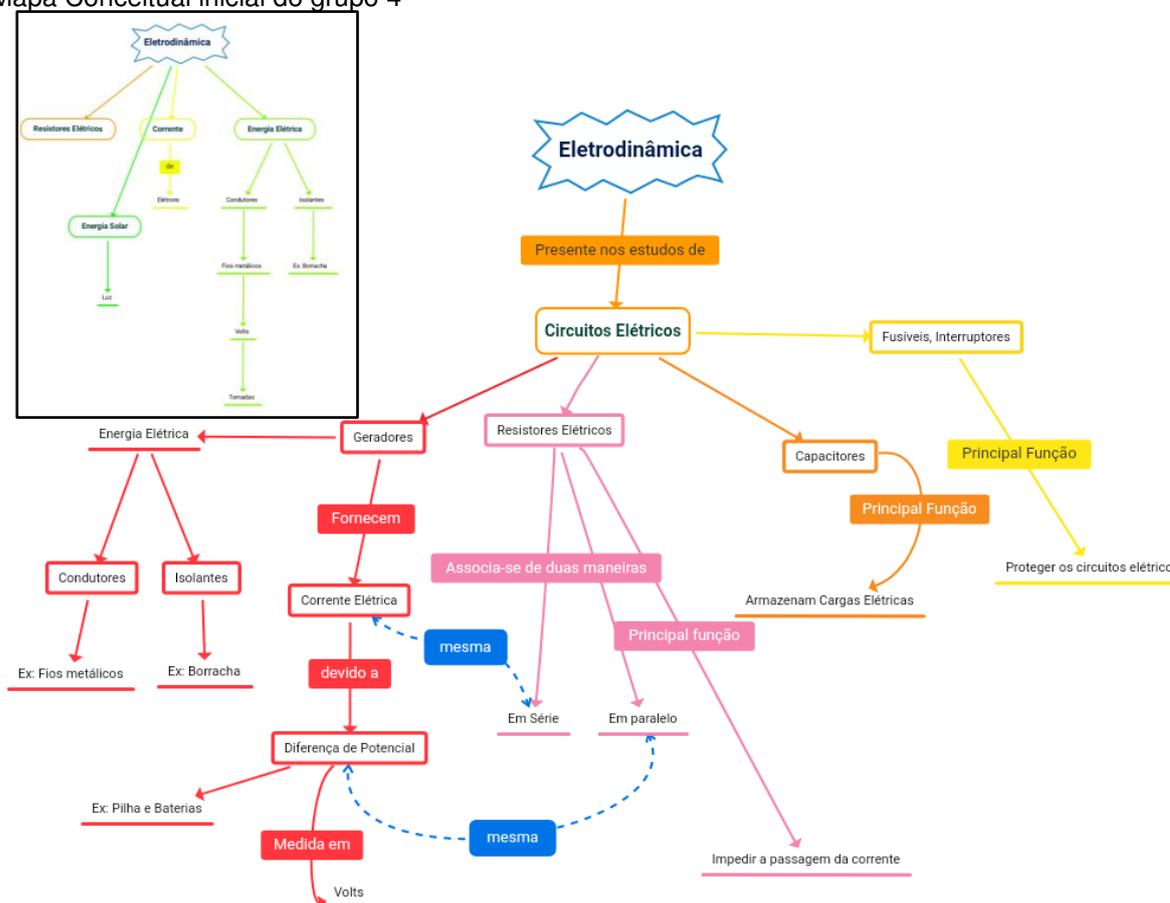
Fonte: Dados do Autor.

Já a palavra – chave, elétron, foi ligada a mais conceitos e aumentou seu nível hierárquico, além disso outras palavras chaves foram inseridas como a de capacitores em que trouxeram a sua principal função e sobre a palavra-chave, resistores, apenas diferenciaram os tipos de associação sem se ater a função, fizeram uma ligação transversal caracterizando a associação em série usando a proposição de que possuem a mesma corrente. Trouxeram também 3 exemplos válidos, mas um deles chamou mais atenção, em que exemplificaram a associação em paralelo com as lâmpadas das residências como foi comentado nas aulas expositivas e dialogada, como é possível notar na Figura 33.

O grupo 4 fez um mapa baseado nos circuitos elétricos trabalhados em sala de aula em que desenvolveram os conceitos de resistores, geradores, interruptores, capacitores e corrente elétrica (Figura 34), bem diferente do mapa inicial em miniatura.

Figura 34 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 4 no *App Mindomo*.

Mapa Conceitual inicial do grupo 4



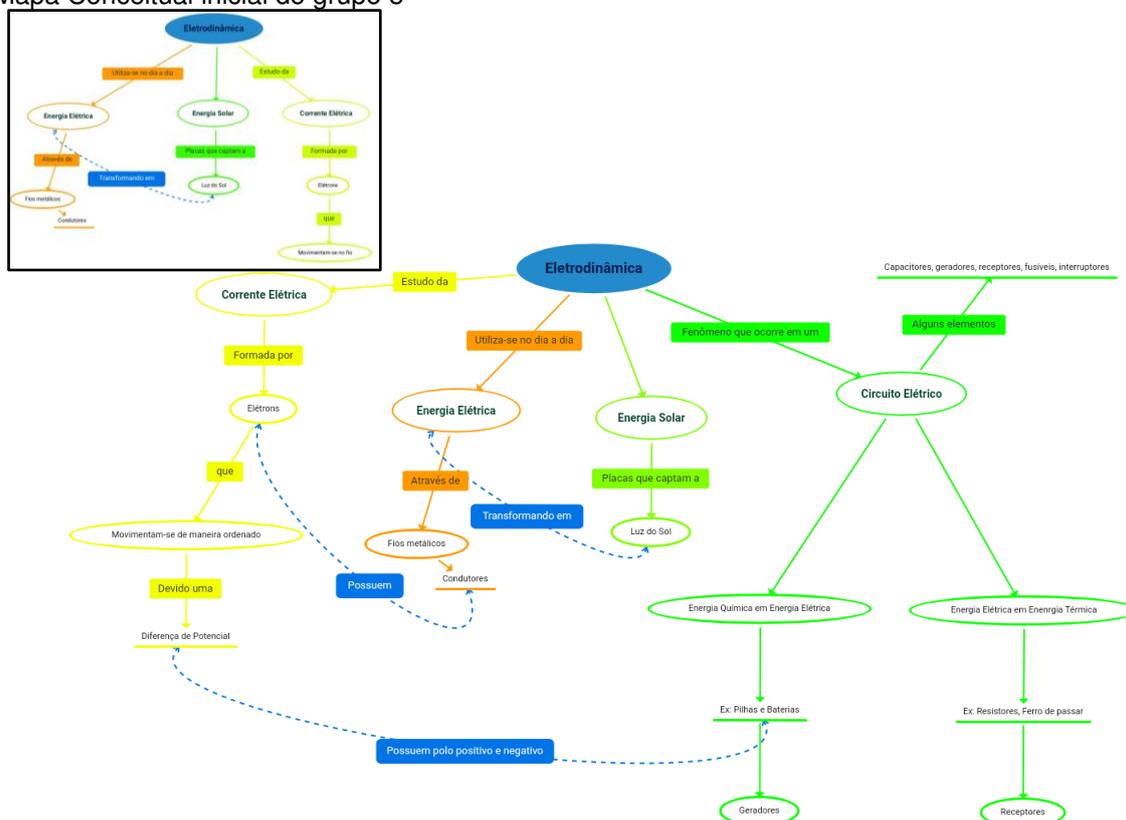
Fonte: Dados do Autor.

Durante os experimentos o grupo sempre teve uma organização muito boa, e ao realizar o mapa conceitual mais uma vez destacou-se, onde os alunos separaram as palavras-chaves por cores o que facilita ao leitor identificar ainda mais a hierarquia do mapa. Fizeram duas ligações transversais, trouxeram exemplos significativos, a principal função de cada um dos componentes do circuito elétricos, assim como o grupo 2 comentaram sobre o fusível que foi trabalhado em uma parte do texto lido em sala de aula. Em relação ao mapa anterior o grupo 4 trouxe a palavra-chave dos resistores porém nada disseram, isso mostra que esse conceito estava jogado no seu cognitivo de forma arbitrária e literal, eles já tinham estudado sobre resistores mas não conseguiram relatar nada sobre pois aprenderam por memorização, os próprios alunos relataram essa vivência durante a construção do novo mapa conceitual, que diferentemente dessa vez o grupo trouxe a função, as associações dos resistores, como é perceptível na Figura 34 acima

O novo mapa final do grupo 5 encontra-se logo abaixo na Figura 35.

Figura 35 – Mapa Conceitual final, após a intervenção das aulas práticas produzido pelo grupo 5 no *App Mindomo*.

Mapa Conceitual inicial do grupo 5



Fonte: Dados do Autor.

O grupo 5 conservou suas palavras-chaves sem modificar muito os conceitos, apenas o da corrente elétrica que foi alterado, porém agregou a palavra-chave: circuito elétrico onde indicou os componentes presente nos circuitos as transformações que ocorrem nos geradores e nos receptores em comparação com o mapa inicial do grupo, aumentou também o número de ligação transversais, que segundo Novak, representa uma boa estrutura cognitiva em que os alunos relacionam conceitos.

Durante a construção desse novo mapa conceitual, todos os grupos fizeram uma espécie de avaliação, pois todos os grupos permaneceram com alguns conceitos do mapa inicial que julgaram como corretos, mas o interessante foi que todos eles também agregaram palavras – chaves, separaram melhor hierarquicamente falando, aumentaram as proposições e ligações transversais e efetivaram os exemplos dados. Os mapas conceituais de Novak evidenciaram a reconciliação integrativa que ocorre na aprendizagem significativa de David Ausubel, o resumo dos critérios identificados nos mapas segundo a avaliação de Novak, encontra-se logo abaixo na Tabela 12.

Tabela 12 – Quantidade de critérios de avaliação de Novak tragos e válidos pelos grupos no mapa conceitual final.

CRITÉRIOS DE NOVAK	QUANTIDADE VÁLIDA									
	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5	
	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS
Proposições	2	6	0	6	1	5	0	7	4	8
Ligação Transversais	0	4	0	4	0	1	0	2	1	3
Hierarquia (cada nível)	2	4	1	3	3	3	3	4	3	3
Exemplos	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2

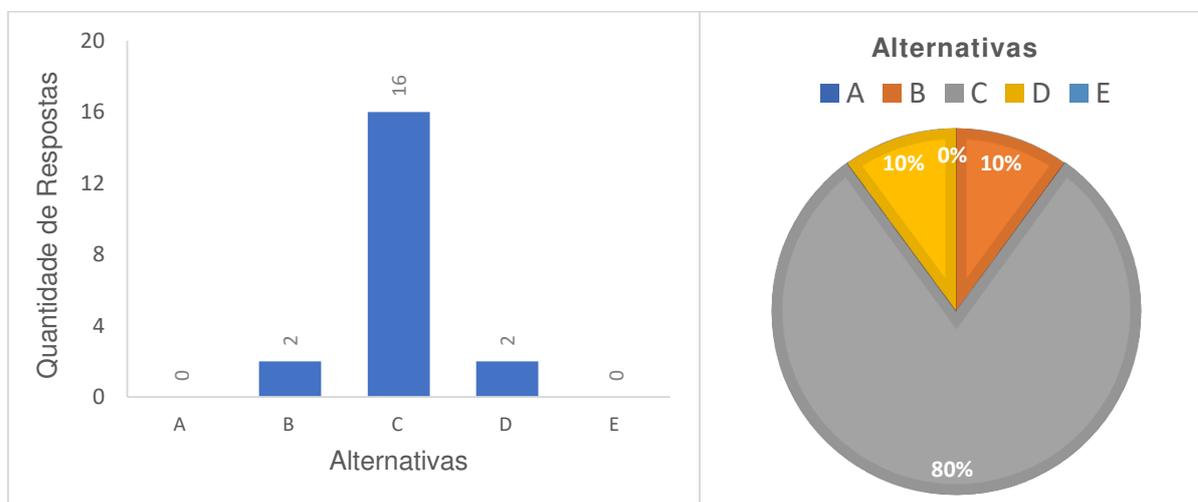
Fonte: Dados do Autor.

Segundo Moreira, 2012 “A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa”. O professor deve avaliar o mapa pela interpretação a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa, nesse sentido comparando com os valores da Tabela 1 dos mapas conceituais iniciais é perceptível a evolução dos alunos em relação a agregações de conceitos, utilização

de proposições para relacioná-los, exemplificação efetiva, um aumento no nível de hierarquia e uma organização estrutural.

Além do mapa conceitual, como já mencionado anteriormente, para poder avaliar o desempenho dos alunos também de forma individual, foi aplicado um questionário final que encontra-se no APÊNDICE B do Produto Educacional (APÊNDICE C), com questões objetivas e subjetiva, onde diferentemente do questionário inicial as questões que trata sobre Eletrodinâmica foram pescadas de bancos de questões da internet e algumas dessas feitas adaptações e as outras questões subjetivas trata-se de um diagnóstico da aprendizagem subsidiada por essa SD, em que o alunado relatou suas dificuldades, facilidades, críticas, sugestões a respeito desse processo. De maneira ordenada, a primeira questão trata sobre corrente elétrica em um condutor metálico e seus sentidos: real e convencional. A resposta correta, é a alternativa c e foi selecionado por 16 alunos como mostra o Gráfico 11.

Gráfico 11 – Representação em coluna e setores das respostas escolhidas pelos alunos na primeira questão do questionário final, em que a alterna “c” é a correta.



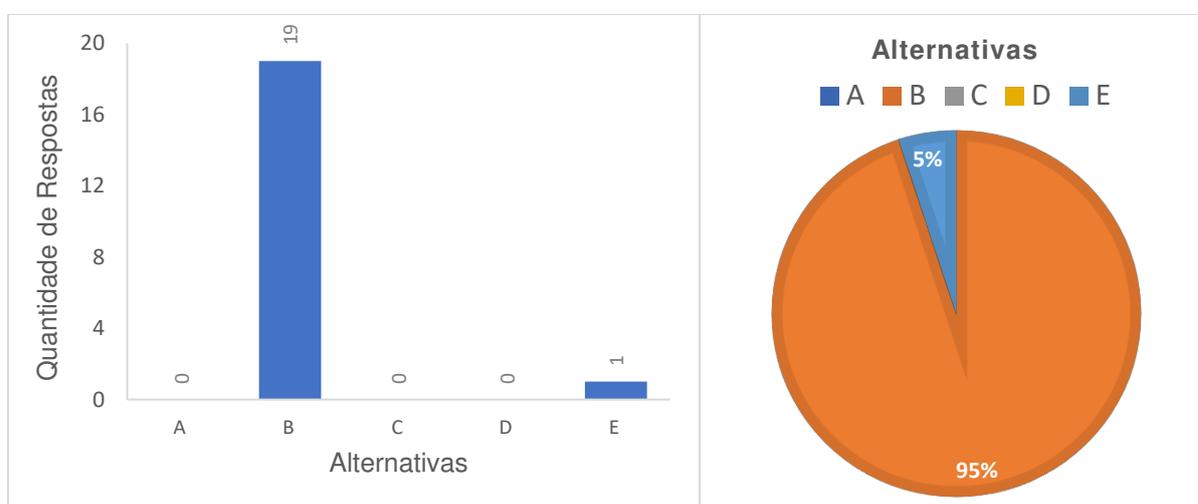
Fonte: Dados do Autor.

Esse número corresponde a cerca de 80% da sala, dois alunos ao marcarem a alterna b, acabaram confundindo elétrons com prótons e 2 alunos que marcaram a alternativa se equivocaram em relação ao sentido da corrente elétrica. Entretanto, um número de alunos considerável respondeu a alternativa correta, isso demonstra um domínio maior dos conceitos a respeito da corrente elétrica, em comparação com o questionário inicial que apenas 4 alunos tinha respondido de forma correta o conceito

de corrente, e em relação as concepções do alunos que confundiram os elementos presentes no átomo, o sentido percorrido pela corrente, também se modificaram com o tempo, pois eles foram agregando significado ao conceito durante a aplicação da SD.

Completando essa primeira questão, na questão dois, foi questionado a unidade usada para se medir intensidade de corrente elétrica, a resposta correta é a alternativa b, indicada por 19 alunos, como ilustra o Gráfico 12.

