

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

GERSON GARCIA

**CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA
UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CAMPO
ELETROMAGNÉTICO**

**MEDIANEIRA
2021**



CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O
ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CAMPO
ELETROMAGNÉTICO

CONSTRUCTION, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A POTENTIALLY
SIGNIFICANT UNIT FOR THE TEACHING-LEARNING OF THE
ELECTROMAGNETIC FIELD CONCEPT

GERSON GARCIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Mara Fernanda Parisoto

MEDIANEIRA
2021



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

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira



GERSON GARCIA

CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO

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

Data de aprovação: 21 de Maio de 2021

Prof.a Mara Fernanda Parisoto, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Maria Lucia De Moraes Costa, Doutorado - Universidade Federal do Pará (Ufpa)

Prof.a Shiderlene Vieira De Almeida, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/05/2021.

Dedico este trabalho, em primeiro lugar, a Deus, que iluminou meu caminho durante esta difícil caminhada. Dedico também à minha família, pelos momentos de ausência, especialmente minha esposa Maria Sonia Garcia e aos meus filhos Yohann Gustavo Garcia, Yuri Guilherme Garcia e a minha filha Valentina Sophia

AGRADECIMENTOS

Certamente, estes parágrafos não atenderão a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço à minha orientadora, a professora Dra. Mara Fernanda Parisoto, que foi muito mais que uma orientadora, foi uma amiga em toda a minha trajetória rumo a esse mestrado, graças ao seu apoio nos momentos difíceis deste mestrado, que não foram poucos, chego ao término do mesmo com pensamentos totalmente diferentes de quando entrei. Com certeza, a sua orientação vai além das páginas desta dissertação, é um aprendizado que levarei para o resto de minha vida.

Aos meus colegas de sala, fica meu agradecimento a todos. Em especial à minha colega Jaqueline Tafarel, que foi muito mais que uma colega de sala, foi uma pessoa que dedicou boa parte do seu tempo a ajudar os seus colegas. E à minha colega Francielle Nunes, por toda ajuda no decorrer do mestrado.

À Secretaria do Curso, pela cooperação, estando sempre prontos a nos atender sempre que precisamos.

Gostaria de deixar registrado também o meu reconhecimento à minha esposa, Maria Sonia Garcia, que nos muitos momentos difíceis que tivemos, esteve ao meu lado, sempre motivando para seguir em frente nesse mestrado e, sempre cuidando com muito amor dos nossos filhos, Yohann Gustavo Garcia, Yuri Guilherme Garcia e Valentina Sophia Garcia, nos momentos em que estive ausente, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Gostaria de agradecer a todo o corpo docente do MNPEF pela dedicação com que ministraram suas aulas, que fique a certeza de que toda essa dedicação provocou uma grande mudança em cada um dos alunos do mestrado. Em especial, fica o agradecimento à professora Dra. Shiderlene Almeida, que sem dúvida alguma, é um dos pilares do MNPEF, uma pessoa com um conhecimento inigualável e, com muita simplicidade e carisma, fez com que as aulas de sábado à tarde fossem aulas maravilhosas. Professora, pode ter certeza de que seu conhecimento e seu jeito de ser provocou uma grande mudança em todos nós, e essa é a mudança que levaremos para a sala de aula.

Não poderia deixar de citar minha colega de mestrado, e agora mestre Ma. Silvia Correa Soranso, que foi a pessoa que me convenceu a fazer esse mestrado. Um agradecimento especial para minha mais nova amiga Ma. Rosane Antonia de Souza Fronza, por todo o apoio e ajuda que me deu no decorrer deste mestrado. Também fica um agradecimento especial aos meus colegas Wesley Dias de Almeida (UFPR) e Juliano Jarbas Gomes (UFPR) pela parceria e disponibilidade sempre que precisei, na elaboração do Produto Educacional.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

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

É importante a vontade de aprimorar o conhecimento: Tudo é motivo para aprendizagem e crescimento. Nunca perca a curiosidade e a vontade de progredir, independente de sua idade. (Perfect Liberty)

RESUMO

GARCIA, gerson. **CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO. 2021.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021.

O presente trabalho de dissertação, é a implementação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino-Aprendizagem do conceito de campo eletromagnético. Com objetivo de conhecer melhor o que motiva os alunos a estudarem, foi aplicada a Escala de Motivação para a Aprendizagem Zenorini (2007). Em seguida foi construído com os aprendizes um detector de campo elétrico e um detector de campo eletromagnético. Sendo que o detector de campo eletromagnético utiliza a plataforma arduino e, o programa utilizando a linguagem C de programação e fornecido pelo professor, assim, o aprendiz interage com esses detectores, utilizando a metodologia de rotação por estação associada com a metodologia Predizer, Interagir e Explicar, nas atividades propostas ao aprendiz, com o intuito de facilitar sua compreensão sobre parte do processo de como surgem os campos eletromagnéticos. Dessa forma, os aprendizes desenvolvem habilidades para compreender e associar o conteúdo trabalhado e, conseguir fazer a relação com outros conteúdos da Física, além de interagirem entre si e com o professor. Nessa troca de conhecimentos, começam a surgir os primeiros indícios de Aprendizagem Significativa. Para facilitar a compreensão e o desenvolvimento do Produto Educacional (PE) foram feitas duas Estação por Rotação, na primeira Estação foi utilizado o detector de campo elétrico, e aplicado o primeiro pré-teste. Na segunda Estação por Rotação, foi utilizado o detector de campo eletromagnético. Com intuito de buscar indícios de Aprendizagem Significativa, optou-se em aplicar um pós-teste sessenta dias após o término da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). A proposta é estruturada no cognitivismo da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel. A opção por uma sequência didática, desenvolvida por Moreira (2011) ocorre justamente por se tratar de uma estrutura elaborada por etapas sequenciais, visando a uma ligação com a estrutura cognitiva do aprendiz. Os dados dessa pesquisa foram colhidos na implementação que ocorreu em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de um colégio público do Estado do Paraná. Parte do produto educacional também foi aplicado em um mini curso hands on tec – circuito elétrico, para alunos da Universidade Federal do Paraná, em forma de oficina no IV Semana Acadêmica de Licenciatura em Ciências Exatas. O total de aulas propostas para a aplicação do Produto Educacional é de 9 aulas de 45 minutos cada. A análise qualitativa do material se deu através da aplicação da Escala de Motivação para Aprendizagem de Zenorini e, baseada na Literatura de Laurence Bardin. A análise quantitativa foi realizada através das aplicações dos pré-testes e pós-testes, e através do teste paramétrico test t-student através dos quais, pelos resultados obtidos, encontraram-se indícios de aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Rotação por Estação, PIE, Ensino Médio, Eletromagnetismo, Arduino.

ABSTRACT

GARCIA, gerson. **CONSTRUCTION, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A POTENTIALLY SIGNIFICANT UNIT FOR THE TEACHING-LEARNING OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD CONCEPT**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021.