Gráfico 12 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na segunda questão do questionário final, em que a alterna “b” é a correta.



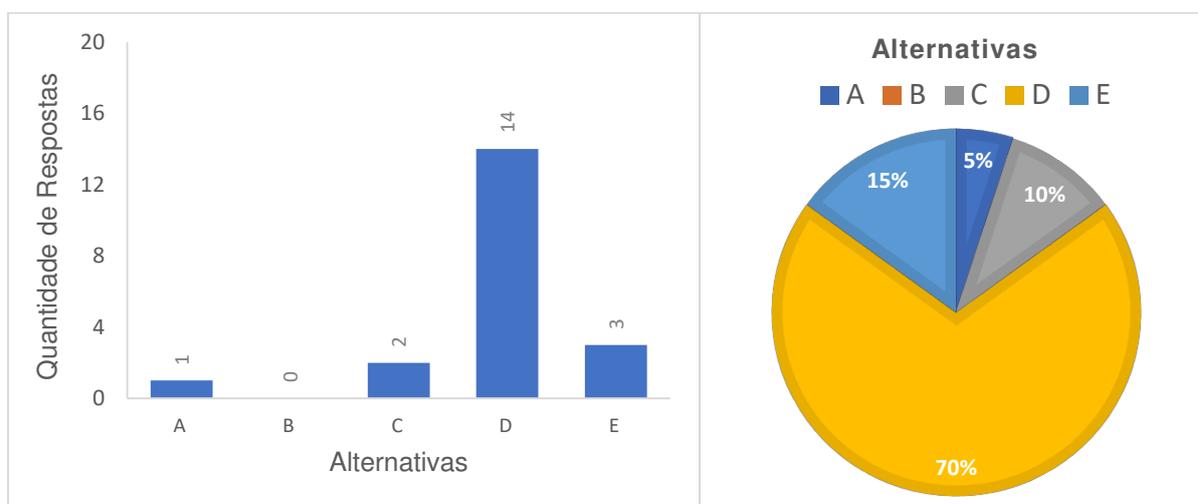
Fonte: Dados do Autor.

O motivo escolhido pela essa questão se dá pelo erro bastante comum observado pelo pesquisador do referido trabalho durante sua experiência em sala de aula, que é, a falta de conhecimento e associação de resultado com a unidade de medida correspondente, visto isso, foi sempre mostrado e trabalhado com os alunos durante toda a aplicação as respectivas unidades e para averiguar o efeito desses momentos trabalhados, pensou-se nessa segunda questão apontada acima, em que o número de assertiva correspondeu a cerca de 95% da sala, isso representa um indício de que essa unidades foram bem trabalhada, apenas 1 aluno acabou optando pela alternativa “e”.

Como durante a aplicação da SD foi trabalhado o efeito fisiológico causado pela corrente elétrica pensou-se nesse questionamento para avaliar o desempenho dos alunos sobre choques elétricos, em que a alternativa correspondente a essa questão é a letra d, que indica que uma pessoa em uma situação normal, ao entrar em contato

com uma tensão de 220 V sofrerá fibrilação ventricular que pode ser fatal, para responder a essa questão alguns alunos utilizaram a primeira lei de Ohm, já outros responderam intuitivamente pelo que havia sido estudado na leitura do texto na etapa 2 dessa SD. O Gráfico 13 ilustra as alternativas escolhidas pelos alunos e o percentual de assertiva.

Gráfico 13 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na terceira questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.

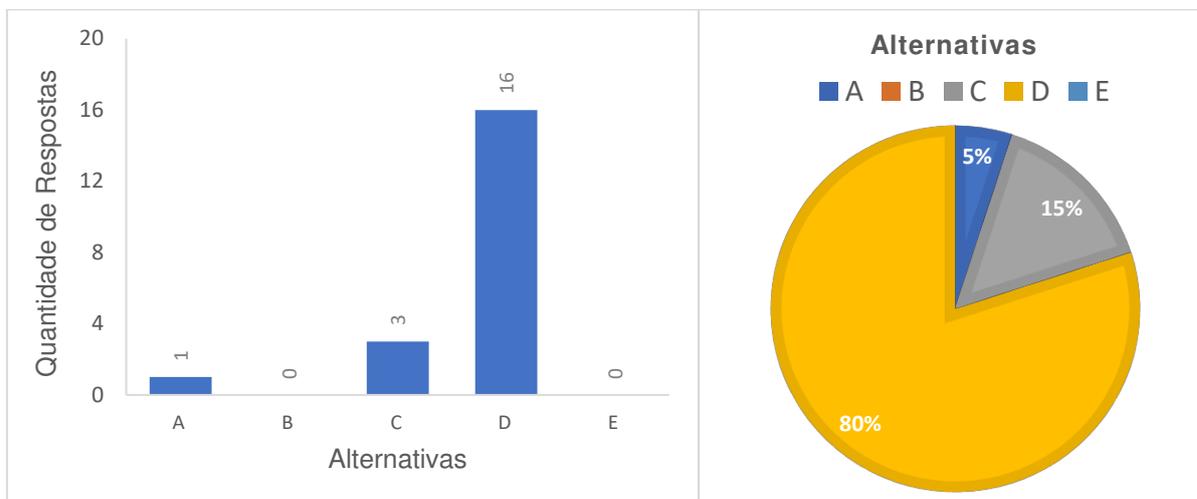


Fonte: Dados do Autor

Cerca de 70% acertou a questão, os demais 30% que responderam equivocadamente tentaram responder utilizando a primeira lei de Ohm, isso mostra a dificuldade deles nas operações básicas da matemática, pois dos cinco alunos, quatro deles puseram os valores correspondente na fórmula, mas, na hora de efetuar a divisão não conseguiram, um agravante muito grande pois, devido a pandemia os alunos tiveram a 1ª Série e a 2ª Série na modalidade remota e somente no segundo semestre da 3ª Série estavam na modalidade híbrida, esse é um efeito em consequência do momento pandêmico vivido, observado pelo pesquisador.

A questão quatro, é correspondente a associação de resistores em paralelo, em que os alunos analisaram 4 afirmativas em verdadeiro ou falsa, possibilitando averiguar seus conhecimentos sobre as características dessa associação relacionada com a diferença de potencial e a corrente elétrica do circuito e também sobre a resistência equivalente. A alternativa correta novamente é a letra d, o Gráfico 14 mostra o desempenho da turma nessa questão.

Gráfico 14 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na quarta questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.

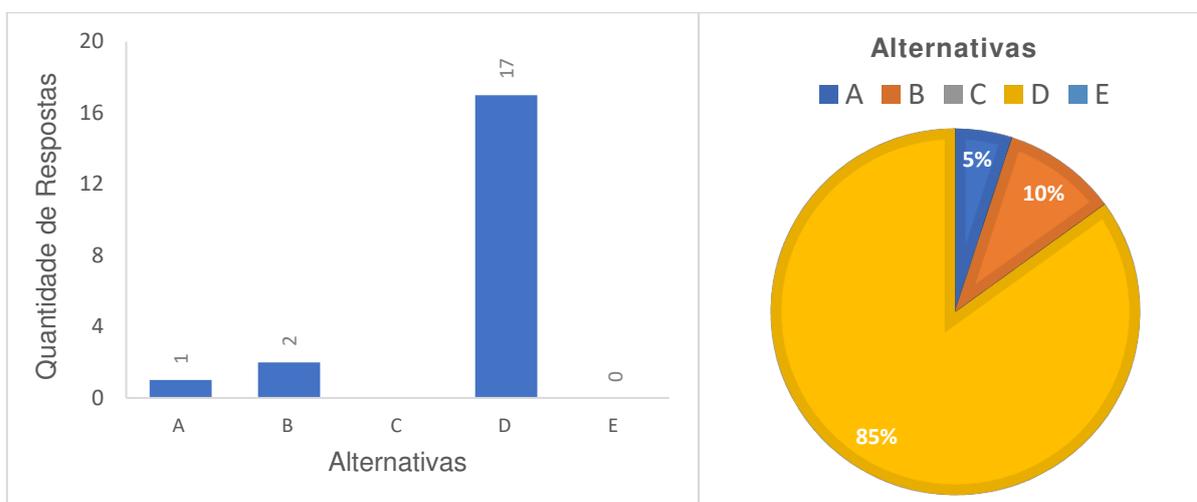


Fonte: Dados do Autor.

O gráfico acima, ilustra que 80% da sala respondeu ao questionamento de forma correta, além disso mostra que um dos alunos acabou marcando a alternativa “a”, confundindo a primeira afirmativa em que ele indicou que o resistor equivalente na associação em paralelo não é menor do que a menor resistência de um dos resistores. E três alunos marcou equivocadamente a letra “c”, onde avaliando as alternativas pode-se notar a dificuldade desses alunos em compreender as características de cada associação, percebe-se assim que não ficou bem organizado em sua estrutura a diferença dessas associações, o que pode ter sido uma falta de comprometimento do aluno em apreender ou a abordagem não ter sido favorável para que eles aprendessem de forma significativa.

Em contra partida, a quinta questão buscou averiguar o conhecimento dos alunos em relação a associação em série, através da seguinte indagação: A resposta correta para essa pergunta é a alternativa “d”, pois na associação em série, as resistências elétricas de cada resistor se somam, cerca de 85% da sala tiveram marcaram corretamente, como ilustra o Gráfico 15. Todos os alunos que acertaram a questão quatro, conseqüentemente acertaram a questão cinco, isso demonstra que esses alunos compreenderam a diferenciação dessas duas associações de resistores, e um dos alunos que errou anterior acabou acertando a questão cinco, por isso houve uma porcentagem um pouco maior em relação a questão anterior.

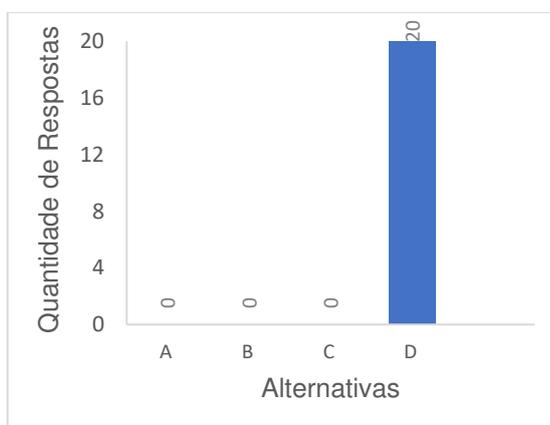
Gráfico 15 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na quinta questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.



Fonte: Dados do Autor.

E por fim, para finalizar essa série de perguntas objetivas sobre Eletrodinâmica foi questionado aos alunos sobre os capacitores onde a assertiva dessa questão é a letra “d”, que afirmava que o capacitor e a bateria são diferentes, um dos motivos é que o capacitor fornece energia ao circuito e a bateria extrai do circuito, armazena e libera a energia. Todos os alunos assinalaram de forma correta, o Gráfico 16 mostra a efetividade das respostas.

Gráfico 16 – Representação em coluna/setores as respostas escolhidas pelos alunos na sexta questão do questionário final, em que a alterna “d” é a correta.



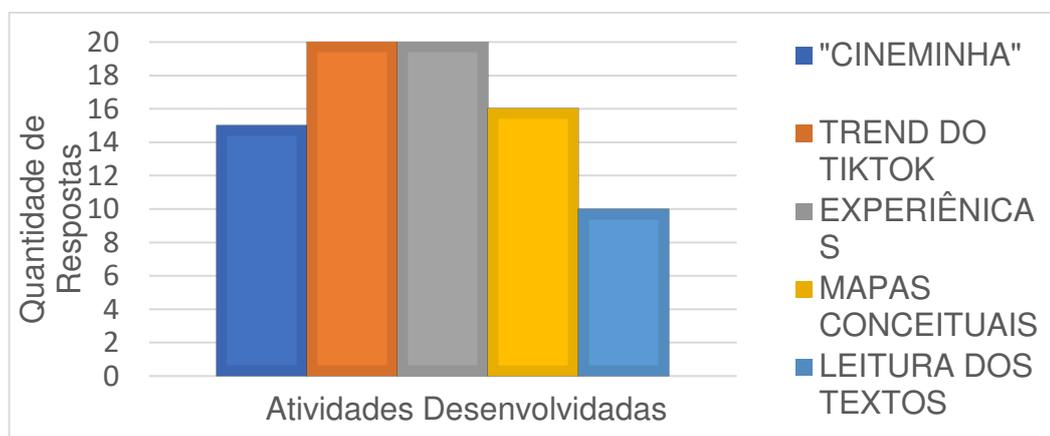
Fonte: Dados do Autor.

O gráfico acima, retrata o que foi observado durante os experimentos, todos os grupos ficaram bem empolgados com o resultado do brilho do LED ao ligá-lo no

capacitor e observar a dissipação gradativa do mesmo, diferenciando-o da bateria, conhecimento que alguns alunos não tinham como foi observado no questionário inicial. De um modo geral, todos esses dados obtidos nessas seis questões em comparação com o questionário inicial demonstra a evolução dos conceitos alternativos, mais básicos, que foram sendo modificados gradualmente pelo subsunçores, e a relações entre as ideias e os conceitos, foram diferenciados onde alunos apontaram as diferenças e semelhanças de alguns conceitos evitando assim, que as ideias sejam dissipadas, estruturando ainda mais seu cognitivo (Moreira, 2012).

Ainda no questionário, na questão sete, foi perguntado aos alunos quais das atividades trabalhadas, leitura do texto, “cineminha”, intervenção didática, experimentos, mapas conceituais lhe chamaram mais atenção e por qual motivo. Os alunos poderiam escolher mais de uma alternativa então cada atividade poderia receber de a 0 a 20 escolhas. O Gráfico 17 mostra a preferência dos alunos.

Gráfico 17 – Atividades preferidas escolhidas pelos alunos ao responderem à questão sete do questionário final, em que cada aluno poderia escolher mais de uma.



Fonte: Dados do Autor.

É notório que todos os alunos, apontaram como atividade preferida a *trend* do *tik-tok*, essa escolha se deu muito pelo momento de diversão em sala e também por ser algo atual da convivência deles, mas de certa forma, foi uma das atividades mais produtivas que teve nessa SD. Além disso, outra atividade que recebeu status de preferida com 20 votos, foi as experiências, isso mostra a importância dessa metodologia para o Ensino de Física, não somente por que facilita, mas também por

que conseqüentemente os alunos gostam de trabalhar com a prática, com a “mão na massa”. A atividade que recebeu uma menor preferência, foi a leitura do texto, acredita-se que isso ocorre justamente pelo pouco hábito de ler que a maioria dos alunos de um modo geral possui e por fim, muitos alunos gostaram do vídeo e da utilização dos mapas, correspondente a um número de 15 e 16 alunos respectivamente. A Tabela 13, traz algumas respostas dos alunos ao perguntar quais as atividades preferidas por eles.

Tabela 13 – Algumas respostas da sétima questão, em que os alunos optaram por sua(as) atividade(s) preferida(s).

ALUNOS	RESPOSTAS
Aluno “A”	“Com os experimentos ficou mais fácil observar os fenômenos, e com a <i>trend</i> do <i>tik tok</i> ficou bem claro o quanto faço coisas erradas ao manusear a eletricidade”
Aluno “B”	“A parte experimental foi a que mais gostei, adorei ver o funcionamento dos aparelhos elétricos utilizados como os resistores e capacitores.”
Aluno “C”	“A parte da leitura do texto foi “chocante”, os riscos de incêndio, morte, acidentes em geral com eletricidade são muitos grandes”
Aluno “D”	“[...] Além dos experimentos teve os mapas conceituais que organizavam melhor as minhas ideias”
Aluno “E”	“[...] Outra coisa que achei interessante foi a história da eletricidade no vídeo, me fez imaginar como as pessoas construíram tudo o que sabemos hoje”

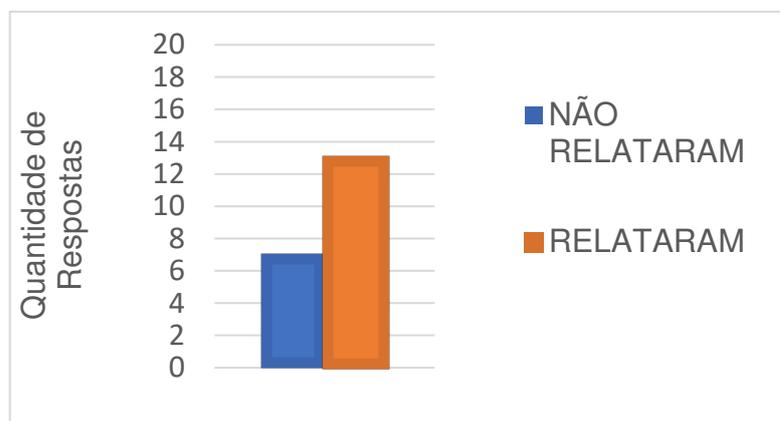
Fonte: Dados do Autor.