(UEPS)The present dissertation work is the implementation and evaluation of a Potentially Significant Teaching Unit for the Teaching-Learning of the electromagnetic field concept. In order to better understand what motivates students to study, the Zenorini Learning Motivation Scale (2007) was applied. Then, an electric field detector and an electromagnetic field detector were built with the apprentices. Since the electromagnetic field detector uses the Arduino platform and the program using the C programming language is provided by the teacher, thus, the learner interacts with these detectors, using the rotation per station methodology associated with the Predict, Interact and Explain methodology, in the activities proposed to the learner, in order to facilitate their understanding of part of the process of how electromagnetic fields arise. In this way, learners develop skills to understand and associate the content worked on and are able to make the relationship with other contents of Physics, in addition to interacting with each other and with the teacher. In this exchange of knowledge, the first signs of Meaningful Learning begin to appear. In order to facilitate the understanding and development of the Educational Product (PE), two Stations per Rotation were carried out, in the first Station the electric field detector was used, and the first pre-test was applied. In the second station per station, the electromagnetic field detector was used. In order to seek evidence of Meaningful Learning, it was decided to apply a post-test sixty days after the end of the application of the Potentially Significant Teaching Unit (UEPS). The proposal is structured on the cognitivism of David P. Ausubel's Theory of Meaningful Learning. The option for a didactic sequence, developed by Moreira (2011) occurs precisely because it is a structure elaborated by sequential steps, aiming at a connection with the learner's cognitive structure. The data from this research were collected in the implementation that took place in a third-year high school class at a public school in the State of Paraná. Part of the educational product was also applied in a hands on tec mini-course – electrical circuit, for students at the Federal University of Paraná. in the form of a workshop at the IV Academic Week of Degree in Exact Sciences. The total number of classes proposed for the application of the Educational Product is 9 classes of 45 minutes each. The qualitative analysis of the material took place through the application of Zenorini's Motivation for Learning Scale, based on Laurence Bardin's Literature. Quantitative analysis was performed through the applications of pre-tests and post-tests, and through the parametric test t-student test through which, by the results obtained, signs of significant learning were found

Keywords: Rotation by Station, PIE, High School, Electromagnetism, Arduino.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema das etapas conceituais para a aprendizagem.....	35
Figura 2: Modelo de Franklin de interação entre corpos	37
Figura 3: Ocorrência dos diversos significados do termo campo nos sete livros didáticos do Ensino Médio.....	43
Figura 4: Carga elétrica/massa das partículas.....	44
Figura 5: Princípio da atração e repulsão entre as cargas.....	45
Figura 6: Eletrização por atrito.....	47
Figura 7: Eletrização por contato.....	47
Figura 8: Eletrização por indução.....	48
Figura 9: Linhas de campo elétrico.....	49
Figura 10: Linhas de campo ou de força.....	50
Figura 11: Linhas de campo ou de força.....	50
Figura 12: Representação do Campo Eletromagnético.....	53
Figura 13: Representação da primeira Rotação por Estação de Aprendizagem.....	65
Figura 14: Representação da segunda Rotação por Estação de Aprendizagem.....	66
Figura 15: Exemplo de frequência de ocorrência Badin sobre etnias.....	70
Figura 16: Frequência de ocorrência do trabalho de Soranso (2019).....	71
Figura 17: Esquema prático de como montar o detector de campo elétrico.....	79
Figura 18: Detector de campo construído pelos alunos.....	80
Figura 19: Ganho estatístico da amostra.....	92
Figura 20: Teste t student para os dados de ganho da pesquisa.....	93
Figura 21: Teste não-paramétrico para os dados de ganho da pesquisa.....	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Resultados do pré-teste 1.....	82
Gráfico 02 - Respostas dos alunos referentes ao pré-teste 2.....	83
Gráfico 03 - Relação entre acertos e erros no pré-teste 1 e 2.....	84
Gráfico 04 – Resultados obtidos na aplicação do pós-teste.....	86
Gráfico 05 – Resultados obtidos na aplicação do pós-teste.....	87
Gráfico 06 – Acertos no pré-teste x pós-teste.....	89
Gráfico 07 – Ganho por aluno.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Periódico consultado, tema do trabalho, nomes dos autores e ano de publicação	19
Quadro 2: Síntese da UEPS.....	75
Quadro 3 – Questão versus objetivo a ser alcançado na pesquisa.....	81
Quadro 4 - Respostas dos alunos referentes ao pré-teste 1.....	82
Quadro 5 - Respostas dos alunos referentes ao pré-teste 2.....	83
Quadro 6 – Relação entre acertos e erros no pré-teste 1 e 2.....	83
Quadro 7 - Respostas dos alunos para o pós-teste 1 e 2.....	85
Quadro 8 – Relação entre acertos e erros no pós-teste 1 e 2.....	86
Quadro 9 – Comparação entre a quantidade de acertos do pré-teste 1 e 2 com o Pós-teste 1 e 2.....	88
Quadro 10 – Ganho por questão entre o pré-teste e o Pós-teste 1 e 2.....	89
Quadro 11 – Ganho por aluno Pré-teste e o Pós-teste.....	90

LISTA DE SIGLAS

PE - Produto Educacional

UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

EUA – Estados Unidos da América

P.I.E. – Predizer, Interagir e Explicar

P.O.E. - Predizer, Observar e Explicar

AS - Aprendizagem Significativa

(CA) - Corrente Alternada

(CC) - Corrente Contínua

MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS	17
1.1.1. Objetivo Geral	17
1.1.2. Objetivos Específicos	17
1.2. JUSTIFICATIVA	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Metodologia da revisão	18
2.2 Categoria 1: Ensino em ciências	21
2.3 Categoria 2: Ensino de Física	23
2.4 Considerações sobre a revisão de literatura	27
3 REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.1 Aprendizagem Significativa por David Paul Ausubel	28
3.2 Aprendizagem Significativa X Aprendizagem Mecânica	29
3.3 Condições da Aprendizagem Significativa	31
3.4 Diferenciação Progressiva e Reconciliação integrativa	32
4 FÍSICA ABORDADA NO PRODUTO EDUCACIONAL	35
4.1 Contexto Histórico da Eletricidade	35
4.2 Comentários gerais da Física abordada no Produto, dedicado ao professor	40
4.3 A Física em sala de aula	42
4.4 Conteúdos da Física abordados no Produto Educacional	43
4.4.1 Carga Elétrica	43
4.4.2 Condutores e Isolantes	46
4.4.3 Processos de eletrização	46
4.4.4 Campo Elétrico	48
4.4.5 Linhas de Campo Elétrico	49
4.4.6 Campo Magnético	51
4.4.7 Campo Eletromagnético	51
4.4.8 Detector de Campo Eletromagnético	55
4.5 Aprofundamentos da física ao professor	55
4.5.1 Campo Elétrico	56
4.5.2 Campo Magnético da Matéria	57