Vale ressaltar que todos os alunos justificaram a sua escolha, isso mostra a satisfação deles em falar, opinar de uma certa forma e contribuir de forma brilhante para esse trabalho.

Já na questão de ordem oito, foi questionado quais as dificuldades apresentadas durante as aulas mediadas pela sequência didática, o Gráfico 18 retrata que 13 alunos sentiram alguma dificuldade e 8 não relataram, esse momento foi muito importante pois o professor tem a possibilidade de fazer uma reflexão sobre a metodologia

aplicada, podendo dessa forma obter uma melhor performance em uma futura aplicação.

Gráfico 18 – Quantidade de alunos que relataram as dificuldades apresentadas na aplicação da SD.



Fonte: Dados do Autor.

A Tabela 14 traz algumas das dificuldades relatadas pelos alunos, como tinha algumas dificuldades parecidas, não foi exposto todas as trezes.

Tabela 14 – Algumas respostas da oitava questão, em que alguns alunos relataram suas dificuldades.

ALUNOS	RESPOSTAS
Aluno "A"	"Na parte dos experimentos achei o tempo curto para realizar e analisar cada experimento, acho que daria para fazer até mais bonito o experimento"
Aluno "B"	"Tive dificuldade no começo de me comunicar com o meu grupo, pois eu queria também fazer o experimento, mas durante o restante das aulas eu realizei e consegui me comunicar melhor com eles".
Aluno "C"	"A única dificuldade que senti foi em responder as questões que envolve matemática nesse questionário, mas participei bastante das aulas e isso me ajudou"
Aluno "D"	"Tive dificuldade em fazer o primeiro mapa conceitual com o meu grupo, e também a explicação do professor deveria ser mais tempo antes dos experimentos"

Fonte: Dados do Autor.

Dá para observar tanto na resposta do aluno “A”, como no aluno “D” que alguns alunos acharam pouco o tempo e não conseguiram assimilar muito bem, inclusive um desses alunos foi o mesmo que respondeu a questão dos resistores de forma equivocada, o aluno “B” é pertencente ao grupo 2 que teve um conflito como relatado na observação então isso gerou um pouco de desconforto e acabou gerando como uma dificuldade, e aluna “C” assim como outros alunos sentiram dificuldade em responder a questão 3 por envolver uma operação matemática de divisão ao utilizar a lei de Ohm para respondê-la.

Em relação aos mapas conceituais foi perguntado aos alunos na questão nove como os mapas tinham interferiram na construção do conhecimento. Todos os alunos responderam que os mapas surtiram um efeito positivo, mas apenas 8 deles justificaram esse efeito, a tabela abaixo mostra alguns relatos referente a esse questionamento.

Tabela 15 – Algumas respostas da nona questão, que relataram como os mapas conceituais interferiram na construção do conhecimento.

ALUNOS	RESPOSTAS
Aluno “A”	“De forma positiva, pois me ajudou a organizar os conceitos da eletrodinâmica”
Aluno “B”	“De forma facilitadora, pois de fato a aprendizagem fica mais clara”
Aluno “C”	“Com os mapas eu consigo ter uma observação melhor dos conteúdos”
Aluno “D”	“De forma muito positiva, inclusive irei continuar usando para estudar”

Fonte: Dados do Autor.

Para que não ficasse muito retórico, como alguns alunos tiveram a mesma linha de pensamento que outros, foi trago apenas quatro comentários, onde é possível observar na Tabela 15 que o aluno “A” relatou a facilidade encontrada em organizar os conteúdos com o uso do mapa conceitual, o aluno “B” descreveu uma aprendizagem mais clara, da mesma forma que o aluno “C” e outro alunos que não foram colocados seus relatos na tabela, o aluno “D” chamou a atenção pois ele afirmou que continuará utilizando os mapas em outras situações, esse comentário, juntamente com os demais demonstra que a utilização desse recurso cumpriu o objetivo esperado

como papel organizador, facilitador e de aprendizagem nos conceitos de Eletrodinâmica.

E por fim, na última questão foi indagado, como os experimentos aplicados nessa sequência didática resultaram na construção do conhecimento. Da mesma forma que nos mapas conceituais todos os alunos responderam de forma positiva, porém diferentemente, todos os alunos justificaram suas experiências, a Tabela 16 mostra alguns relatos dos alunos.

Tabela 16 – Algumas respostas da décima questão, que relataram como os experimentos interferiram na construção do conhecimento

ALUNOS	RESPOSTAS
Aluno "A"	"Essencial. Por que na prática é melhor para aprender"
Aluno "B"	"De forma positiva, pois foi muito bem explicado e consegui observar os fenômenos"
Aluno "C"	"Muito bom os experimentos, fazer de fato algo sozinho e depois compartilhar é muito bom, experimento simples, mas me senti o próprio Tesla"
Aluno "D"	"Foi a primeira vez que acho que entendi algo de física"
Aluno "E"	"Com o experimento ficou mais fácil observar o fenômeno da corrente, a função dos resistores e capacitores"

Fonte: Dados do Autor.

Visto as respostas dos alunos, mais uma vez é perceptível a importância da experimentação do Ensino de Física, apesar de ser respostas simples, mas a sinceridade desses alunos mostra a carência desse tipo de metodologia abordada no Ensino de Física. É necessário cada vez mais incentivar os professores a melhorarem suas metodologias, programas como MNPEF possibilita esse incentivo, não somente nos questionários, mas na observação é possível notar a vontade do aluno em fazer o experimento e averiguar o conhecimento. Todo o questionário final foi essencial para verificar o desenvolvimento do Ensino e Aprendizagem da Eletrodinâmica, bem como a metodologia aplicada nessa SD.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Saindo do cenário brasileiro do Ensino de Física, até o local de partida desse trabalho na cidade de Esperantina, é possível observar que há relutância no uso de metodologia tradicionais em algumas escolas, onde o professor não se preocupa com a participação mais efetiva do aluno no processo de Ensino e Aprendizagem. Devido essa problemática que acarreta em tantas outras, é indispensável o desenvolvimento desse trabalho possibilitado pelo programa, Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), que possui por objetivo principal auxiliar na disseminação dos problemas enfrentados na rede de Ensino Básico, qualificando o professor de Física no exercício de sua profissão e no ato de desenvolvimento de técnicas e produtos para o ensino.

Partindo da Teoria de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel, com a aplicação do questionários pré-teste e dos mapas conceituais de Novak, foi perceptível a existência de alunos subsidiados por uma aprendizagem mecânica, pois ao perguntar sobre alguns conceitos básicos da Eletrodinâmica nos questionários, havia muitas respostas sem fundamentos, algumas concepções alternativas trazidas de anos anteriores que foram virando “bola de neve” na estrutura cognitiva. E durante a construção dos mapas conceituais, a Tabela 1, ilustra o resumo da falta de estrutura do cognitivo do aluno, onde tinha-se mapas, seguindo os critérios de avaliação de Novak, sem uma hierarquia, sem uso de proposições para ligar conceitos, poucos exemplos válidos e sem ligações transversais entre conceitos-chaves. Isso acontecia com a maioria dos alunos, já outros alunos traziam consigo uma certa “bagagem” de conteúdos válidos, mas que precisavam ser desenvolvidos. Seguindo a teoria de Ausubel, o aluno sempre traz consigo algo de experiência, cabe então ao professor criar subsunçores para que possam ser ancorados com essa “bagagem” e transformado em uma aprendizagem significativa.

Diante disso, foram realizadas duas intervenções didáticas na tentativa de criar esses subsunçores, uma delas foi a realização de um aula em vídeo, que para chamar mais atenção dos alunos foi tratada como um momento de cinema, onde foi passado para eles a história da eletricidade e assim que acabou o vídeo teve-se o momento bem participativo do alunos. Alguns pontos lhe chamaram mais atenção, como a criação da primeira lâmpada, as primeiras usinas hidrelétricas, a briga pela corrente contínua e alternada, ou seja, foram temas que posteriormente ao serem

aprofundados no saber científico o aluno poderia ligar e formar um conhecimento mais elaborado, por isso foi de extrema importância a participação positiva dos mesmos. Assim como também na *trend* do *tik-tok*, e na leitura de um texto científico sobre os riscos da eletricidade, onde os alunos observaram e estudaram o efeito fisiológico da corrente elétrica relacionado com o mau uso da eletricidade. Esse momento além de subsunções criou nos alunos a possibilidade de salvar a própria vida ou a de um próximo em situação de riscos iminentes, criando nele um momento de autoavaliação ao manusear certos aparelhos elétricos.

No momento de introduzir o saber científico sobre a Eletrodinâmica, foi realizado aulas expositivas em slides e paralelamente, em grupos, os alunos criaram circuitos elétricos que iam se modificando com o passar das aulas. Momento bastante crucial dessa pesquisa, pois os alunos realizaram a diferenciação progressiva, em que novos conceitos foram lançados na sua estrutura cognitiva e pelos resultados obtidos durante a experimentação, esses conceitos foram ancorados e se diferenciando a medida que os circuitos ganhavam novos elementos, evidenciando um ensino não arbitrário e não literal como defende a aprendizagem significativa de David Ausubel.

Além disso, um dos alunos no grupo de *Whats App*, como ilustrado na Figura 30 trouxe uma vivência sua, em que utilizou o conhecimento que havia acabado de aprender em sala de aula, na solução de um problema seu, relacionado com a ligação de um circuito através de um interruptor em sua moto, evidenciando novamente a aprendizagem significativa. Moreira (2012) traz que a aprendizagem é significativa, assim que o novo conhecimento, passa a significar algo para o aluno, ou seja, que possibilite a resolução e a explicação de novas situações que possam aparecer e ser aplicada em sua realidade e foi exatamente o que esse trabalho proporcionou especificadamente para esse aluno e para os demais.

Durante a utilização dos experimentos e no questionário final também foi observado a empolgação dos alunos e a efetividade das tarefas realizadas por cada um, bem como o desenvolvimento do trabalho em grupo, pois mesmo com alguns conflitos, eles souberam desenvolver a atividade e completar o processo de aprendizagem, isso mostra o quanto a experimentação no Ensino e Aprendizagem de Física assume papel importante como uma ferramenta facilitadora de conhecimento e assimilação de conceitos científicos.

O final da aplicação da sequência didática, foi marcado pelo processo de reconciliação integrativa da teoria de David Ausubel, em os alunos reorganizaram

seus mapas iniciais, reformulando um novo mapa conceitual em que observou a reconciliação integrativa de conceitos, a Tabela 12 mostra uma organização estrutural e hierárquica mais preenchida, ligações transversais, uso de preposição para ligar conceitos e exemplos mais efetivos. Além disso, no questionário final (pós-teste), os alunos apontaram uma melhora significativa na reformulação de conceitos, em consequência da SD subsidiada no Ensino de Eletrodinâmica.

Sendo assim, foi notório que o uso de mapas conceituais assim como os experimentos, tornou-se uma ferramenta facilitadora do Ensino e Aprendizagem, termo trazido pelos próprios alunos nos questionários como mencionado acima nos resultados, onde um dos alunos destacaram o uso dessa ferramenta até mesmo para estudos posteriores, ou seja, os mapas conceituais podem ser considerado também um material potencial dessa SD, fazendo com que os alunos se predispusessem a aprender sobre Eletrodinâmica, confirmando o que Ausubel defende em sua teoria, ao afirmar que os dois critérios para a existência da aprendizagem significativa relacionam-se entre si, ou seja, o material potencial faz com que o aluno tenha uma maior interesse instigando a vontade de estudar no aprendiz (Moreira, 2012).

De modo geral foi observado e constatado por análise qualitativa que a aplicação da sequência didática, envolvendo os mapas conceituais, os experimentos, as aulas expositivas, as leituras e as intervenções didáticas, trouxeram no educador e principalmente no educando uma evolução no que diz respeito a participação, compreensão, elaboração de conceitos, autocrítica, comunicação em grupo, respeito de opiniões diversificadas e aplicação do conhecimento no cotidiano, onde todos esses pontos podem ser considerado indícios de que houve a ancoragem de novos conceitos de forma não literal e não arbitrário, sendo assim, o produto educacional dessa pesquisa tem papel fundamental de potencializar o Ensino de Física, possibilitando sua utilização como um material multiplicador do saber científico, sobretudo no Ensino e Aprendizagem de Eletrodinâmica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, v. 1, n. 2, p. 45-58, 1979. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2020
- ALMEIDA, F. C.; SOUZA, A. R.; URENDA, P. A. **Mapas Conceituais: Avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico**. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2004. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL095.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2021.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L.V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 25, n. 2, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKGDsXw5Dy4R/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2021
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Interamericana, 1980.
- BESSA, V. da H. **Teorias da aprendizagem**. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil AS, 2008.
- BEZERRA, D. P. et al. A evolução do ensino da física – perspectiva docente. **Scientia Plena**, v. 5, n. 9, 2009. Disponível em: <https://scientiaplenua.emnuvens.com.br/sp/article/viewFile/672/342>. Acesso em: 15 set. 2020.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 19 set. de 2020.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 19 set. de 2020
- CARVALHO, A. M. P. de; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 32, n. 94, p. 43-55, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0004. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152655>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- COSTA, F. A. P. da. **Cronologia histórica do estado do Piauí: desde os seus tempos primitivos até a proclamação da República**. Rio de Janeiro: Artenova, 1974, v.1. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID12266_27082019190136.pdf. Acesso em: 26 out. 2020.
- COSTA, L. G e BARROS, M. A. O ensino de física no Brasil: problemas e desafios. **Matemática, Química, Física**. Tradução . Belo Horizonte: Poisson, 2019. .

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36229/978-85-7042-166-1>. Acesso em: 14 jan. 2021.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. **Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: Do Brasil Colônia ao fim da era Vargas**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000400009>. Acesso em: 13 nov. 2020.

EIRAS, W. da C. S. **Investigando as atividades demonstrativas no ensino de Física**. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2003. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL093.pdf>. Acesso: 15 fev. 2021

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006

FERRO, M. do A. B. **Educação e sociedade no Piauí republicano**. Teresina: Fundação Cultural Monsenhor Chaves, 1996.

FEYNMAN, R. P. **Lições de física de Feynman**. Tradução Adriana Válio, Roque da Silva, Kaline Rabelo Coutinho. Porto Alegre: Bookman, 2008. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=3087549>. Acesso em: 14 jun. 2022.

FIGUEIREDO, F. das C. T. S. **Construção e montagem de kits de circuitos elétricos eletrônicos para o ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional no Ensino de Física), Fundação Universidade Federal de Rondônia, UNIR, Ji-Paraná, 2020. Disponível em: <http://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3020>. Acesso em: 23 jan. 2022

FRANCO, D. L. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**, Uberaba - MG, v. 11, n. 1, p. 151–162, 2018. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2664>. Acesso em: 28 abr. 2022.

FREIRE JR., O.; SERPA, L. F.; CARVALHO, M. P. **A presença da história no ensino das ciências: um estudo comparativo entre o Brasil e Portugal (1960-1980)**. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA. Universidade de Évora, 2000. v. 1. p. 720-734.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, J. A. L. de; ZANCAN, M. D. **Eletricidade**. ed. 3. Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria : Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em:

<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2022.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/ZX4cTGrqYfVhr7LvVyDBgdb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 set. 2020.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCggnC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 set. 2020.

GOWIN, D. B., & NOVAK, J. D. (1984). **Learning how to learn**. USA: Cambridge University.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. ed. 9. Rio de Janeiro: LTC, 2009, 3 v. Disponível em: <https://doceru.com/doc/8ccvs5>. Acesso em: 25 fev. 2021

HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das atividades experimentais no ensino de física por meio do enfoque no processo de modelagem científica**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

HEWITT, PAUL G. **Física conceitual**. Tradução Trieste Freire Ricci. Revisão técnica: Maria Helena Gravina. 12.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira . **Censo escolar: 2019**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo>. Acesso em: 19 de set. de 2021.