4.5.3 Equações de Maxwell	58
5 METODOLOGIA	62
5.1 Metodologia de Ensino	62
5.1.1 Metodologia de Ensino e aprendizagem P.I.E. - Predizer, Interagir e Explicar	62
5.1.2 Descrição dos passos seguidos na realização da UEPS	63
5.1.2.1 Primeira Estação	65
5.1.2.2 Segunda Estação	65
5.1.2.3 Detector de campo eletromagnético usando plataforma Arduino	67
5.2 Metodologia de Pesquisa	67
5.2.1 Metodologia Qualitativa – Bardin Frequência de ocorrência	69
5.2.1.1 Motivação para a Aprendizagem de Zenorini	72
5.2.2 Metodologia Quantitativa – Teste t student	72
5.2.2.1 Teste Estatístico Adequado Não-paramétrico	73
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS	75
6.1 PRODUTO EDUCACIONAL - DETECTOR DE CAMPO ELÉTRICO	75
6.2 ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA APRENDIZAGEM DE ZENORINI	76
6.3 ATIVIDADE <i>HANDS ON TEC</i> – CIRCUITO ELÉTRICO	78
6.3.1 Descrição do Esquema Prático do Experimento	79
6.3.2 Problematização aos alunos	79
6.3.3 Experimentação	80
6.3.4 Questões	81
6.4 PRÉ-TESTE: UMA VISÃO QUANTITATIVA	82
6.5 PÓS-TESTE: UMA VISÃO QUANTITATIVA	85
6.6 RESULTADOS DO PRÉ-TESTE X PÓS-TESTE	88
6.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	92
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
9 APÊNDICES	101
APÊNDICE 1 – FOTOS DOS ALUNOS NA APLICAÇÃO DA UEPS	101
APÊNDICE 2 – PRODUTO EDUCACIONAL	104

1 INTRODUÇÃO

É importante considerar, ao planejar uma sequência didática, as relações interativas entre professor/aluno e aluno/aluno e as influências dos conteúdos nessas relações, o papel do professor e o papel do aluno, organizar os conteúdos de maneira que possa ter um maior aproveitamento do tempo, espaço e dos recursos didáticos e avaliação.

O presente trabalho de dissertação, é a implementação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino-Aprendizagem do conceito de campo eletromagnético. A proposta é estruturada na forma de um Produto Educacional (PE) com base no cognitivismo da Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O respectivo (PE) está disponível no Apêndice 2 desta pesquisa.

Em busca de uma aprendizagem significativa, cito a metodologia de sequência didática definida por Zabala (1998) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”.

Para aprofundar os conceitos sobre sequência didática, cito Moreira (2009), justamente por se tratar de uma estrutura elaborada por etapas sequenciais, visando uma ligação com a estrutura cognitiva do aprendiz. A implementação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foi associada com a metodologia pertencente ao Ensino Híbrido, Rotação por Estação e com a metodologia (P.I.E.) Predizer, Interagir e Explicar, nas atividades propostas ao aprendiz. Essa implementação ocorreu em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de um colégio público do Estado do Paraná, no ano de 2019. Parte desta pesquisa também foi aplicada em um minicurso *Hands On Tec* – Circuito Elétrico, para alunos da UFPR setor Palotina em forma de oficina em 2018, “IV SALCE” Semana Acadêmica de Licenciatura em Ciências Exatas. O total de aulas propostas para a aplicação são 9 aulas de 45 minutos cada.

Tratando-se de uma pesquisa metodológica híbrida, a pesquisa é quantitativa e qualitativa, e segue sendo desenvolvida de maneira exploratória e indo a campo na sala de aula. Para isso, foram utilizados artigos científicos

publicados em revistas, jornais e periódicos. A pesquisa de artigos foi feita nas bases eletrônicas PubMed, Cochrane, Scielo Google Acadêmico.

A proposta de dissertação é toda desenvolvida de maneira bibliográfica sistematizada voltada para se obterem evidências sobre o tema de campo eletromagnético. A análise do material, de maneira qualitativa, foi feita de acordo com a Literatura de Laurence Bardin(2016), trazendo para a pesquisa resultados expressivos. A parte quantitativa foi analisada através das aplicações de um pré-teste e de um pós-testes, e através do teste paramétrico test t student de Hipóteses, onde foram encontrados indícios de uma aprendizagem significativa.

Com isso, pode-se concluir que quando os alunos conseguem interagir mais entre eles e com o professor, que é o que ocorre na aplicação da (UEPS), consegue nos dar indícios de Aprendizagem Significativa, representando um grande ganho não só para o aprendiz, mas para o Ensino de Física.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Construir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa baseada na teoria de aprendizagem de Ausubel, sobre Campo Eletromagnético.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Construir experimentalmente com os alunos um circuito elétrico que detecte a presença de campo elétrico, e um circuito elétrico que detecte a presença de campo eletromagnético utilizando a plataforma Arduino.
- Utilizar pré-teste e pós-teste para verificar indícios de aprendizagem significativa sobre os conteúdos trabalhados na metodologia de rotação por estação.
- Aplicar a escala de motivação de Zenorini para conhecer um pouco mais sobre a motivação dos alunos em relação aos estudos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A UEPS é a base de investigação desta dissertação e leva em conta a construção e estudo de um detector de campo elétrico e um detector de campo eletromagnético. Estes possuem como objetivo que o aluno perceba que com estes detectores é possível captar a distorção provocada pelo campo eletromagnético.

Essa mesma distorção também poderia ser detectada através de experimentos bem simples, que já são feitos há muito tempo, como por exemplo, na eletrização por atrito de materiais simples como canudinho, caneta, entre outros. Mas, tendo em vista que a tecnologia está cada dia mais presente na vida de todos, a ideia de usar uma plataforma Arduino é justamente dar asas à imaginação dos alunos para que produzam novos experimentos, usando esse tipo de tecnologia que ainda é bem desconhecida nas escolas públicas.

Segundo comentários feitos por alguns colegas professores de Física, que trabalham em escolas estaduais, “O conteúdo de campo em geral é algo que é bem abstrato para o aprendiz”, por isso esses colegas preferem somente ficar com a aplicação das fórmulas de campo elétrico e campo magnético. Em momento algum, os cálculos serão retirados do conteúdo, espera-se que com a inclusão do detector de campo, esses cálculos possam ser demonstrados e fazer mais sentido para os alunos. É de grande importância que o aluno consiga estabelecer, em sala de aula, relação entre o conteúdo estudado e sua vida, seu mundo e a sociedade na qual está inserido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, abordam-se conceitos relacionados à aprendizagem significativa por meio de UEPS. A presente revisão contempla publicações de periódicos na área de Ciências, com enfoque específico na área da Física.

2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO

A revisão de literatura apresentada neste estudo baseou-se em periódicos brasileiros publicados nas revistas especializadas nas áreas de Física e Ensino, assim como em áreas correlatas, como Química, Ciências e Aprendizagem Significativa, onde as palavras usadas nessa procura foram: UEPS, campo

eletromagnético, Rotação por estação, PIE, Ensino Médio, Eletromagnetismo, Arduino. Foram considerados os periódicos no período de 2008 ao primeiro semestre de 2020, nos quais se abordou o desenvolvimento e aplicação de UEPS no ensino de Física e de Ciências e na análise de outras revisões de literatura, como Soranso (2019).

Os artigos consultados e seus respectivos periódicos onde foram publicados seguem listados no Quadro 1, abaixo, nos recortes de tema e tempo citados.

Quadro 1: Periódico consultado, tema do trabalho, nomes dos autores e ano de publicação

Nome do periódico/revista	Título da publicação	Autor(es)	Ano
Revelli – Revista De Educação, Linguagem e Literatura	A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em Educação em ciências	Ferreira; Loguecio	2014
Aprendizagem Significativa em Revista	Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas	Raber et al.	2017
Aprendizagem Significativa em Revista	Água como tema gerador em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para abordar conceitos químicos	Santana et al.	2017
Aprendizagem Significativa em Revista	A utilização de uma UEPS no ensino de matemática: uma Investigação durante a apresentação do tema probabilidade	Brum; Silva	2015
Educação Matemática em Revista – RS	Uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto do ensino de matemática financeira	Manassi et al.	2014
Aprendizagem Significativa em Revista	Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para el aprendizaje de la Educación para la Salud, Instituto Pedagógico de Caracas.	Aviles; Tancredi	2016
Latin-American Journal of Physics Education	Monitoramento da qualidade de água do córrego Zavuvus: prática aplicada no ensino de química ambiental	Saron; Amaral	2015
Revista Tecnologias na Educação	Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa, auxiliada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para o estudo da Cinética Química	Silva; Silva	2015
Latin-American Journal of Physics Education	Alfa Ciências: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para Formação Continuada de Professores do Ensino Fundamental I	Moreira; Ferreira	2016

Estação Científica (UNIFAP)	Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática	Silva	2011
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: O caso de Benjamin Franklin	Silva; Pimentel	2008
Latin-American Journal of Physics Education	Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Temperatura	Faccin; Garcia	2017
Latin-American Journal of Physics Education	Laser de rubi: uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)	Schittler; Moreira	2014
Experiências em Ensino de Ciências	Uma UEPS para o ensino dos espelhos esféricos	Coelho et al.	2017
Revista Investigações em Ensino de Ciências	Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais	Hilger e Griebelle	2013
Revista Investigações em Ensino de Ciências	Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica	Hammel et al.	2019
Revista Investigações em Ensino de Ciências	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS): a importância para as aulas de Óptica geométrica no estado do Tocantins	Sousa et al.	2018
Latin-American Journal of Physics Education	Integrating didactical strategies to facilitate meaningful learning in introductory college physics	Parisoto et al.	2014
Revista Investigações em Ensino de Ciências	Identificando a evolução conceitual no ensino de eletromagnetismo, através de uma UEPS baseada num sistema de som automotivo gerador de energia	Sphor et al.	2017

Fonte: organizado pelo autor.

Foram encontrados 19 artigos publicados no período analisado nos principais periódicos na área de ensino, ensino de Ciência e especificamente ensino de Física. Dentre esses, 9 artigos apresentavam uma abordagem mais voltada ao ensino em Ciências e 10 abordam diretamente o campo do ensino em Física. Os estudos citados serão brevemente analisados a seguir, evidenciando suas contribuições para seus respectivos campos de atuação. A análise será dividida em duas partes, considerando a abordagem de cada artigo, sendo classificados em duas categorias: voltados para o Ensino em Ciências; direcionados ao Ensino de Física.

2.2 CATEGORIA 1: ENSINO EM CIÊNCIAS

No artigo intitulado “A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em Educação em Ciências”, Ferreira e Loguecio (2014) apresentam o método da análise de conteúdo aplicado à educação em Ciências em situações em que sejam necessárias a interpretação e inferência de significados. Baseando-se em Bardin (2011), apresentam o método como quantiquantitativo na interpretação dos dados em Ciências, já que emissor e receptor da mensagem contribuíram para a construção do todo significativo resultante desse processo interpretativo. O artigo traz, ainda, os aspectos históricos, as aplicações do método e a descrição propriamente dita da análise de conteúdo. Esta aparece organizada, segundo Bardin, em três fases:

- (i) pré-análise, voltada à organização operacional do material;
 - (ii) exploração do material, destinada à sistematização de categorias de análise e de unidades de sentido; e (iii) tratamento dos resultados, inferência e interpretação, caracterizada pela avaliação crítica dos resultados das interpretações inferenciais.
- (FERREIRA; LOGUECIO, 2014, p. 37)

Os autores apresentam, ainda, as técnicas de análise de conteúdo, também com base em Bardin, a saber: Categorical, De Avaliação, De Enunciação, Proposicional do Discurso, Da Expressão e Das Relações, sem com base em elementos textuais focais. O uso de softwares na análise de conteúdo é outro aspecto abordado no artigo de Ferreira e Loguecio (2014), destacando vantagens e desvantagens nessa associação, já que a inteligência artificial dá conta de acelerar os processos de análise, embora se limite no que se refere a questões mais subjetivas da análise do discurso, por exemplo, em detrimento de um resultado quantitativo mais apurado. Conclui-se o estudo constatando que a análise de conteúdo pode ser uma importante estratégia de pesquisa aplicada à formação de professores em Ciências.

No artigo “Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas”, Raber et al. (2017) apresentam a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. O artigo em questão apresenta referencial teórico referente à aprendizagem significativa de Ausubel, referente às UEPS,

com base em Moreira e sobre o ensino de Ciências Naturais. Tal estudo apresenta a construção das UEPS de forma detalhada.

O artigo “Água como tema gerador em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para abordar conceitos químicos”, de Santana et al. (2017), aborda o assunto de soluções químicas através de cartilhas elaboradas a partir de questionário que detectasse os conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto. O uso dos mapas conceituais se destacou como material de evidente importância para que houvesse, de fato, com esses estudantes, aprendizagem significativa, garantindo posicionamento crítico.

Brum e Silva (2015) traz em seu estudo a aplicação da UEPS no campo do ensino da probabilidade, passando pela contextualização teórica acerca da Teoria da Aprendizagem Significativa, apresentam os resultados obtidos na implementação da UEPS e na aprendizagem significativa por parte dos alunos, após descreverem os processos e métodos utilizados para tal. Mais uma vez os mapas conceituais se destacam no decorrer das atividades propostas aos alunos, além do emprego de outras estratégias, como os jogos inseridos no contexto pedagógico.

O artigo “Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) no contexto do ensino de matemática financeira”, de Manassi et al. (2014), após descrever o processo de construção de uma UEPS, traz os resultados de sua aplicação em um curso técnico em vendas, mais especificamente em uma turma de Matemática Financeira. A conclusão a que chegaram os autores demonstra que o uso dos materiais adequados, como a calculadora financeira, e a implementação da UEPS colaboraram para a construção de conhecimento significativo nos alunos, corroborando a viabilidade e a eficiência da proposta aplicada ao conteúdo apresentado no estudo.

A aplicação das UEPS é abordada também na formação de docentes em Biologia por Aviles e Tancredi (2016) no artigo “Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para el aprendizaje de la Educación para la Salud, Instituto Pedagógico de Caracas”, fundamentando-se em Moreira (2011). Trata-se de pesquisa qualitativa, com aplicação de recursos como questionários validados e mapas conceituais, dentre outros, demonstrando a eficácia das UEPS nesse contexto educacional.