ISQUIERDO, Emerson Fernandes. **O uso do laboratório de física e a sua eficácia para o processo de ensino-aprendizagem**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/20536>. Acesso em: 19 jan. 2022.

JESUS, W. S. de; LIMA, J. P. M. **Principais instrumentos de coleta de dados** (2011). Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/08572603102012Pesquisa_em_Ensino_de_Quimica_Aula_06.pdf. Acesso em 23 mar. 2022.

LOPES, D. de O.; OLIVEIRA, I. M de. **Órgãos de fomento da pós-graduação brasileira: a história do CNPq e da capes**. In: Congresso Nacional de Educação, Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA3_ID5045_10092018131740.pdf. Acesso: 16 fev. 2021

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. Disponível em: https://www.academia.edu/43066896/Pesquisa_em_Educa%C3%A7%C3%A3o_Abordagens_Qualitativas_vf. Acesso em: 25 jul. 2020

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26361220_Possibilidades_e_Limitacoes_das_Simulacoes_Computacionais_no_Ensino_da_Fisica. Acesso em: 25 set. 2020.

MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. Cândido Batista de Oliveira e seu papel na implantação do sistema métrico-decimal no Brasil. **Revista da SBHC**, n.18, p.3-17, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/268256235_CANDIDO_BATISTA_DE_OLIVEIRA_E_SEU_PAPEL_NA_IMPLANTACAO_DO_SISTEMA_METRICO_DECIMAL_NO_BRASIL. Acesso em: 11 set. 2021

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 5., 2006, Madrid. **Anais...** Madrid: EIAS, 2006.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa** (concept maps and meaningful learning). Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2012.

MOREIRA, M. A; ROSA, P. R. S. **Pesquisa em ensino: métodos qualitativos e quantitativos**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2009.

MOTA, N. da S. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para Aprendizagem de Tópicos da Eletrodinâmica**. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Física) Instituto Federal do Piauí, Campos dos Goytacazes, 2018. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/565224>. Acesso em 18 jan. 2022

MOTOYAMA, S. **Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

MOURA, C. S. **Física para o ensino médio: gravitação, eletromagnetismo e física moderna**. Porto alegre: EDIPUCRS, 2018. Disponível em https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/12475/2/Fisica_para_o_Ensino_Medio_Gravitacao_Eletromagnetismo_e_Fisica_Moderna.pdf. Acesso: 28 fev. 2022.

NOGUEIRA, T. de J. A. M.; FERRO, M. do A. B. **História da Universidade Estadual do Piauí: origem e expansão**. In: VII Congresso Brasileiro de História da Educação, Mato Grosso, 2013. Disponível em: <https://livrozilla.com/doc/1171450/historia-da-universidade-estadual-do-piaui>. Acesso em: 19 jul. 2020.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: Eletromagnetismo**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.

PEDRISA, C. M. Características históricas do ensino de ciências. **Ciências em Foco**, v. 1, n. 1, 2008.

PILETTI, N. **História da educação no Brasil**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1989

REIS, A. de C. C. **Visão panorâmica da história da educação no Piauí: do período colonial ao período imperial**. In: VI Encontro De Pesquisa Em Educação Da UFPI, 2010. Disponível em: <https://silo.tips/download/visao-panoramica-da-historia-da-educao-no-piaui-do-periodo-colonial-ao-periodo>. Acesso em: 12 abr. 2021.

RIBEIRO, J.C. A física no Brasil. **As ciências no Brasil**, v. 1, p. 2, 1955.

RIOS, L C. **Gamificação e suas possibilidades na apropriação de conceitos da ondulatória no ensino médio: um destaque ao jogo eletrônico, produzido a partir do scratch**. Teresina. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física) - Departamento de Física da UFPI. Não publicado.

RODRIGUES, I. L. S. **Paulo Freire e o Ensino de Física – O caráter freireano de relatos de experiência do SNEF**, Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.unirio.br/acessoinformacao/ppgedu/DissertaoPPGEdulgorLboSiqueiraRodrigues.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

ROSA, C. T. W. da; ROSA, A. B. da. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 43, n. 1, p. 3, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.35362/rie4312343>. Acesso em: 25 set. 2021

ROSA, C. T. W da; ROSA, A. B. da. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Ibero-americana de Educação**. v. 58, n. 2. Número especial. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.35362/rie5821446>. Acesso em: 25 set. 2021

RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas psicol.**, Ribeirão Preto , v. 2, n. 3, p. 91-95, dez.1994. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1994000300009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 28 ago. 2022.

SALINAS, S. R. A. Notas para uma História da Sociedade Brasileira de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 351–355, set. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172001000300012>. Acesso em : 12 ago. 2021.

SBF. Simpósio Nacional de Ensino de Física. Boletim.Sociedade Brasileira de Física, Salvador, 1970. SBPC. **História**. s/d. Disponível em: <http://portal.sbpcnet.org.br/a-sbpc/historico/historia/>. acesso em: 18 set. 2020.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. dos S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0167>. Acesso: 13 dez. 2021.

SINNECKER, J. P.; TORT, A. C.; RAPP, R. **Física 3B**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2005.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. v.3. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4233509/mod_resource/content/0/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em_Ciencias-Sociais.pdf. Acesso em: 13 out. 2020

VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. História e historiografia da física no Brasil. **Fênix - Revista De História E Estudos Culturais**, v. 4, n. 3, p. 1-27, 2007. Disponível em: <https://www.revistafenix.pro.br/revistafenix/article/view/674>. Acesso em: 16 ago. 2021

APÊNDICE A - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
Escola: Centro Estadual de Educação Profissional - Leonardo das Dores	
Professor (a): Edmilson Rodrigues Magalhães Filho	
Disciplina: Física	Série/Turma: 3º Série do Ensino Médio.
Data: 01/10/2021 a 22/10/21	Duração: 10 horas – aulas
Tema: Eletrodinâmica	
<p>Objetivos de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar a evolução história dos estudos da Eletrodinâmica; • Formalizar os conceitos científicos de Eletrodinâmica que serão abordados de acordo com o cotidiano do aluno; • Observar a importância do uso de equipamento de segurança quando se trata de eletricidade; • Construir e analisar experimentos que caracterizem os elementos de um circuito elétrico; • Proporcionar a discussão sobre Eletrodinâmica e sua importância para a vida em tempo atuais. 	
<p>Conteúdos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corrente elétrica • Diferença de Potencial • Resistores Elétricos • Associação de resistores • Capacitores Elétricos • Circuitos Elétricos 	
Competências contempladas na BNCC:	Metodologia/etapa que contempla as competências:
Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e	Na etapa 02 é abordado um vídeo que relata a evolução da eletricidade e a partir dele iniciar a discussão para a importância do

<p>colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.</p>	<p>estudo de Eletrodinâmica até os tempos atuais.</p>
<p>Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.</p>	<p>Na etapa 02 é realizado a leitura de texto didático, onde os alunos possam observar a Eletrodinâmica no cotidiano e apontar conceitos sobre alguns fenômenos elétricos e investigar o conceito científico dos mesmos, além de analisar de forma crítica os perigos que o mau entendimento da Eletrodinâmica pode causar.</p> <p>Na etapa 04 é realizado aulas experimentais para que o aluno possa observar, investigar, testar, analisar os conceitos práticos abordados em estudo.</p>
<p>Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.</p>	<p>Durante todas as etapas, iremos utilizar vários meios de comunicação para o estudo como WhatsApp, e-mail que servirão de assessoria para atividades assíncronas, e o aplicativo <i>Mindomo</i> para a criação de mapas conceituais.</p>

<p>Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.</p>	<p>Na etapa 03 os alunos realizam as atividades experimentais em grupos para que exercitem o respeito, compartilhamento de informação, conhecimento e cooperação durante a execução da atividade.</p>
<p>Habilidades contempladas na BNCC:</p>	<p>Metodologia/etapa que contempla as habilidades:</p>
<p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações</p>	<p>Na etapa 02 é realizado a leitura de textos didáticos para que os alunos possam ter o contato com alguns conceitos e definições sobre a Eletrodinâmica.</p>
<p>(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.</p>	<p>Na etapa 02, é apresentado aos alunos a diferença de materiais condutores e isolantes, e será mostrado a aplicação desses materiais no ramo da eletricidade.</p>
<p>(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.</p>	<p>Na etapa 04, é realizado a construção de circuitos elétricos, a fim de ampliar a visão dos alunos no que diz respeito ao funcionamento de vários equipamentos eletrônicos e suas aplicações no cotidiano.</p>

Desenvolvimento metodológico: A presente sequência didática foi pensada em 4 etapas que consta logo abaixo.

Etapa 1:(2 Aulas) Processo de mapeamento das concepções alternativas dos alunos sobre corrente elétrica, dispositivos elétricos, resistores elétricos, com aplicação de um questionário e construção de um mapa conceitual com os conhecimentos prévios.

Etapa 2: (2 Aulas) Uso de vídeo, intervenção lúdica e textos didáticos para mostrar importantes aplicações que o conhecimento sobre dispositivos eletrônicos pode trazer no cotidiano e auxiliar na construção de subsunçores de Eletrodinâmica.

Etapa 3: (4 Aulas) Construção do conhecimento científico com aulas expositivas, dialogadas e experimentais sobre corrente elétrica, resistores, associação de resistores e capacitores elétricos no desenvolvimento e construção de circuitos elétricos.

Etapa 4: (2 Aulas) Avaliação Final sobre os conceitos de Eletrodinâmica com a construção de um novo mapa conceitual e aplicação de um novo questionário.

Recursos Didáticos:

- Computador
- Textos didáticos
- Tesoura
- Cola Branca
- Celulares com *App Mindomo*
- Pilha
- Resistores
- Capacitores
- Fios metálicos encapados
- Alicates de Bico
- Alicates de Corte
- Fita Isolante
- Compensado (40 cm x 40 cm)
- Parafuso (cabeça estrela)
- Chave de fenda tipo estrela
- Interruptor
- Cola Instantânea

- LEDs

Avaliação:

Ocorre durante todo o processo de aplicação da sequência didática, porém para facilitar essa avaliação, foi abordado os critérios de Novak ao comparar os mapas conceituais antes e depois da aplicação do produto, bem como analisado o questionário inicial e final também produzido pelos alunos antes e depois da aplicação do Produto Educacional.

Referências:

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Interamericana, 1980.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 19 set. de 2020.

FIGUEIREDO, F. das C. T. S. **Construção e montagem de kits de circuitos elétricos eletrônicos para o ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional no Ensino de Física), Fundação Universidade Federal de Rondônia, UNIR, Ji-Paraná, 2020. Disponível em: <http://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3020>. Acesso em: 23 jan. 2022

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa** (concept maps and meaningful learning). Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2012.

Observações adicionais:

- Aplicação ocorreu com alunos de faixa etária entre 16 e 18 anos de modo presencial;
- A referida escola possui um espaço para laboratório de física, porém não consta experimentos;
- O texto escolhido para a leitura na etapa 2 é uma sugestão, podendo ser realizado com outro, desde que traga os mesmos objetivos propostos na SD.
- O App *Mindomo*, também é uma sugestão, podendo assim ser substituído por outro App para construir os mapas conceituais.
- Os experimentos realizados são todos de fácil acesso.

APÊNDICE B – TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro Responsável e/ou Representante Legal, Gostaríamos de obter o consentimento do(a) aluno(a) _____ para participar como voluntário(a) dessa pesquisa, que se refere a uma pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Piauí, em Teresina – PI. O objetivo deste estudo é analisar a potencialidade da SD como mediação na apropriação de conceitos da Eletrodinâmica no Ensino Médio. Esclarecemos, que diante do exposto, o nome do(a) aluno(a) não será utilizado em qualquer fase da pesquisa, garantindo assim o anonimato. Desse modo, na aplicação dos instrumentos e técnicas de produção de dados, a divulgação da análise dos resultados será feita de forma a não identificar os(as) participantes da pesquisa. Gostaríamos de deixar claro que a participação é voluntária e que o(a) aluno(a) poderá deixar de participar ou retirar o consentimento a qualquer momento, sem penalização alguma ou sem prejuízo de qualquer natureza. Desde já, agradecemos a atenção e a participação do(a) voluntário(a), bem como nos colocamos à disposição para esclarecimentos de quaisquer dúvidas. Esse termo terá suas páginas rubricadas pelo pesquisador e será assinado em duas vias, das quais uma ficará com o(a) participante e a outra com pesquisador.

Eu, _____ (nome do responsável ou representante legal), portador do CPF nº _____, confirmo que o pesquisador EDMILSON RODRIGUES MAGALHÃES FILHO explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como a forma de participação. Os critérios para participação na pesquisa também foram discutidos. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para participar como voluntário(a) deste estudo.

Esperantina-PI, ____ de _____ de 2020

APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL**MNPEF**Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de FísicaUNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF****EDMILSON RODRIGUES MAGALHÃES FILHO****PRODUTO EDUCACIONAL: MANUAL DE APOIO DIDÁTICO AO PROFESSOR
DE FÍSICA PARA A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA VOLTADO PARA O
ENSINO DE ELETRODINÂMICA****TERESINA****2022**

MNPEFMestrado Nacional
Profissional em
Ensino de FísicaUNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ**EDMILSON RODRIGUES MAGALHÃES FILHO**

**PRODUTO EDUCACIONAL: MANUAL DE APOIO DIDÁTICO AO PROFESSOR
DE FÍSICA PARA A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA VOLTADO PARA O
ENSINO DE ELETRODINÂMICA**

Manual de Apoio ao Professor/Produto Educacional, apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Orientador(a): Profa. Dra. Janete Batista de Brito

**TERESINA
2022**

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	138
2	O PRODUTO EDUCACIONAL EMBASADO PELA TEORIA SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL E PELOS MAPAS CONCEITUAIS DE NOVAK.....	139
3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	143
4	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS COM SUGESTIVAS DE APLICAÇÃO.....	149
4.1	Etapa 1: Processo de mapeamento das concepções alternativas dos alunos sobre corrente elétrica, dispositivos elétricos, resistores elétricos e capacitores.....	149
4.1.1	Aula 1 – Aplicação do Questionário Inicial.....	149
4.1.2	Aula 2 – Construção de uma Mapa Conceitual com os conhecimentos prévios dos alunos.....	150
4.2	Etapa 2: Uso de vídeo, jogos e textos didáticos, que mostram a importância do conhecimento sobre dispositivos eletrônicos no cotidiano na tentativa de criar subsunções.....	151
4.2.1	Aula 3 – Vídeo sobre a História da Eletricidade e Aplicação do Questionário Inicial.....	152
4.2.2	Aula 4 – Realização de uma intervenção didática, e leitura de um texto científico.....	153
4.3	Etapa 3: Construção do saber científico com aulas expositivas e experimentais sobre Eletrodinâmica.....	155
4.3.1	Aulas Expositiva, Dialogada e Experimental sobre Corrente Elétrica.....	155
4.3.1.1	Experimento I – Circuito elétrico simples com aplicação da corrente elétrica.....	156
4.3.1.2	Experimento II – Circuito elétrico simples com a utilização de resistores elétricos.....	159

4.3.1.3	Experimento III – Circuito elétrico simples com a utilização de associação de LEDs.....	161
4.3.1.4	Experimento IV – Circuito elétrico simples com a utilização de associação de LEDs.....	164
4.4	Etapa 4: Avaliação Final sobre os conceitos de Eletrodinâmica com a construção de um novo mapa conceitual e um novo questionário.....	166
4.4.1	Aula 9 – Reconstrução do Mapa Conceitual inicial.....	166
4.4.2	Aula 10 – Aplicação do Questionário final.....	166
	REFERÊNCIAS.....	167
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL.....	169
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL.....	172
	ANEXO A - TEXTO ABORDADO NA AULA 04.....	175

1 APRESENTAÇÃO

Prezado professor(a), esse material é um manual de aplicação de uma Sequência Didática (SD) que envolve alguns conteúdos de Eletrodinâmica, em que todas as etapas foram pensadas e fundamentada pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que têm como principal objetivo a investigação dos conhecimentos prévios, e a partir daí a construção de novos conhecimentos que devem ser ancorados com um conceito já presente em sua estrutura cognitiva, a fim de, tornar o Ensino de Física significativo para o aluno.

Essa SD foi elaborada, para testar suas potencialidades como uma ferramenta facilitadora do Ensino de Eletrodinâmica, onde foi aplicada e constatada na dissertação como um material potencialmente significativo, que possibilita o professor de Física trabalhar, tornando suas aulas mais atraentes e conseqüentemente tenha uma maior participativa efetiva dos alunos. Para auxiliar nesse processo essa SD conta com a aplicação de questionários, mapas conceituas de Joseph Novak, vídeo-aula, intervenção didática (*Trend do Tik-Tok*), leitura de textos de caráter científico, aulas expositivas, e aulas experimentais.

Logo abaixo, será discorrido todas essas etapas com sugestões de como essas atividades podem ser aplicadas, pois de acordo com a realidade do professor e da sua escola, algumas atividades podem se modificaram. E além disso haverá uma breve introdução sobre a teoria de David Ausubel e os mapas conceituais de Novak, para que o professor possa entender melhor essas teorias. A princípio, espero que o professor tenha um bom proveito dessa SD e possa contribuir ainda mais com ela. Quaisquer dúvidas, sugestões ou críticas serão aceitas e bem-vindas, podendo entrar em contato através do e-mail: edmilsonrodrigues14@bol.com.br, destinado ao autor desse trabalho, Edmilson Rodrigues Magalhães Filho.

2 O PRODUTO EDUCACIONAL EMBASADO PELA TEORIA SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL E PELOS MAPAS CONCEITUAS DE NOVAK.

A educação básica do Brasil é muito precária, em que chamam atenção os fatos da falta de entusiasmo dos professores, do risco à integridade Física dos mesmos, da pouca ajuda de determinados conteúdos para a prática profissional, da desmotivação dos jovens pelos estudos, da inviabilidade da diplomação massiva, da falta de recursos inclusive da falta de laboratórios de Física nas escolas da rede pública (COSTA; BARROS, 2019). Ao longo dos anos dedicados a pesquisa no Ensino de Física, muitos são apontados os problemas que afetam o Ensino e Aprendizagem, algumas das dificuldade encontradas pelos alunos e professores são por exemplo, as condições do ambiente (iluminação, temperatura, higiene) (ANDRADE, 2007), falta de lógica no planejamento das aulas ministradas pelos professores (HEIDEMAN, 2015), e a falta de laboratórios didáticos, que servem como instrumentos de verificação dos fenômenos físicos em complementaridade aos estudos teóricos realizados em sala de aula (ISQUIERDO, 2015).

Por tanto, surge a necessidade, de oferecer alternativas que possam minimizar de forma significativa, os aspectos citados acima, promovendo um maior interesse dos estudantes na área de ciência e suas tecnologias, que possibilite o professor ensinar com melhor qualidade e clareza. Nesse âmbito, o Produto Educacional dessa pesquisa é a aplicação de uma sequência didática, com aulas dialogadas utilizando textos com enfoque históricos, vídeos, perguntas curiosas, aplicações no cotidiano, mapas conceituais e aulas experimentais com materiais de fácil acesso.

O produto será voltado para alunos da 3ª Série do Ensino Médio de uma escola pública localizada na cidade de Esperantina – PI, Centro Estadual de Educação Profissional Leonardo das Dores, mostrando que é possível fazer das aulas de Física significativas e interativas, sobre tudo, dos conteúdos de Eletrodinâmica. Esse Produto Educacional, será subsidiado pelas propostas eminentes da teoria de aprendizagem significativa formulada pelo psicólogo David Ausubel, um representante do Cognitivismo em Psicologia da Educação e pela teoria da educação do Joseph Novak, que é conhecido mundialmente pelo desenvolvimento da teoria do mapa conceitual na década de 70 e redirecionou o foco cognitivista ausubeliano, considerando também os aspectos psicomotores e, principalmente, afetivos da

aprendizagem, que contribuem para o crescimento do indivíduo e à facilitação desta aprendizagem por meio de estratégias instrucionais que é o mapeamento conceitual.

A primeira etapa da aplicação do Produto Educacional está destinada para conhece-los e observar seus conhecimentos prévios a respeito da Eletrodinâmica através de um questionário com perguntas totalmente subjetivas e relacionadas com o seu cotidiano sobre alguns conceitos básicos sobre Eletrodinâmica, mapas conceituais e perspectivas para o projeto. Além disso, será realizado uma abordagem sobre como fazer um mapa conceitual.

Para realizar essa atividade os alunos irão confeccionar seus próprios mapas conceituais. Pensou-se na utilização de mapas conceituais que “são diagramas conceituais hierárquicos que destacam conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles” (NOVAK; GOWIN, 1984), pois essa atividade serve para auxiliar a busca desses conhecimentos empíricos, desse modo o aluno poderá fazer relações das palavras chaves, formando alguns conceitos importante a respeito do que eles conhecem.

Nesse contexto Ausubel (1980), diz que, para que ocorra a aprendizagem, é necessário partir dos conhecimentos empíricos, ou seja, daquilo que o aluno já sabe. Ronca (1994) na tentativa de explicar brilhantemente a teoria de Ausubel, traz que,

O ponto de partida da teoria de ensino proposta por Ausubel é o conjunto de conhecimentos que o aluno traz consigo. A este conjunto de conhecimentos, Ausubel dá o nome de estrutura cognitiva e, segundo de, é a variável mais importante que o professor deve levar em consideração no ato de ensinar. O professor deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva. O conteúdo que é assimilado pela estrutura cognitiva assume uma forma hierárquica, onde conceitos mais amplos se superpõe a conceitos com menor poder de extensão (RONCA, 1994).

Nesta perspectiva, a teoria de Ausubel apresenta uma aprendizagem, que ele a chama de significativa, que tenha como ambiente uma comunicação eficaz, capaz de conduzir o aluno a imaginar-se como parte integrante desse novo conhecimento através dos conhecimentos empíricos (FIGUEIREDO, 2020). Após esse momento diagnóstico será abordado um jogo didático e uma leitura de texto científico para mostrar aos alunos a importância dos conhecimentos da eletricidade e os equipamentos de segurança necessário para o manuseio de equipamentos eletrônicos. Além disso, durante a leitura espera-se que os alunos possam criar ou fortalecer alguns subsunçores no seu cognitivo, possibilitando que durante o restante

da aplicação das aulas, esses conceitos sejam ancorados com os novos conceitos científicos que serão apresentados para eles.

A ancoragem é o processo responsável por ligar os conhecimentos já adquiridos aos novos conhecimentos, colocando-os em interação. Desta forma, segundo Ausubel, quando um novo conhecimento é ancorado, ou seja, acoplado a outros já formulados, há uma maior probabilidade de esse conhecimento não se perder, levando à ocorrência de uma aprendizagem mais significativa (BESSA, 2008, p. 134).

Depois desse momento mais lúdico, serão apresentadas aulas por meio de slides em que constituirá os principais conceitos da Eletrodinâmica, como a corrente elétrica, resistência elétrica, associação de resistores e capacitores, onde no final de cada aula será apresentado um mapa conceitual sobre o assunto abordado, pois de acordo com Moreira (2005, p. 5), na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem.

Em paralelo a essas aulas expositivas terá também aulas experimentais que para a montagem será entregue aos grupos um procedimento operacional de montagem e uso dos equipamentos, com observações importantes e risco de manuseio e vestimenta adequada para a prática e durante a montagem os alunos terão que responder a um questionário que se encontrar na bancada (carteira) para que os ajude na coleta de dados. Rosa e Rosa (2007) afirmam que a conectividade entre teoria e a prática, seria a melhor alternativa para motivar alunos e professores a aprender de maneira mais eficaz. Em algumas aulas será apresentado funcionamento por trás de alguns equipamentos eletrônicos, bem como, para que serve, como utilizar e mostrar algumas profissões que fazem uso desses equipamentos para que o aluno possa observar a importância da Física no cotidiano.

Após todos os encontros e todas as aulas ministradas será realizado um novo diagnóstico do produto educacional desenvolvido na escola pelos alunos, onde eles irão responder a um questionário sobre o que acharam do projeto, algumas perguntas sobre Eletrodinâmica novamente, se caso julgarem necessário deixar sugestões, relatarem as dificuldades ou as facilidades no Ensino da Eletrodinâmica e por fim, irei solicitar a produção de um novo mapa conceitual a respeito de tudo o que

vimos, assim será possível observar e comparar os mapas realizados antes e depois da mediação com os experimentos e a as aulas didática.

Vale ressaltar que, não existe um mapa 100% correto, no entanto, Novak estabelece quatro critérios que um professor deve adotar em uma análise e classificação dos mapas, são eles: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 4). E com esses critérios serão avaliados os mapas confeccionados pelo aluno e de fato observar se houve uma aprendizagem significativa sobre Eletrodinâmica.

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Logo abaixo encontra-se a Sequência Didática proposta como um material potencialmente significativo no processo de Ensino e Aprendizagem de Eletrodinâmica, uma parte da Física que possibilita a explanação de conteúdos por experimentação o que facilitou o desenvolvimento desse trabalho, além da experimentação outras atividades foram trabalhadas que será detalhado adiante detalhado. Essa SD aborda também algumas competências, e habilidades propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), nela foi apontada em qual atividade contemplaria esses objetivos, como pode-se observar abaixo:

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
Escola: Centro Estadual de Educação Profissional - Leonardo das Dores	
Professor (a): Edmilson Rodrigues Magalhães Filho	
Disciplina: Física	Série/Turma: 3º Série do Ensino Médio.
Data: 01/10/2021 a 22/10/21	Duração: 10 horas – aulas
Tema: Eletrodinâmica	
Objetivos de aprendizagem: <ul style="list-style-type: none"> • Observar a evolução história dos estudos da Eletrodinâmica; • Formalizar os conceitos científicos de Eletrodinâmica que serão abordados de acordo com o cotidiano do aluno; • Observar a importância do uso de equipamento de segurança quando se trata de eletricidade; • Construir e analisar experimentos que caracterizem os elementos de um circuito elétrico; • Proporcionar a discussão sobre Eletrodinâmica e sua importância para a vida em tempo atuais. 	
Conteúdos: <ul style="list-style-type: none"> • Corrente elétrica • Diferença de Potencial • Resistores Elétricos • Associação de resistores 	

<ul style="list-style-type: none"> • Capacitores Elétricos • Circuitos Elétricos 	
Competências contempladas na BNCC:	Metodologia/etapa que contempla as competências:
<p>Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.</p>	<p>Na etapa 02 é abordado um vídeo que relata a evolução da eletricidade e a partir dele iniciar a discussão para a importância do estudo de Eletrodinâmica até os tempos atuais.</p>
<p>Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.</p>	<p>Na etapa 02 é realizado a leitura de texto didático, onde os alunos possam observar a Eletrodinâmica no cotidiano e apontar conceitos sobre alguns fenômenos elétricos e investigar o conceito científico dos mesmos, além de analisar de forma crítica os perigos que o mau entendimento da Eletrodinâmica pode causar.</p> <p>Na etapa 04 é realizado aulas experimentais para que o aluno possa observar, investigar, testar, analisar os conceitos práticos abordados em estudo.</p>
<p>Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer</p>	<p>Durante todas as etapas, iremos utilizar vários meios de comunicação para o estudo como WhatsApp, e-mail que servirão de assessoria para atividades assíncronas, e o aplicativo</p>

<p>protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.</p>	<p><i>Mindomo</i> para a criação de mapas conceituais.</p>
<p>Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.</p>	<p>Na etapa 03 os alunos realizam as atividades experimentais em grupos para que exercitem o respeito, compartilhamento de informação, conhecimento e cooperação durante a execução da atividade.</p>
<p>Habilidades contempladas na BNCC:</p>	<p>Metodologia/etapa que contempla as habilidades:</p>
<p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações</p>	<p>Na etapa 02 é realizado a leitura de textos didáticos para que os alunos possam ter o contato com alguns conceitos e definições sobre a Eletrodinâmica.</p>
<p>(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.</p>	<p>Na etapa 02, é apresentado aos alunos a diferença de materiais condutores e isolantes, e será mostrado a aplicação desses materiais no ramo da eletricidade.</p>

<p>(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.</p>	<p>Na etapa 04, é realizado a construção de circuitos elétricos, a fim de ampliar a visão dos alunos no que diz respeito ao funcionamento de vários equipamentos eletrônicos e suas aplicações no cotidiano.</p>
<p>Desenvolvimento metodológico: A presente sequência didática foi pensada em 4 etapas que consta logo abaixo.</p>	
<p>Etapa 1:(2 Aulas) Processo de mapeamento das concepções alternativas dos alunos sobre corrente elétrica, dispositivos elétricos, resistores elétricos, com aplicação de um questionário e construção de um mapa conceitual com os conhecimentos prévios.</p> <p>Etapa 2: (2 Aulas) Uso de vídeo, intervenção lúdica e textos didáticos para mostrar importantes aplicações que o conhecimento sobre dispositivos eletrônicos pode trazer no cotidiano e auxiliar na construção de subsunçores de Eletrodinâmica.</p> <p>Etapa 3: (4 Aulas) Construção do conhecimento científico com aulas expositivas, dialogadas e experimentais sobre corrente elétrica, resistores, associação de resistores e capacitores elétricos no desenvolvimento e construção de circuitos elétricos.</p> <p>Etapa 4: (2 Aulas) Avaliação Final sobre os conceitos de Eletrodinâmica com a construção de um novo mapa conceitual e aplicação de um novo questionário.</p>	
<p>Recursos Didáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador • Textos didáticos • Tesoura • Cola Branca • Celulares com <i>App Mindomo</i> • Pilha • Resistores • Capacitores • Fios metálicos encapados • Alicates de Bico 	

- Alicate de Corte
- Fita Isolante
- Compensado (40 cm x 40 cm)
- Parafuso (cabeça estrela)
- Chave de fenda tipo estrela
- Interruptor
- Cola Instantânea
- LEDs

Avaliação:

Ocorre durante todo o processo de aplicação da sequência didática, porém para facilitar essa avaliação, foi abordado os critérios de Novak ao comparar os mapas conceituais antes e depois da aplicação do produto, bem como analisado o questionário inicial e final também produzido pelos alunos antes e depois da aplicação do Produto Educacional.

Referências:

A AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Interamericana, 1980.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 19 set. de 2020.

FIGUEIREDO, F. das C. T. S. **Construção e montagem de kits de circuitos elétricos eletrônicos para o ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional no Ensino de Física), Fundação Universidade Federal de Rondônia, UNIR, Ji-Paraná, 2020. Disponível em: <http://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3020>. Acesso em: 23 jan. 2022.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa** (concept maps and meaningful learning). Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2012.

Observações adicionais:

- Aplicação ocorreu com alunos de faixa etária entre 16 e 18 anos de modo presencial;
- A referida escola possui um espaço para laboratório de Física, porém não consta experimentos;

- O texto escolhido para a leitura na etapa 2 é uma sugestão, podendo ser realizado com outro, desde que traga os mesmos objetivos propostos na SD.
- O App *Mindomo*, também é uma sugestão, podendo assim ser substituído por outro *App* para construir os mapas conceituais.
- Os experimentos realizados são todos de fácil acesso.

4 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS COM SUGESTIVAS DE APLICAÇÃO

4.1 Etapa 1: Processo de mapeamento das concepções alternativas dos alunos sobre corrente elétrica, dispositivos elétricos, resistores elétricos e capacitores.

A primeira etapa da Sequência Didática, foi planejada para ser ministrada em duas aulas, voltada para o mapeamento das concepções alternativas dos alunos sobre corrente elétrica, dispositivos elétricos, resistores elétricos.