Saron e Amaral (2015) abordam em seu artigo “Monitoramento da qualidade de água do córrego Zavuvus: prática aplicada no ensino de química ambiental” o desenvolvimento de uma UEPS aplicada a grupo de alunos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na análise da qualidade da água de um córrego da zona rural da cidade de São Paulo, com o objetivo de monitorar a qualidade da água.

O artigo intitulado “Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa, auxiliada pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para o estudo da Cinética Química”, de Silva e Silva (2015) tem como objetivo verificar a eficácia de avaliar uma UEPS auxiliada pelo uso das TIC’s, aplicada ao conteúdo de cinética química. Inicialmente, há uma contextualização em referencial teórico em relação às TIC’s, às UEPS, o ensino de Química e o conceito de aprendizagem significativa no contexto das UEPS.

Moreira e Ferreira (2016), através do artigo “Alfa Ciências: uma unidade de ensino potencialmente significativa para formação continuada de professores do ensino fundamental I”, abordam as tendências do Ensino de Ciências no ensino fundamental I, contextualizando-as a partir de referencial teórico de aprendizagem significativa com base em Moreira. A pesquisa ocorre de forma direcionada à formação continuada de professores na área de Ciências no nível de ensino informado.

2.3 CATEGORIA 2: ENSINO DE FÍSICA

Silva (2011), em seu artigo intitulado “Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática” propõe, na introdução, apresentar a eletrostática a alunos de Ensino Médio sob um viés histórico das descobertas associado a experimentos simples, com o objetivo de despertar o interesse dos jovens pela ciência. São apresentados e explicados, então: o princípio da eletrostática, a eletrização por atrito, a eletrização por indução e contato, os condutores e isolantes, os eletroscópios, a Lei de Coulomb, o campo elétrico e o comportamento de um condutor eletrizado (o campo elétrico no interior de um condutor eletrizado e a gaiola de Faraday), conceitos sempre ilustrados pelo relato de uma experiência associada. Na conclusão, o autor constatou a

importância de se compreender as descobertas científicas sob o aspecto histórico, demonstrando as diversas possibilidades entre a teoria e a prática, através de experimentos.

Silva e Pimentel (2008), em seu artigo publicado no periódico *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, intitulado “Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin”, contextualizam, inicialmente, a abordagem superficial e, por vezes, inadequada dos livros didáticos direcionados aos ensinamentos Fundamental e Médio no que se refere à História da Ciência. Dessa forma, têm como intenção verificar de que forma as contribuições de Benjamin Franklin são abordadas em relação à qualidade das informações sobre o assunto nesse tipo de material. Em seguida, discorrem sobre os estudos dos fenômenos elétricos no século XVIII, apresentando também as contribuições de Benjamin Franklin para os estudos da eletrostática, como o conceito de fluido elétrico e das atmosferas elétricas, a natureza elétrica dos raios e a ideia que o levou à invenção dos para-raios. No próximo tópico, são avaliados 12 livros didáticos selecionados que abordam a história da eletricidade. Em todos os livros foram detectadas informações equivocadas ou que distorciam o conteúdo original, concluindo, portanto, que a qualidade da História da Ciência presente nos livros didáticos deixa a desejar nos quesitos precisão histórica, erros, distorção e simplificação exacerbada dos fatos narrados. Sugerem, finalmente, que os professores se baseiem em publicações em periódicos que tenham passado por avaliação prévia.

O artigo “Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre Temperatura”, de Faccin e Garcia (2017). São elencadas as metodologias utilizadas, tendo como objetivo a aprendizagem significativa dos conteúdos propostos. Em seguida, apresentam um referencial teórico da aprendizagem significativa de Ausubel e das UEPS, com base em Moreira. O processo de construção da UEPS sobre temperaturas e suas atividades é relatado, destacando a necessidade de adaptar as atividades ao público-alvo.

Schittler e Moreira (2014), no estudo “Laser de rubi: uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)”, propõem, por meio da aplicação de uma UEPS, a abordagem de alguns conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em turma primeiro ano do ensino médio, no ano de 2012. Cabe destacar que dez meses depois da aplicação do estudo a

pesquisadora aplicou um questionário para verificar indícios de que a UEPS produziu nos alunos uma aprendizagem significativa. A UEPS implantada foi organizada em 8 passos, a saber: I) Tarefa inicial; II) Situações-problema iniciais; III) Aprofundando conhecimentos; IV) Nova Situação-Problema; V) Avaliação somativa individual; VI) Aula expositiva dialogada integradora final; VII) Avaliação da aprendizagem da UEPS; VIII) Avaliação da própria UEPS. Os autores destacaram, na conclusão do estudo-piloto, que a implementação da UEPS e a sua aplicação no projeto gerou evidências de aprendizagem significativa, além de conferir mais autonomia e possibilidades de participação dos alunos.

O artigo intitulado “Uma UEPS para o Ensino dos Espelhos Esféricos”, publicado por Coelho et al. (2017), traz os resultados da fundamentação teórica baseada em Ausubel e Moreira. Para avaliar quantitativamente o processo de aprendizagem, foi aplicado um questionário aos alunos. Os alunos puderam expressar seus posicionamentos a respeito das UEPS e detectou-se que todos avaliaram a estratégia positivamente. Nas considerações finais, os autores destacam que apesar de demandarem maior dedicação de tempo se comparadas a métodos de ensino tradicionais, as UEPS viabilizaram indícios de conhecimento significativo por parte dos alunos.

Aplicando uma UEPS relacionada aos conceitos de Física Quântica a alunos de terceiro ano do ensino médio em Bagé, no estado do Rio Grande do Sul, Hilger e Griebeler (2013). As autoras afirmam que os resultados foram positivos.

O artigo intitulado “Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica”, de Hammel et al. (2019), com foco no ensino de Física na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, traz um estudo qualitativo relacionado à eletrodinâmica. A fundamentação teórica se baseia em Ausubel e Moreira. Os oito passos da UEPS são apresentados e sua aplicação no projeto em questão é descrita. O posicionamento crítico dos alunos em relação à metodologia da UEPS é estimulado, tendo sido identificadas potencialidades e fragilidades, além da coleta de sugestões dadas pelos alunos participantes. As considerações finais indicam que há evidências de conhecimento significativo associado a uma melhor compreensão do tema através de atividades variadas.

No artigo sob título “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS): a importância para as aulas de Óptica geométrica no estado do Tocantins”, publicado por Sousa et al. (2018), é explorado tema do Ensino da Óptica Geométrica e os conteúdos relacionados à Formação de Imagem no Espelho Plano e Associações de Espelhos Planos, com referencial teórico de acordo com Moreira (2011). É proposta uma UEPS aplicada em 10 dinâmicas distribuídas em 12 horas/aula, contando com o uso de mapas conceituais.