4.1.1 Aula 1 – Aplicação do Questionário Inicial.

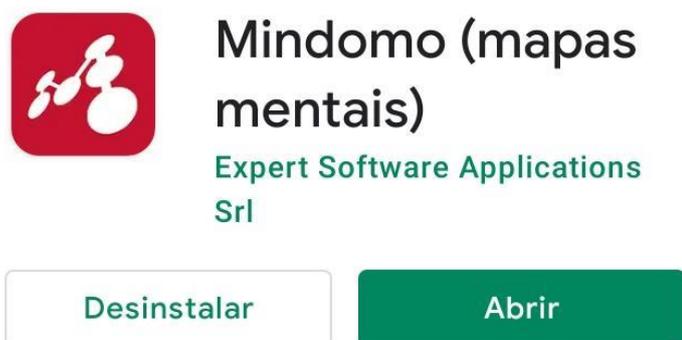
A primeira aula é muito importante devido ser o primeiro contato com o professor e os alunos, nesse sentido o professor deve apresentar-se, e esclarecer aos alunos como ocorrerá a aplicação da Sequência Didática, e como estratégia de socialização pode solicitar a criação do grupo de *WhatsApp* com a sala, para que se possa discutir, conversar, combinar, ações futuras no decorrer da aplicação, assim, os alunos já vão conversando entre si e interagindo com o professor que é indiscutivelmente essencial no processo de Ensino e Aprendizagem. Logo em seguida, o professor inicia o mapeamento das concepções alternativas através da aplicação de um questionário (APÊNDICE A), que consiste em perguntas abertas sobre Eletrodinâmica, metodologia em sala de aula e perspectivas futuras, onde o professor deve deixar claro o anonimato do aluno e torná-lo ciente da não obrigatoriedade em respondê-lo.

Caso a aula seja remota ou híbrida os alunos podem ser direcionados ao questionário online, como por exemplo o Formulário do Google, que é um Aplicativo da Google gratuita muito utilizado. A principal finalidade dessa aula é investigar as concepções alternativas dos alunos sobre alguns temas da Eletrodinâmica, observar a prática dos alunos a respeito de mapas conceituais e a metodologia de ensino aplicado em sala anteriormente, onde o professor deverá avaliar as respostas dos questionários com bastante atenção e cautela pois os dados são de suma importância para o desenvolvimento da SD.

4.1.2 Aula 2 – Construção de uma Mapa Conceitual com os conhecimentos prévios dos alunos.

A segunda aula dessa etapa, consiste na construção de um mapa conceitual com o auxílio do aplicativo, *Mindomo*, disponível na loja de aplicativos (App), conforme mostra a Figura 1. Esse App deve estar instalado nos celulares dos alunos, onde o professor deve informá-los com antecedência no grupo de Whats App ou até mesmo na aula anterior a essa.

Figura 1 - Aplicativo *Mindomo*, encontrado na loja de App de celulares com sistema Android e IOS para criar Mapas Mentais, Conceituais, Fluxogramas entre outros.



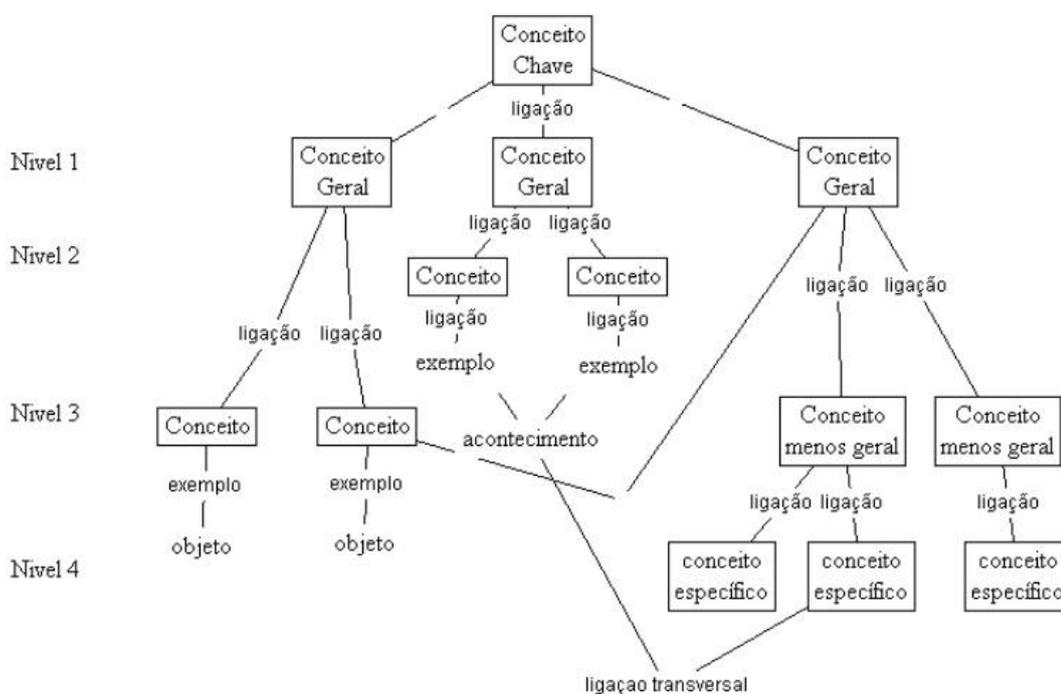
Fonte: Dados do Autor.

O Mindomo é um aplicativo de fácil manuseio e que pode ser manuseado offline, além disso pode ser considerado uma ferramenta facilitadora, pois, o aluno pode encontrar modelos prontos de mapas conceituais, e assim fazer as relações necessárias com as palavras centrais sobre Eletrodinâmica que ele tenha conhecimento, criando um aspecto estrutural de seu cognitivo. Vale ressaltar ainda que nessa etapa os alunos irão se dispor em grupos, e o professor deve informar os alunos que os grupos formados serão permanentes, ou seja, serão os mesmos que irão realizar as atividades experimentais nas aulas futuras.

Essa aula é dividida em dois momento: primeiramente, será realizado uma abordagem sobre mapas conceituais: conceito, a importância, os objetivos, será mostrado vários exemplos e explicado por meio de uma aula com uso de Datashow, como fazer um mapa conceitual, utilizando o aplicativo Android *Mindomo*, ou seja, será uma aula expositiva e bastante dialogada, essa aula pode ser facilmente baixada através do link a seguir: <https://bitly.com/ChcDIP>.

Em um segundo momento os alunos irão confeccionar seus próprios mapas conceituais, durante a realização dessa atividade o professor pode prestar assessoria para os alunos, criando assim uma relação de parceria no desenvolvimento Ensino e Aprendizagem entre o aluno e o professor. Essa aula também tem como objetivo, a investigação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre Eletrodinâmica, onde o professor deve avalia-los através dos critérios de Novak, onde segundo ele, um bom mapa conceitual deve ter: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos como por exemplo o mapa da Figura 2.

Figura 2 - Esquema de um exemplo de mapa conceitual para avaliação.



Fonte: Novak e Gowin, 1999, p.53 *apoud* Almeida, Souza e Urenda, 2004.

4.2. Etapa 2: Uso de vídeo, jogos e textos didáticos, que mostram a importância do conhecimento sobre dispositivos eletrônicos no cotidiano na tentativa de criar subsunçores.

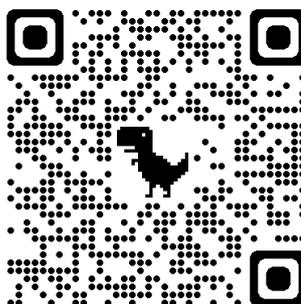
A segunda etapa também foi planejada para duas aulas, ela tem como principal objetivo introduzir no cognitivo dos alunos alguns conceitos e aplicação dentro da eletricidade, como a importância do conhecimento sobre dispositivos eletrônicos no cotidiano, que possam servir de ancoragem juntamente com os conhecimentos que

os alunos já possuem e com os que ainda serão desenvolvidos na próxima etapa, que é a apresentação dos conceitos científicos.

4.2.1 Aula 3 – Vídeo sobre a História da Eletricidade e Aplicação do Questionário Inicial.

A primeira aula dessa etapa, é desenvolvida com o auxílio de um vídeo sobre a história da eletricidade, o link do mesmo se encontra logo abaixo, o vídeo escolhido retrata a sua evolução da eletricidade, com o intuito de mostrar aos alunos que essa ferramenta tão importante utilizada hoje, assim como outros saberes científicos, necessitam de uma construção escalonada que passam por várias teorias, ou seja, conscientizá-los que o conhecimento é um processo contínuo e duradouro. O professor pode até utilizar um outro vídeo que seja mais interessante para a realidade de seus alunos, desde que o vídeo apresente uma evolução histórica da eletricidade.

Figura 3 - QR Code do vídeo da TecMundo sobre a história da eletricidade.



Fonte: Dados do Autor.

Posteriormente a transmissão do vídeo, os alunos possuem espaço livre, para que se inicie uma roda de conversa, o professor deve direcionar a discussão fazendo as seguintes indagações para os alunos: 1. O que é eletricidade? 2. Como ela pode ser gerada? 3. Qual a relação entre corrente elétrica e a eletricidade? 4. Como eles usufruem desse fenômeno físico no cotidiano? Através dessa aula será criado um contato com os alunos, onde o professor poderá observar e avaliar sobre a perspectivas e desenvolturas sociais em compartilhamento de opiniões e ideias dos alunos, bem como, algumas concepções sobre a relação entre corrente elétrica e

eletricidade, pois espera-se que eles participem com perguntas, questionamentos, sugestões, dúvidas, depoimentos entre outros

4.2.2 Aula 4 – Realização de uma intervenção didática, e leitura de um texto científico.

A segunda aula consiste de dois momentos, primeiramente será realizado uma intervenção didática baseado em uma *Trend* do *TikTok* em que a sala será dividida ao meio por uma marcação no chão com fita adesiva, e será lançada perguntas para os alunos sobre alguns cuidados com a eletricidade e eles irão responder com uma placa de “Eu nunca” ou “Eu já”, ao ritmo de uma música para deixar a aula mais “leve”, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Participantes da pesquisa, interagindo com a intervenção lúdica – *trend* do *tik-tok*.



Fonte: Dados do Autor.

O desenvolvimento é bem simples, os alunos devem ficar no meio da marcação e a cada pergunta realizada pelo professor, devem levantar a placa correspondente com o que foi questionado, tendo como possíveis respostas: “Eu nunca” e “Eu já”, além disso os alunos que responderem com “Eu nunca” darão um passo para a esquerda da marcação e os que responderam “Eu já” devem ir para a direita da marcação. É interessante que o professor anote a quantidade de respostas para cada pergunta, logo abaixo no Quadro 1 encontra-se as perguntas e o espaço para o

professor fazer a devida contagem e analisar com os alunos as respostas da brincadeira.

Quadro 1 - Questões voltadas para a intervenção da *trend do tiktok*, adaptada a perguntas sobre eletricidade.

PERGUNTAS	EU NUNCA	EU JÁ
1 – Você já soltou pipa perto de rede elétrica?		
2 – Você já viu fios caídos energizados na rua?		
3 – Você já subiu em um poste por diversão?		
4 – Já trocou lâmpada com o interruptor ligado?		
5 – Já utilizou um “T” em cima de outro “T”?		
6 – Já quebrou o plug do meio para ligar em tomadas?		
7 – Já isolou fio com sacola plástica?		
8 – Já ligou algum aparelho na tomada, molhado?		
9 – Já ligou algum aparelho descalço?		
10 – Você já levou um choque elétrico?		

Fonte: Dados do Autor.

No segundo momento da aula para corroborar com a intervenção didática é sugerido uma leitura dinâmica sobre choque elétrico, em que a mesma, será realizada pelos alunos escolhidos aleatoriamente durante a aula. O texto encontra-se em um

site da Infotec (ANEXO A), o mesmo aborda os riscos, causas, prevenções e cuidados básicos que se deve ter com o uso da eletricidade. Durante a leitura o professor pode realizar a explanação de alguns conceitos de materiais de circuitos elétricos, que irão surgir no decorrer do texto como: disjuntores, fusíveis, benjamins, corrente elétrica, curto-circuito, materiais isolantes, aterramento, potência de aparelhos. Espera-se que os alunos associem os cuidados que devem ter ao manusear objetos, circuitos, aparelhos que estejamos em uma situação iminente de risco de choque elétrico. A avaliação será feita pela participação em geral durante toda a leitura e discursão do texto abordado.

4.3 Etapa 3: Construção do saber científico com aulas expositivas e experimentais sobre Eletrodinâmica.

4.3.1 Aulas Expositiva, Dialogada e Experimental sobre Corrente Elétrica

Essa etapa, é uma das partes crucias da SD, pois nela será desenvolvido os conceitos científicos de corrente elétrica, resistores elétricos, associação de resistores e capacitores elétricos em uma aula para cada conteúdo nessa respectiva ordem. Os primeiros 20 minutos de cada aula serão ministradas aulas expositivas com apresentação de slides, as aulas podem ser baixadas pelos links apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Links dos slides utilizados nas aulas expositivas.

AULAS EXPOSITIVAS.	LINK DE ACESSO.
Aula 5 – Corrente Elétrica.	https://bityli.com/wZzyWq
Aula 6 – Resistores Elétricos.	encurtador.com.br/klrA1
Aula 7 – Associação de Resistores.	https://abrir.link/yVbAX
Aula 8 – Capacitores Elétricos.	https://abrir.link/IYmwF

Fonte: Dados do Autor.

O objetivo dessas aulas é possibilitar o aluno a associar o fenômeno abordado com as aplicações já apresentadas em atividades anteriores. Vale ressaltar que no final de cada slide tem um mapa conceitual produzido pelo professor/pesquisador no *App Mindomo* sobre o assunto desenvolvido na aula, afim de facilitar o Ensino e Aprendizagem da Eletrodinâmica. E nos 30 minutos restantes a sala dividida em

grupos já definidos previamente na aula 2 devem realizar as atividades experimentais com o auxílio do material pré-disposto pelo professor, como será detalhado adiante. Lembrando que o professor tem papel de orientador nessa etapa e deve ficar à disposição na hora da realização das atividades experimentais, avaliando o desempenho de cada grupo.

4.3.1.1 Experimento I – Circuito elétrico simples com aplicação da corrente elétrica

Após a explanação do conteúdo sobre corrente elétrica e a diferença entre os geradores e os tipos de receptores elétricos, os alunos devem montar um circuito elétrico simples, para identificar os principais componentes de um circuito, observar que a corrente elétrica precisa de uma diferença de potencial para que os elétrons possam se movimentar de maneira ordenada e observar a diferença existente entre um gerador e receptor. O professor deve organizar a sala e auxiliar os alunos quando solicitado, além disso deve fazer a entrega e explicar o material de instrução do experimento 1 que é apresentado a seguir:

Instrução de Procedimento e Análise do Experimento 1 – Corrente Elétrica

1. Materiais Utilizados

Dentre os materiais utilizados nesse experimento, alguns foram comprados em uma loja de eletrônicos na cidade de Esperantina, outros o professor e alunos já tinha em casa. Entretanto no Quadro 3, estão os materiais e os preços mínimos de cada aparato experimental utilizados, vale ressaltar que alguns materiais utilizados nesse experimento serão reutilizados nos experimentos seguintes.

- 2 Pilhas DE 1,5 V
- Fios condutores
- Alicates de Corte
- Fita Isolante
- Compensado (40 cm x 40 cm)
- Cola instantânea

- Interruptor
- LEDs

Quadro 3 – Preços dos materiais utilizados por cada experimento.

MATERIAIS	PREÇO	UNIDADE	PREÇO (TOTAL)
2 Pilhas de 1,5 V	R\$ 6,00 / unid.	2 unidades	R\$ 12,00
1 Bateria de 9 V	R\$ 12,00/ unid.	1 unidade	R\$ 12,00
Fios condutores	R\$ 1,00 / m	1 metro	R\$ 1,00
Alicate de Corte (pequeno)	R\$ 16,00/ unid.	1 unidade	R\$ 16,00
Fita Isolante	R\$ 5,7/unid.	1 unidade	R\$ 5,70
Compensado (40 cm x 40 cm)	R\$ 10,00/unid.	1 unidade	R\$ 10,00
Cola instantânea	R\$ 7,00/unid.	1 unidade	R\$ 7,00
Interruptor (pequeno)	R\$ 1,00/ unid.	1 unidade	R\$ 1,00
LEDs (3V)	R\$ 1,00/ unid.	2 unidades	R\$ 2,00
Resistores (Resistência baixa)	R\$ 1,00/ unid.	2 unidades	R\$ 2,00
Capacitores (16 V ou menos).	R\$ 3,00/ unid.	1 unidade	R\$ 3,00
TOTAL		-	R\$ 71,70

Fonte: Dados do Autor.

2. Procedimento e montagem experimental

1 – Primeiramente corte dois fios de 50 cm cada e desencape as suas extremidades com o alicate de corte.

2 – Fixe as duas pilhas no compensado com a cola instantânea de forma que elas fiquem com o polo positivo e negativo nas extremidades, conforme figura abaixo

Figura 5 – Ligação em série das duas pilhas.