Parisoto et al. (2014), em seu artigo intitulado “Integração de estratégias didáticas para facilitar o aprendizado significativo na Física introdutória da faculdade” estabelecem relação entre a formação de engenheiros em outros países e sua disponibilidade no mercado brasileiro, constatando que a necessidade local está defasada. A esse fato, associam a falta de um direcionamento contextualizado nos que se referem aos conceitos físicos aplicados à Engenharia. Dessa forma, propõem o uso das UEPS como método com finalidade de buscar aprendizagem significativa em nível superior. O estudo-piloto teve como foco temático os conteúdos relacionados à termodinâmica. Após a apresentação do referencial teórico, a metodologia traz as estratégias empregadas, dentre elas se destacam mapas conceituais e simulações computacionais, sempre buscando o levantamento do conhecimento prévio dos alunos. Após o desenvolvimento da proposta, projetos foram desenvolvidos a fim de evidenciar se houve aprendizagem significativa através do método proposto, o que ficou evidente após as análises qualitativas e quantitativas usadas como critérios de avaliação.

Spohr et al. (2017) apresentam, em seu artigo “Identificando a evolução conceitual no ensino de eletromagnetismo, através de uma UEPS baseada num sistema de som automotivo gerador de energia”, a implementação de uma UEPS em turma de terceiro ano do ensino médio, no estado do Rio Grande do Sul. O referencial teórico apresentado enfatiza a aprendizagem significativa e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. A partir de constatação com a professora de Física titular da turma a respeito dos alunos que apresentavam dificuldades ou desmotivação na disciplina, foram organizados encontros com esses alunos, sempre no contraturno de suas aulas regulares. A implementação da UEPS se deu nos oito passos, a saber: I) Definição de conceitos já aquilatados pelos alunos e aqueles que ainda seriam trabalhados pela professora titular; II) Na

situação inicial, a detecção dos conhecimentos prévios dos alunos através de mapas conceituais; IV) Diferenciação progressiva através de uma revisão de conceitos, construindo novos mapas conceituais; V) Diferenciação progressiva, com a construção, a partir dos novos mapas conceituais, de um circuito elétrico contendo microfone e alto-falante utilizando material alternativo; VI) Reconciliação Integrativa, com a apresentação de novas situações problemas através de debates sobre os conceitos físicos e a construção de novos mapas conceituais; VII) Avaliação somativa individual, envolvendo manuseio do sistema de som automotivo, com construção de mapas conceituais e a resolução de um pós-teste, buscando evidências de aprendizagem significativa; VIII) Efetividade da UEPS, quando as autoras verificam que há evidências de uma aprendizagem significativa dos alunos através da implementação desta UEPS, alcançando os objetivos do projeto.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo teve como objetivo localizar e analisar periódicos que abordassem a metodologia das UEPS aplicadas ao ensino de Ciências e Física no recorte de tempo indicado, considerando a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. A aplicação dessa metodologia corrobora a necessidade de se buscarem alternativas viáveis que garantam a aprendizagem significativa no estudo das Ciências e, mais especificamente no campo da Física, privilegiando estratégias ativas e que aproximem o aluno da prática para compreensão dos eventos.

Foram analisados 9 artigos sobre UEPS na área de Ciências e 10 a respeito da implantação de UEPS ligadas ao ensino na área de Física, com algumas referências relacionadas, de forma geral mas, que contribuíram de maneira direta como Spohr et al. (2017), com o tema proposto nesta dissertação. Outras de maneiras mais indiretas, mas, que trazem evidências das aplicações da metodologia proposta, corroborando, em sua totalidade, com a hipótese apresentada nesta análise. No capítulo seguinte, é desenvolvido o referencial teórico que embasa este estudo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA POR DAVID PAUL AUSUBEL

O presente referencial baseia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Paul Ausubel, relatada em seu livro "Aquisição e Retenção de Conhecimentos": Uma perspectiva cognitiva (AUSUBEL,2002).

David Paul Ausubel nasceu em 25 de outubro de 1918, na cidade de Nova York, Estados Unidos. Filho de imigrantes judeus, tem sua trajetória escolar difícil, marcada pelo sofrimento e terminou seus estudos com grande insatisfação em relação ao processo de ensino da época.

Ele formou-se em Psicologia em 1939, e em Medicina em 1943, fez Doutorado em Psicologia do Desenvolvimento, formou-se também em Medicina Psiquiátrica. Atuou na Universidade de Colúmbia (EUA) na área de psicologia educacional, adotando uma linha cognitivista.

A partir das considerações de (AUSUBEL,2002) defende a ideia de que, para a aquisição e retenção de determinado conteúdo, de forma a haver uma aprendizagem significativa, deveria seguir-se uma determinada sequência de ensino, na qual o professor partiria das experiências prévias do aprendiz, ligando-as às novas ideias. Assim, se os conceitos forem relevantes para o aprendiz, essas informações potencialmente se ligariam à sua estrutura cognitiva adquirindo, assim, significado.

Se a estrutura cognitiva for clara, estável e bem organizada, surgem significados precisos e inequívocos e estes têm tendência a reter a força de dissociabilidade ou disponibilidade. Se, por outro lado, a estrutura cognitiva for instável, ambígua, desorganizada ou organizada de modo caótico, tem tendência a inibir a aprendizagem significativa e a retenção. Assim, é através do fortalecimento de aspectos relevantes da estrutura cognitiva que se pode facilitar a nova aprendizagem e retenção (Ausubel, 2003, p.10).

A partir das considerações de (AUSUBEL,2002), a aprendizagem só será significativa quando o aprendiz fornecer algumas evidências como, por exemplo: compreensão, capacidade de explicar e aplicar o conhecimento adquirido para resolução de problemas ou em novas situações.

No entanto, para que isso ocorra, tanto o aprendiz quanto o professor terão papéis fundamentais nesse processo de ensino. Se novas ideias ou

conceitos relevantes forem apresentados ao aprendiz de maneira adequada e clara, esses conhecimentos ficarão disponíveis em sua estrutura cognitiva, facilitando a apreensão e a compreensão de novos saberes.

Dessa forma, segundo o pensamento de Ausubel, para haver aprendizagem significativa, além de considerarmos as experiências prévias do aprendiz, é necessário que o material seja potencialmente significativo. Este material deve relacionar-se de forma não aleatória com sua estrutura cognitiva. Assim, a estrutura cognitiva do aprendiz deve conter ideias que estejam “ancoradas” de forma relevante, esse conhecimento prévio é o que denominamos de subsunçores, que possibilita ao mesmo relacionar o material utilizado com novas ideias. Porém, ter um material potencialmente significativo não significa que a aprendizagem seja, também, potencialmente significativa, pois, ainda que se utilize tal material, a aprendizagem pode não ocorrer e o aprendiz apenas memorize o que foi ensinado. De acordo com Ausubel, o fator mais importante para que a aprendizagem seja realmente significativa é o querer aprender, é a predisposição que o aprendiz demonstra para receber e reter esse novo conhecimento (Moraes, 2012a;).

3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA X APRENDIZAGEM MECÂNICA

Está claro que, para Ausubel, o fator que mais influencia na aprendizagem é o que o sujeito já sabe e a forma com que ele vai relacionar o conhecimento em sua estrutura cognitiva. Pois este é um fator importante, junto à disposição que este aluno tem em aprender, o que determinará a forma de aprendizagem a ser desenvolvida. Estes fatores poderão levar o aluno a uma forma de aprendizagem significativa ou mecânica (Moraes, 2012b).