Fonte: Dados do Autor.

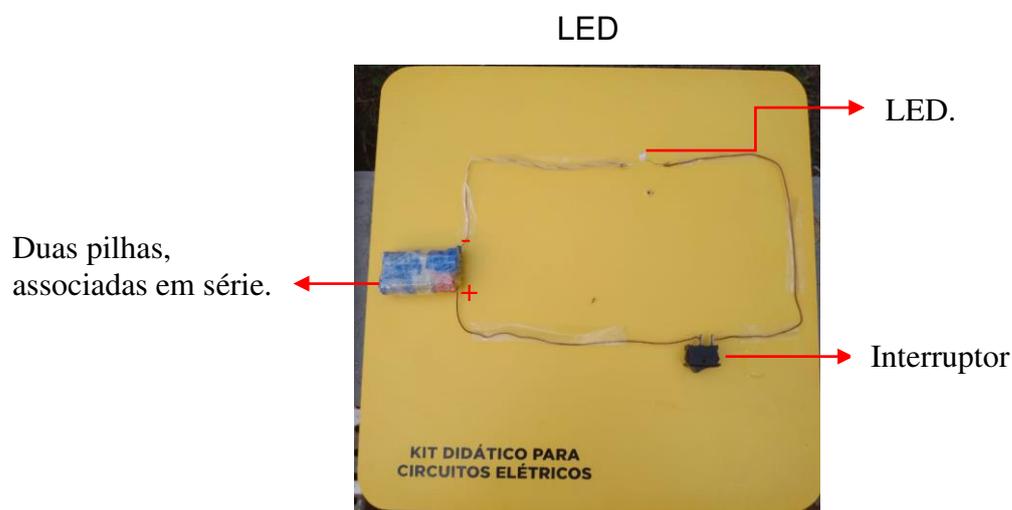
3 – Com o uso de uma fita isolante, coloque um fio vermelho no polo positivo da pilha e o fio preto no polo negativo, ou outras duas cores, aconselhável que sejam diferentes para não confundir as ligações.

4 – Acople uma chave liga-desliga no fio vermelho ou no preto e em seguida fixe-o no compensado.

5 – Parafuse a base do LED no Compensado e com uma fita isolante ligue de forma correta, de acordo com a indicação do LED, o polo positivo no fio vermelho e o polo negativo no fio preto.

6 – A montagem final desse procedimento será semelhante a figura abaixo:

Figura 6 – Aparato final do experimento I, circuito simples com um interruptor e um



Fonte: Dados dos Autor

3. Análise e Coleta de dados do Experimento 1

Após a montagem, ligue o interruptor e verifique se o LED acende. Para fins dessa pesquisa, o grupo deve responder as seguintes questões para ajudar na análise obtida no final do experimento.

1 - Qual a Voltagem de uma Pilha?

() 1,5 V () 3 V () 220 V

2 - Após colocadas juntas, qual passou a ser a voltagem das pilhas para o circuito?

() 1,5 V () 3 V () 220 V

3 – A Intensidade da corrente elétrica é dobrada, quando as pilhas estão juntas?

() Sim () Não

4 – Existe movimento de elétrons nos fios metálicos com o interruptor aberto?

() Sim

() Não

5- Porque a lâmpada ascende com o interruptor fechado?

6- Identifique quem é o gerador e quem é o receptor no circuito.

Gerador: _____

Receptor: _____

7- Que tipo de transformação de energia ocorrer no gerador e no receptor?

Gerador: _____

Receptor: _____

4.3.1.2 Experimento II – Circuito elétrico com a utilização de resistores elétricos.

Na segunda aula após a explanação do conteúdo sobre resistência elétrica, será solicitado a montagem de um circuito com aplicação de resistores para observar a relação existente entre a corrente elétrica e a resistência elétrica, e compreender a principal finalidade de um resistor no circuito, bem como, analisar o sistema de cores dos resistores para identificar suas resistências.

Instrução de Procedimento e Análise do Experimento 2 – Resistores Elétricos.

1. Materiais Utilizados

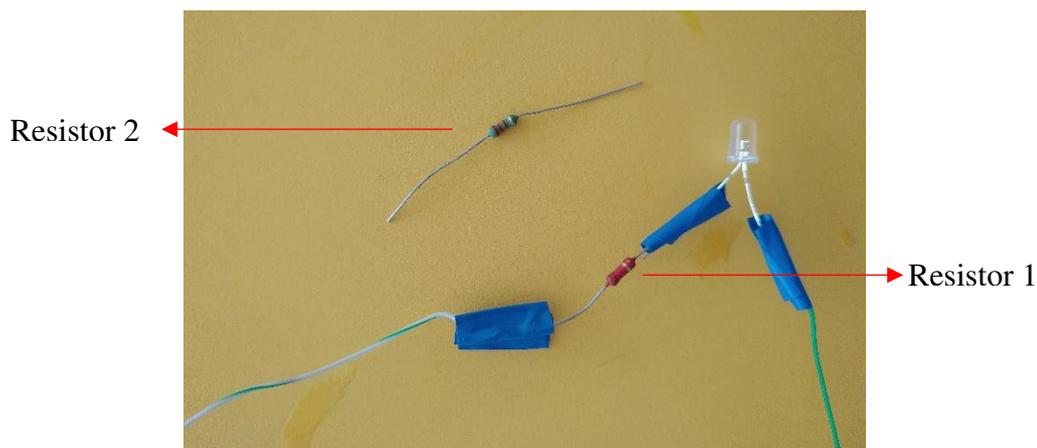
Para a realização desse experimento será aproveitado a montagem do experimento 1. De modo que, dentre os materiais dispostos no Quadro 3, é acrescentado apenas 2 resistores elétricos de resistência diferentes.

2. Procedimento e montagem experimental

Como já será utilizado o circuito já pronto, que foi realizado no Experimento 01, logo os procedimentos desse experimento consistem apenas em:

- 1 – Desencapar o fio positivo (vermelho) em dois lugares e ligar o resistor 1 ao circuito elétrico, sempre protegendo a ligação com fita isolante e observar o que acontecerá com a lâmpada;
- 2 – Posteriormente, trocar o resistor 1 pelo resistor 2, e novamente observar o que acontecerá com a lâmpada;

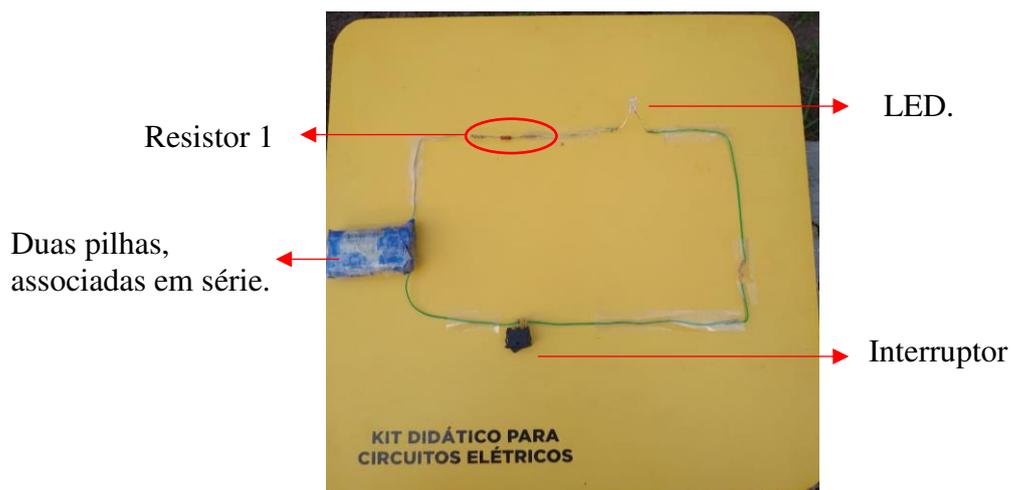
Figura 7 – Resistores utilizados nesse segundo experimento.



Fonte: Dados do Autor.

- 3 – A montagem final desse procedimento será semelhante a figura abaixo:

Figura 8 – Aparato final do experimento 2, circuito simples com um interruptor e um LED e um resistor.



Fonte: Dados do Autor.

3. Análise e coleta de dados do experimento

Após a montagem e execução dos procedimentos experimentais, para fins dessa pesquisa o grupo deve responder aos seguintes questionamentos

1 – O que aconteceu com a lâmpada ao colocar o resistor 1?

2 - O que aconteceu com a lâmpada ao colocar o resistor 2?

3 – Através dessa aula você pode verificar a principal finalidade de um resistor elétrico? Explique.

4 – Você acha que se tivesse colocado os dois resistores ao mesmo tempo a lâmpada iria diminuir seu brilho ainda mais?

5 – Com o auxílio do quadro, represente o valor de cada resistor utilizado nesse experimento

2.2 MΩ ± 0.25%

1 ST BAND	2 ND BAND	3 RD BAND	MUL	TOL
0	0	0	1Ω	
1	1	1	10Ω	± 1%
2	2	2	100Ω	± 2%
3	3	3	1KΩ	
4	4	4	10KΩ	
5	5	5	100KΩ	± 0.5%
6	6	6	1MΩ	± 0.25%
7	7	7	10MΩ	± 0.1%
8	8	8	100MΩ	± 0.05%
9	9	9	1GΩ	
			0.1Ω	± 5%
			0.01Ω	± 10%

R₁ = _____

R₂ = _____

4.3.1.3 Experimento III – Circuito elétrico com a utilização de associação de LEDs

Após a explicação sobre os tipos de associação e sobre resistência equivalente, foi solicitado a montagem de um circuito com aplicação de resistores em série e em paralelo para observar a relação existente entre a corrente elétrica e a diferença de potencial nesses tipos de associação.

Instrução de Procedimento e Análise do Experimento 3 – Associação de Resistores Elétricos.

1. Materiais

Os materiais utilizados foram os mesmos do aparato experimental 1, apenas com o acréscimo de um LED no experimento.

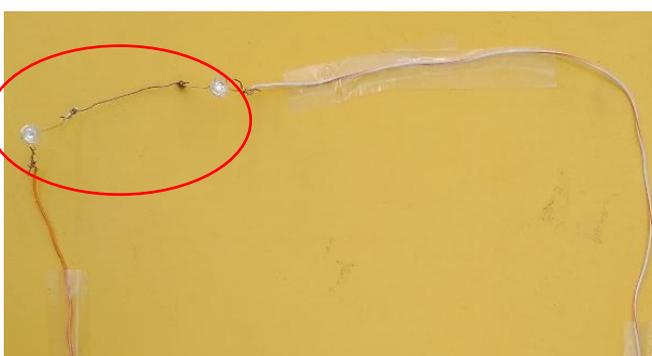
2. Procedimento e montagem experimental

Será utilizado o circuito já pronto, que foi realizado no Experimento 01, logo os procedimentos desse experimento consistem apenas em:

1 – Desencapar os fios para ligar um LED idêntico ao LED já existente no circuito (mesma resistência), essa ligação deve ser feita em série, como mostra a figura abaixo. Lembrando sempre de proteger a ligação com fita isolante.

Figura 9: Associação de LEDs em Série, ligados por um interruptor com uma tensão de 6 V.

LEDs conectados em série.



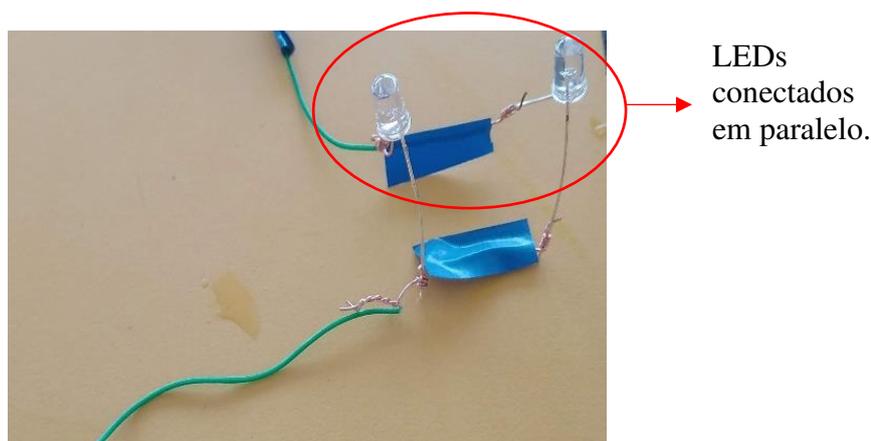
Fonte: Dados do Autor

2 – Observe o brilho das lâmpadas nesse tipo de associação em série e anote-as no questionário dessa aula que serve de coleta de dados para o seu experimento;

3 - Em seguida retire uma das lâmpadas e anote sua observação por segurança para não precisar repetir o procedimento.

4 – Faça uma nova ligação das lâmpadas, agora com elas em paralelo, a montagem experimental deve ficar semelhante a imagem a seguir:

Figura 10: Associação de LEDs em Paralelo, ligados por um interruptor com uma tensão de 3 V.



Fonte: Dados do Autor.

5 – Observe o brilho das lâmpadas nesse tipo de associação em paralelo e anote-as no questionário dessa aula que serve de coleta de dados para o seu experimento;

3 - Em seguida retire uma das lâmpadas e anote sua observação por segurança para não precisar repetir o procedimento.

3. Análise e coleta de dados do experimento 3

1 – Ao colocar as lâmpadas em série, elas conseguem brilhar ao máximo de seu potencial?

2- Ao retirar uma lâmpada da associação em série, o que ocorreu com a outra?

3- Com base nos seus estudos sobre associação em série assinale V ou F

- () A corrente é dividida para as duas lâmpadas nesse tipo de associação
- () A diferença de potencial é dividida para as duas lâmpadas nesse tipo de associação
- () A resistência equivalente é aumentada no circuito
- () A corrente que passa é a mesma, para ambas as lâmpadas.

4 – Ao colocar as lâmpadas em Paralelo, elas conseguem brilhar ao máximo de seu potencial?

5- Ao retirar uma lâmpada da associação em paralelo, o que ocorreu com a outra?

6- Com base nos seus estudos sobre associação em Paralelo assinale V ou F

() A corrente é dividida para as duas lâmpadas nesse tipo de associação

() A diferença de potencial é a mesma para as duas lâmpadas nesse tipo de associação

() A resistência equivalente é diminuída no circuito elétrico

4.3.1.4 Experimento IV – Circuito elétrico simples com a utilização de capacitores elétricos.

Esse momento consiste de uma montagem de um circuito simples constituído de um capacitor, afim de analisar sua funcionalidade e diferenciar o capacitor de uma bateria.

Instrução de Procedimento e Análise do Experimento 3 – Associação de Capacitores.

1. Materiais

Dentre os materiais já mencionado acima, para esse experimento deve-se acrescentar apenas o capacitor eletrolítico de no mínimo 3V. O capacitor utilizado foi o de 25 V pois o professor já tinha em casa.

2. Procedimento e montagem experimental

Será utilizado o circuito já pronto, que foi realizado no Experimento 1, logo os procedimentos desse experimento consistem apenas em:

1 – Desencapar os fios para ligar o capacitor de forma paralela a fonte de alimentação.

- 2 – Desligar o interruptor e observar o que irá acontecer com a lâmpada;
- 3 – Repetir a operação sem o capacitor e anotar as observações no passo 2 e 3 desse procedimento experimental.

Figura 11 - Circuito simples constituído de um capacitor eletrolítico e um LED.



Capacitor
elétrico em
paralelo ao
LED.

Fonte Dados do Autor.

3. Análise e coleta de dados do experimento 4

- 1 – Ao desligar a chave do interruptor, o que acontece com o LED? Explique.

- 2- Com base nos estudos de capacitores, defina sua principal função?

- 3 – Um capacitor pode ser considerado uma bateria? Explique.

4.4 Etapa 4: Avaliação Final sobre os conceitos de Eletrodinâmica com a construção de um novo mapa conceitual e um novo questionário

4.4.1 Aula 9 – Reconstrução do Mapa Conceitual inicial

Nessa aula o professor deve solicitar aos grupos que eles façam a reconstrução dos mapas conceituais baseado no mapa inicial realizado na segunda aula dessa SD. O objetivo dessa atividade é possibilitar ao aluno um momento de autocrítica, em que ele pode relacionar novos conceitos com os anteriores ou retirar algum que julgue necessário, esse é um momento de reconciliação integrativa, segundo Ausubel, onde eles podem reorganizar seus conceitos, e fortalecê-los com exemplos, vivências ou aplicações. O professor deve avaliá-los novamente pelos critérios de Novak, em que deve observar a hierarquia, o uso de preposições, exemplos efetivos e ligações transversais entre conceitos chaves.