No entanto, para Ausubel, além da aprendizagem significativa, existe também a aprendizagem mecânica ou automática, na qual as novas informações interagem pouco ou não interagem com os conceitos da estrutura cognitiva. Neste caso, as novas informações seriam armazenadas de maneira arbitrária, sem se relacionar com nenhum subsunçor. Essa aprendizagem é necessária quando a pessoa recebe informações em uma nova área do conhecimento, em que ainda não existam subsunçores. Assim, a aprendizagem mecânica é importante para se adquirir conhecimento sobre novos temas, e ocorre até que se forme uma

estrutura simples de subsunção para as novas informações. Conforme passa a ocorrer a aprendizagem significativa, os subsunções vão se tornando mais elaborados, podendo receber novas informações (Moraes, 2012a).

Ainda sobre a aprendizagem mecânica, Moreira (2009) nos diz que:

É aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunções específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação (Moreira, 2009, p. 9-10).

A partir destes conceitos, fica evidente que: aprendizagem significativa se diferencia da mecânica, por considerar a estrutura cognitiva dos educandos e os conhecimentos preexistentes, como bases para o aprendizado de novos saberes (Fernandes, 2011).

Enfim, a aprendizagem significativa não exclui a mecânica Figura 1, pois há conhecimentos que são arbitrários, tais como conceitos e fórmulas, os quais necessitam de serem memorizados. Contudo, esta deve ser considerada a etapa inicial, devendo o professor avançar para estratégias progressivas e integrativas, incluindo os subsunções para a promoção da análise, discussão e aplicação do conhecimento (Moraes, 2012a).

Assim, a aprendizagem mecânica não é o oposto de aprendizagem significativa; ambas ocorrem de forma contínua para aprimorar os conhecimentos de um indivíduo. A aprendizagem mecânica liga-se à estrutura cognitiva do aprendiz, de forma arbitrária, pois não resulta na aquisição de novos significados.

Esta relação arbitrária e literal que ocorre na estrutura cognitiva torna as tarefas por memorização, mecânicas um tanto quanto vulneráveis a interferências de materiais semelhantes, aprendendo de forma simultânea ou retroativa. Outro fator importante, que vale a pena destacar, é que a aprendizagem significativa também pode ser esquecida pelo aprendiz, tudo depende de sua relação com os novos materiais e ideias relevantes de sua estrutura cognitiva.

Ambas as aprendizagens acima citadas são afetadas por fatores como: tendências culturais, sociais e econômicas, pelas exigências de situações específicas do próprio âmbito de reprodução, na área do conhecimento.

3.3 CONDIÇÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Se o material usado pelo professor for relevante para o aprendiz, o conhecimento proveniente dele irá potencialmente ligar-se à estrutura cognitiva do aprendiz, buscando alguma imagem, símbolos, conceitos que para ele tenham algum significado. Em relação à Aprendizagem Significativa, Ausubel nos diz que:

A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se verificou, consiste no facto de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo (Ausubel, 2003, p.71).

Lembrando que quando Ausubel refere-se à “estrutura cognitiva”, ele se refere a uma estrutura hierárquica de conceitos, pois, para que haja uma aprendizagem significativa no aprendiz, será necessária a manifestação de um mecanismo de aprendizagem significativa, e o aprendiz precisa estar disposto a relacionar o material com o novo conhecimento a ser aprendido, de forma não arbitrária e não literal.

A forma não arbitrária sugere que o próprio material seja não aleatório para que possa relacionar-se com ideias relevantes da estrutura cognitiva, ou seja, para que seja possível aproveitar os conhecimentos prévios trazidos pelo aprendiz e, com isso, utilizar os subsunçores como âncora para o novo conhecimento. A forma não literal sugere que o aprendiz possa aprender de maneira não exclusivamente discursiva, podendo, assim, relacionar o material potencialmente significativo com símbolos, por exemplo.

Quando se fala em materiais potencialmente significativos, Ausubel (2003) diz que:

Tal como se salientou repetidas vezes ao longo deste volume, não se pode considerar a aprendizagem significativa simplesmente como a aprendizagem de material significativo. Refere-se, acima de tudo, a um processo e a circunstâncias de aprendizagem distintas e não fundamentalmente à natureza ou a características do material a ser apreendido. Também na aprendizagem significativa, o material de instrução é apenas potencialmente significativo. Se já fosse significativo, o objetivo da aprendizagem significativa – ou seja, a aquisição de novos significados – já estaria completado, por definição, antes de sequer se tentar ou ocorrer qualquer aprendizagem (Ausubel, 2003, p.78).

De fato, tanto na Aprendizagem Significativa quanto na Aprendizagem Mecânica, o conhecimento retido pelo estudante pode sofrer interferências ou ser afetado pelo meio que o envolve ou pela cultura local. E, por ter um material potencialmente significativo e, não podendo esperar que tudo se resolva por si só, deve-se usar esse material como um mecanismo para ajudar o aprendiz, junto com o conhecimento prévio que já possui, a fazer uma ancoragem com o novo conhecimento.

Quando o aprendiz não apresentar conhecimentos prévios, pode-se partir de uma aprendizagem mecânica para, assim, chegar a uma aprendizagem significativa, pois o fato do aluno ter aprendido determinado conteúdo mecanicamente não impedirá, posteriormente, de chegar a uma aprendizagem significativa. Dessa forma, quando o aprendiz não possuir tais subsunçores, o professor poderá usar alguns organizadores prévios para auxiliar nesse processo.

Uma forma mais explícita de se expor a mesma proposição é afirmar que as novas ideias e informações se apreendem e retêm, de modo mais eficaz, quando já estão disponíveis na estrutura cognitiva ideias mais inclusivas e especificamente relevantes, para desempenharem um papel de subsunção ou para proporcionarem uma ancoragem ideária a estas ideias novas. Como é óbvio, os organizadores, quando utilizados, exemplificam o princípio de diferenciação progressiva e desempenham esta função em relação a qualquer tópico ou subtópico determinado (Ausubel, 2003, p.166).

Tais recursos são potencialmente importantes para uma aprendizagem significativa, se conseguirem fazer uma ligação cognitiva com os novos conhecimentos. Esses organizadores prévios, ou “materiais introdutórios”, devem ser apresentados ao aprendiz em um nível mais de abstração, fazendo uma ponte com o conhecimento prévio que ele deveria ter.

3.4 DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA

Ausubel (2003) definiu dois processos que podem acontecer durante a aprendizagem significativa. São eles:

- a) Diferenciação progressiva: um novo conceito é aprendido pelo processo de subordinação, mas também modifica seu subsunçor. Esse processo é importante para programar o ensino Figura 1, pois sugere ideias e conceitos mais gerais sejam apresentados no início, e são aprofundados aos poucos. O sujeito tem primeiro uma visão mais geral do assunto, para depois se aprofundar.

b) Reconciliação integrativa: acontece durante a aprendizagem superordenada ou combinatória. É quando as ideias da estrutura cognitiva são relacionáveis, fazendo com que essa estrutura se reorganize, promovendo novos significados para os conteúdos, fazendo relações entre as ideias.