4.4.2 Aula 10 – Aplicação do Questionário final

Na última aula dessa SD, o professor deve distribuir um novo questionário final, pós – teste (APÊNDICE B), devem responder de forma individual as perguntas fechadas e abertas sobre suas percepções a respeito do projeto, do ensino, onde relataram suas facilidades e dificuldades no processo de aprendizagem, sobre Eletrodinâmica e um espaço para deixarem sugestões de melhorias. Esse questionário além de possibilitar a avaliação do Ensino e Aprendizagem, possibilita o professor a avaliar a metodologia aplicada e entender quais as atividades preferidas dos alunos relacionando com o desenvolvimento em cada uma.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. C.; SOUZA, A. R.; URENDA, P. A. **Mapas Conceituais: Avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico.** In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2004. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL095.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2021.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional.** Interamericana, 1980.
- BESSA, V. da H. **Teorias da aprendizagem.** 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil AS, 2008.
- COSTA, L. G e BARROS, M. A. O ensino de física no Brasil: problemas e desafios. **Matemática, Química, Física.** Tradução . Belo Horizonte: Poisson, 2019. . Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36229/978-85-7042-166-1>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- FIGUEIREDO, F. das C. T. S. **Construção e montagem de kits de circuitos elétricos eletrônicos para o ensino médio.** 2020. Dissertação (Mestrado Nacional no Ensino de Física), Fundação Universidade Federal de Rondônia, UNIR, Ji-Paraná, 2020. Disponível em: <http://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3020>. Acesso em: 23 jan. 2022.
- HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das atividades experimentais no ensino de física por meio do enfoque no processo de modelagem científica.** Tese (Doutorado em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- ISQUIERDO, Emerson Fernandes. **O uso do laboratório de física e a sua eficácia para o processo de ensino-aprendizagem.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/20536>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 5., 2006, Madrid. **Anais...** Madrid: EIAS, 2006.
- NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob; OTERO, José. **Aprendiendo a aprender.** Barcelona: Martínez Roca, 1988.
- ROSA, C. T. W. da; ROSA, A. B. da. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 43, n. 1, p. 3, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.35362/rie4312343>. Acesso em: 25 set. 2021

RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. *Temas psicol.*, Ribeirão Preto , v. 2, n. 3, p. 91-95, dez.1994. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1994000300009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 28 ago. 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

1- Eletrodinâmica é o ramo da Física que estuda o movimento das cargas elétricas, e está presente em diversas aplicações do cotidiano. Se possível relate aqui experiência do seu dia em que você utilizou ou utiliza corrente elétrica? E ainda tente descrever o que é corrente elétrica para você?

2 - Antigamente as bicicletas viam com uma lanterna que eram acessas à medida que se pedalava, o nome do aparelho responsável por transformar a energia é o dínamo. Visto isso, se possível responda as questões abaixo:



a) Alguém já comentou com você sobre o dínamo, ou você já viu em filmes ou tem alguém na família que ainda possui essa bicicleta? Relate aqui sua experiência.

b) Sabe-se que há uma transformação de energia para a lanterna acender, se possível relate aqui sobre quais as energias que foram transformadas? Você conhece outro caso em que a energia é transformada, se sim, Qual?

c) O dínamo pode ser considerado um gerador de energia elétrica? Por que?

3 – A energia elétrica é muito utilizada por todos atualmente, como por exemplo para carregar a bateria de um celular, que precisa de uma tensão de aproximadamente 5 Volts, varia muito de cada aparelho. Se possível responda as seguintes questões:

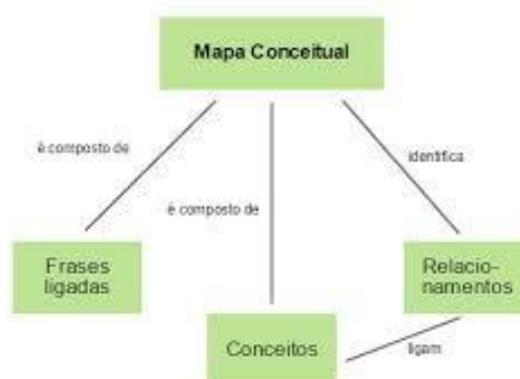
a) A tomada de sua casa tem uma tensão maior que 5 Volts? Você sabe dizer quantos Volts?

b) Você sabe dizer, se o seu carregador "esquenta" ao deixar na tomada? Se possível explique em caso de afirmativo ou negativo como esse processo ocorre, ou por que não ocorre.

c) Você já ouviu falar de resistores elétricos? Se sim, poderia me informar qual sua principal função?

4 – Você já parou para observar que em uma máquina fotográfica utiliza-se muito *flash* e essa luminosidade é proveniente de um acúmulo de carga dentro do circuito, que são liberados quando acionado, você sabe qual é o aparelho elétrico que é responsável pelo acúmulo de carga elétrica dentro do circuito? Se sim, você poderia relatar como ele funciona?

5 – Um mapa conceitual é um diagrama ou ferramenta gráfica que representa visualmente as relações entre conceitos e ideias. A maioria dos mapas conceituais descreve ideias, como caixas ou círculos (também chamados de nós), que são estruturados hierarquicamente e conectados com linhas ou setas (também chamados de arcos). Essas linhas são rotuladas com palavras e frases de ligação que ajudam a explicar as conexões entre os conceitos, como mostra o exemplo a seguir:



a) Você já fez um mapa conceitual na disciplina de física? ou em outra disciplina, especifique.

b) Se eu pedisse para fazer um mapa conceitual sobre Eletrodinâmica, você acha que seria possível nesse momento? Por quê?

6 – Você já realizou experimentos de física ou outra disciplina em anos anteriores? Em caso de afirmativo, com que frequência?

7- O que você espera dessas aulas expositivas e dialogadas, subsidiadas por experimentos?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL

1. (UNEB-BA) A corrente elétrica em um condutor metálico se deve ao movimento de:

- a) íons do metal, no mesmo sentido convencional de corrente.
- b) prótons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.
- c) elétrons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.
- d) elétrons, no mesmo sentido convencional da corrente.
- e) prótons, no mesmo sentido convencional da corrente.

2. (UFAL 84) A unidade usada para se medir intensidade de corrente elétrica é o:

- a) Farad
- b) Ampère
- c) Watt
- d) Coulomb
- e) Volt

3. (Adaptada UFG) Nos choques elétricos, as correntes que fluem através do corpo humano podem causar danos biológicos que, de acordo com a intensidade da corrente, são classificados segundo o quadro abaixo.

I	até 10 mA	dor e contração muscular
II	de 10 mA até 20 mA	aumento das contrações musculares
III	de 20 mA até 100 mA	parada respiratória
IV	de 100 mA até 3 A	fibrilação ventricular que pode ser fatal
V	acima de 3 A	parada cardíaca, queimaduras graves

Considerando que a resistência do corpo em situação normal é da ordem de 1500Ω , em qual das faixas acima se enquadra uma pessoa sujeita a uma tensão elétrica de 220 V ?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) n.d.a

4. (Adaptada UFSC-RS) Analise as afirmações a seguir, referentes a um circuito contendo três resistores de resistências diferentes, associados em paralelo e submetidos a uma certa diferença de potencial, verificando se são verdadeiras ou falsas.

1. A resistência do resistor equivalente é menor do que a menor das resistências dos resistores do conjunto;
2. A corrente elétrica é menor no resistor de maior resistência;
3. A diferença de potencial nos três resistores é o mesmo.
4. A corrente elétrica desse circuito é a mesma nos resistores.

A sequência correta é:

- a) F, V, F, F
- b) V, F, F, V
- c) V, V, V, F
- d) V, V, F, F
- e) F, F, V, V

5 - (Adaptada F. E. EDSON DE QUEIROZ - CE) Dispõe-se de três resistores de resistência 300 ohms cada um. Para se obter uma resistência de 900 ohms, utilizando-se os três resistores, como devemos associá-los?

- a) Dois em paralelo, ligados em série com o terceiro.
- b) Os três em paralelo.
- c) Dois em série, ligados em paralelo com o terceiro.
- d) Os três em série.
- e) n.d.a.

6 – De acordo, com os estudos sobre capacitor elétrico assinale a alternativa incorreta:

- a) **Capacitor** é um dispositivo capaz de acumular cargas elétricas quando uma diferença de potencial é estabelecida entre seus terminais.
- b) Quanto maior for a capacitância, maior será a quantidade de cargas armazenada pelo capacitor para uma mesma tensão elétrica.
- c) A unidade de capacitância no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o **farad (F)**, unidade que equivale a **coulomb por volt (C/V)**.

d) O Capacitor e a bateria são diferentes, um dos motivos é que o capacitor fornece energia ao circuito e a bateria extrai do circuito, armazena e libera a energia.

7 – Dentre as atividades trabalhadas, leitura do texto, “cineminha”, intervenção didática, experimentos, mapas conceituais.

a) Quais lhe chamaram mais atenção. Por quê?

b) Quais lhe chamaram menos atenção. Por quê?

8 – Quais dificuldades apresentadas durante as aulas mediadas pela sequência?

9 – Sobre os mapas conceituais. Como eles interferirão, ou não na construção do conhecimento. Por que?

10 – Como os experimentos aplicados nessa sequência didática resultaram na construção do conhecimento? Relate sua experiência.

ANEXO A – TEXTO ABORDADO NA AULA 04



QR Code do site da Info Tec.

EVITANDO CHOQUES ELÉTRICOS



choques elétricos, como evitar?

Choques Elétricos

Saiba como evitar choques elétricos

Quando uma corrente elétrica passa pelo corpo humano a pessoa sente o que chamamos de choque elétrico. Esse tipo de acidente com eletricidade pode causar diversos efeitos na vítima, como:

- 1 - Danos aos tecidos nervosos (que comandam outros sistemas, por exemplo o respiratório, ocasionando uma parada),
- 2 - Alterações na frequência cardíaca e
- 3 - Até a morte.

Em 2008, a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos de Eletricidade, Abracopel, fez uma pesquisa baseada em notícias divulgadas pela imprensa e apontou que:

- 218 registros de morte por eletrocussão;
- 186 incêndios gerados por curto-circuito;

- 28 acidentes com choque elétrico que não acabaram em óbitos ;
- 61 curtos-circuitos sem acidentes graves.

Mesmo se for trocar apenas uma lâmpada, desligue disjuntores e a chave geral. Para não passar a fazer parte das estatísticas, você precisa tomar alguns cuidados para evitar problemas com eletricidade em sua residência e garantir a sua segurança e da sua família. Veja a seguir algumas dicas:

1 - Tomadas

Evite o uso de benjamins e não ligue vários aparelhos na mesma tomada. Segundo a DME, distribuidora de energia elétrica em Minas Gerais, esses hábitos podem provocar aquecimento nos fios, desperdiçando energia e podendo causar curtos-circuitos.

Sobrecarregar as tomadas é ainda mais grave em ambientes molhados como a cozinha e área de serviço, explica Milena Guirão, gerente de marketing do Programa Casa Segura.

“Nestes locais o perigo de sobrecarga é maior porque os eletrodomésticos têm mais potência e causam um efeito no fio de eletricidade semelhante ao entupimento de uma artéria do coração”, Explica Milena Guirão, gerente de marketing do Programa Casa Segura.

Também nunca ligue diretamente um fio sem a flecha nos plugues da tomada e nunca desligue aparelhos puxando-os pelo fio. Além disso, coloque protetores nas tomadas para prevenir choques em crianças.

2 - Fazendo reparos em casa

Mesmo se for trocar apenas uma lâmpada, desligue disjuntores e a chave geral. Não se esqueça de alertar os moradores para que ninguém religue o fornecimento de energia e nunca mexa com eletricidade quando estiver com as mãos, roupas ou calçados molhados.

Ao trocar a lâmpada, não toque na parte metálica, não toque em fios sem saber se estão ligados à rede elétrica, muito menos se estiverem desencapados. Quando um fusível queima, não basta substituí-lo, procure identificar a causa e, após

solucionar o problema, substitua-o por outro de igual capacidade ou rearme o disjuntor.

Nunca coloque arames ou moedas no lugar de fusíveis. Nunca troque disjuntores por outros de maior capacidade para evitar quedas. Assim como eles, os fios de eletricidade têm espessuras específicas para suportar determinadas cargas elétricas. Quando você aumenta a capacidade do disjuntor, ele começa a liberar mais carga para um fio que vai ficar como uma via congestionada, esquentar e até derreter.

“Nesta situação, a probabilidade de incêndio é grande, por isso dizemos que quedas frequentes de disjuntores são um sinal para redimensionar a instalação”, comenta Milena Guirão.

3 - Aparelhos eletrônicos

Siga sempre o manual de instruções de seus aparelhos eletrônicos e aterre os equipamentos de maior potência, como geladeira, forno micro-ondas e ar condicionado. O Ministério do Trabalho explica em sua cartilha para trabalhos domésticos que qualquer defeito no circuito elétrico de eletrodomésticos e eletrônicos pode conduzir corrente para a carcaça, causando choque.

Nunca posicione qualquer aparelho elétrico ao alcance de quem estiver imerso em uma banheira, piscina ou tomando banho. Da mesma forma, mantenha os equipamentos longe de pias, banheiras, superfícies molhadas e locais úmidos. A DME orienta seus consumidores para, caso um aparelho caia dentro d'água, desligá-lo da tomada antes de tentar recuperá-lo.

Ao sair de casa verifique se eletrodomésticos estão desligados e nunca coloque facas, garfos ou qualquer objeto de metal dentro de aparelhos elétricos ligados

Como evitar choques e incêndios cuidando da rede elétrica da sua casa

Quase 600 pessoas morrem por ano no Brasil vítimas de choques elétricos!

Segundo o último levantamento da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade, em 2016 foram registrados 448 casos de incêndio causados por curto-circuito em redes elétricas. A recente tragédia em São Paulo, que

levou um prédio na região central da cidade a desabar depois de pegar fogo, foi causado por um curto-circuito em uma tomada.

Dados alarmantes mostram a vulnerabilidade da nossa sociedade quando o assunto é instalação elétrica. Obrigatório por lei desde 1997, apenas 21% dos imóveis brasileiros possuem disjuntor na rede elétrica; este pequeno dispositivo de proteção desarma automaticamente sempre que detecta uma anomalia. Com um disjuntor instalado e uma rede elétrica bem projetada, a chance de problemas é pequena.

Toda corrente elétrica transporta energia. Parte dessa energia fica no condutor - neste caso, o fio - em forma de calor. Esquentar até certo ponto é normal; está dentro do previsto. O problema é quando a corrente é muito maior do que o meio suporta - seja o fio, cabo, tomada, plugue - aí o resultado é este aí...fogo!

Essa sobrecarga também acontece quando diversos equipamentos são ligados em uma única tomada com o uso de benjamins; os populares "T's". A maioria dos incêndios por problemas elétricos é devido ao uso excessivo de aparelhos de alta potência em um mesmo ponto.

Cada tomada foi feita para ligar apenas um dispositivo, mas segundo a mesma pesquisa, 57% das residências utilizam benjamins ou T's diariamente sem qualquer cuidado.

Além de uma instalação bem feita; de preferência por um profissional - um filtro de linha pode ser mais interessante do que um simples "T". Isso porque os filtros de linha normalmente têm fusível de proteção. Em caso de sobrecarga, o fusível queima e a ligação é cortada na hora para evitar um curto circuito. Mas ninguém precisa "abandonar" os benjamins de uma hora para outra. Com cuidado, é possível usá-los (os benjamins) com segurança.

Todo equipamento elétrico traz uma etiqueta informando a corrente que consome. A medida está em amperes. Para usar um benjamin com segurança, basta somar a corrente dos dispositivos e nunca ultrapassar o limite do adaptador "T".

Com eletricidade não se brinca. Todo cuidado é pouco! Em um choque elétrico, uma pequena corrente pode gerar uma parada cardíaca e levar a óbito. Em outros casos, como no do edifício que desabou em São Paulo, um incêndio de grandes proporções pode começar ali...na tomada!