Ao preparar sua aula, de acordo com o princípio de diferenciação progressiva, o professor deve organizar o conteúdo de sua disciplina, partindo sempre do geral para o mais específico, para que, no decorrer do tempo, cada tópico possa ser diferenciado. Na sequência proposta, estes fatores são levados em conta pelo pesquisador na forma como são encaminhadas as atividades com os alunos. Por exemplo, primeiramente é proposto um detector de campo elétrico aos alunos e, como diferenciação progressiva, é proposto outro experimento desenvolvido com a plataforma Arduino que detecta campo eletromagnético. Assim, pode-se fazer reconciliação integradora entre os conteúdos propostos nos experimentos, sendo que o segundo é um experimento mais elaborado, tendo em vista que espera-se que o aluno já terá conhecimentos prévios.

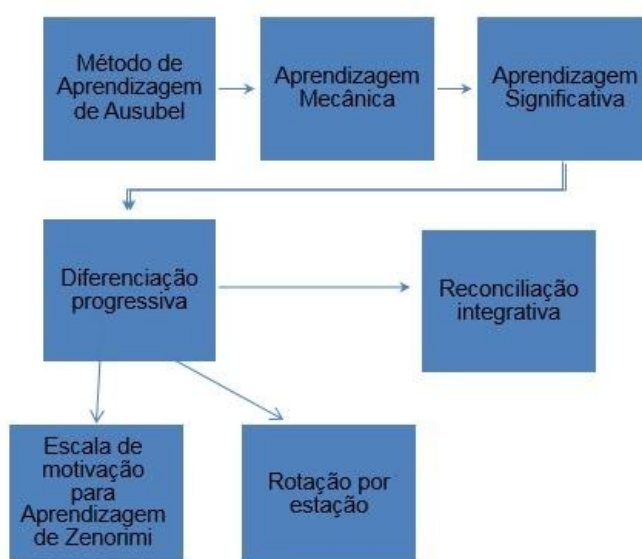
Com isso, o conteúdo que for apresentado inicialmente para o aprendiz poderá servir de subsunção para o aprendizado do conteúdo mais específico. Desta maneira, as novas ideias terão onde se ancorar na estrutura cognitiva do aprendiz. Um aluno, por exemplo, ao estudar campo e ter as noções gerais do conteúdo, pode, a partir deste, desenvolver conhecimentos mais específicos como carga elétrica, processos de eletrização, para então entender a origem do campo elétrico para fazer a relação e integração, posteriormente, com os conceitos de campo eletromagnético.

Por sua vez, a reconciliação integrativa visa a facilitar o entendimento de um determinado conteúdo quando existir uma contradição entre os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Se ocorrer a reconciliação integrativa, o aprendiz consegue descartar uma proposição já existente, e substituí-la por outra, mesmo sem ligá-la a conhecimentos anteriores.

Possibilita também a mudança do ponto de vista sobre a validade de uma proposição, facilita a aprendizagem colaborativa, sendo também uma poderosa ferramenta de avaliação da performance cognitiva do aprendiz, pois possibilita obter o grau de organização hierárquica, apresentada pelo aluno (NOVAK e GOWIN, 1988; ONTORIA, 1995).

Segundo Novak (1981, p. 66), sob a ótica Ausubeliana, o melhor desenvolvimento de conceitos ocorre na medida em que os elementos mais inclusivos ou gerais são apresentados no início, sendo progressivamente apresentados os menos inclusivos até se chegar aos mais específicos. O exemplo pode ser apresentado por um esquema detalhando o passo a passo das etapas conceituais da aprendizagem desenvolvida na dissertação. de acordo com a figura 1 .

Figura 1: Esquema das etapas conceituais para a aprendizagem.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os diagramas servem de indicativos de relações entre conceitos. Para Novak (1984, p. 15), eles são planejados para representar significativamente relacionamentos entre rótulos conceituais em forma de proposições. Proposições, para este autor, são dois ou mais rótulos conceituais ligados por uma ou mais palavras, formando uma unidade semântica.

Moreira (1997, p. 1) aponta que podem ser utilizadas figuras geométricas (elipse, retângulo, círculos) ao se construir mapas conceituais, entretanto, tais figuras, em princípio, são irrelevantes. Os conceitos, em geral, são representados por uma palavra ou símbolo, que geralmente estão inclusos em figuras geométricas, ligados por frase simplificada, que os relacionam, as quais são nomeadas por proposição, que evidencia o significado da relação conceitual (NOVAK, 1991).

4 FÍSICA ABORDADA NO PRODUTO EDUCACIONAL

Devido a necessidade de se trabalhar os contextos históricos em sala de aula, para que o aluno perceba que o conhecimento se adquire através do estudo, e que esse estudo não é fruto recente. Dar a devida importância a cada pesquisador que dedicou parte de sua vida, senão toda ela, em função da pesquisa, se faz necessário neste capítulo, abordar parte deste contexto histórico da eletricidade e as aplicações e descrição da Física através da qual o produto pode ser aplicado em sala de aula.

4.1 Contexto Histórico da Eletricidade

Ao ensinar Física para alunos de Ensino Médio, muitas vezes, os livros didáticos trazem de maneira superficial esse contexto histórico, para subsidiar o trabalho em sala de aula. Nesta sessão, serão abordados os principais fatos históricos sobre a eletricidade e a eletrodinâmica (Silva; Souza, 2017). Iniciaremos esta abordagem por Charles Dufay, conforme Silva e Pimentel (2008) explicam:

O francês Charles-François de Cisternay Dufay (1698-1739) teve um importante papel na solução desse enigma ao explicar o mecanismo de atração, contato e posterior repulsão que ocorre quando, por exemplo, um pedaço pequeno de uma folha é atraído por um bastão de vidro eletrizado, mas é repelido após entrar em contato com ele. Dufay procurou determinar em quais situações os corpos eletrizados podem se atrair ou repelir, descobrindo que uma folha de ouro que havia sido eletrificada por contato com vidro atritado era repelida pelo vidro, mas era atraída por um pedaço de resina atritada. Com isso, estabeleceu a existência de dois tipos de materiais que apresentavam comportamentos distintos os que se comportavam como a cera e a resina e os que se comportavam como o vidro. Foi então que Dufay estabeleceu a hipótese de dois tipos de eletricidade; a vítrea e a resinosa (Silva; Pimentel 2008, p.143).

Ainda destacando as contribuições de Dufay para a evolução e estudos relacionados com a eletricidade, de acordo com Silva e Pimentel (2008, p.144):

Nós percebemos que existem dois tipos de eletricidade totalmente diferentes de natureza e nome; aquela dos sólidos transparentes como o vidro, o cristal etc. e aquelas betuminosas ou de corpos resinosos tais como o âmbar, o copal, a cera de lacre etc. Cada uma repele corpos que adquiriram a eletricidade de sua mesma natureza e atrai aquelas de natureza contrária. Nós pudemos perceber que mesmo os corpos que não são elétricos podem adquirir alguma destas eletricidades e passam a agir como os corpos que as cederam (Whittaker, 1973, p. 44).

O estudo da eletricidade deu um grande salto com as ideias de Benjamin Franklin (1706-1790), segundo Silva e Pimentel (2008), onde a eletricidade teria um comportamento fluido.

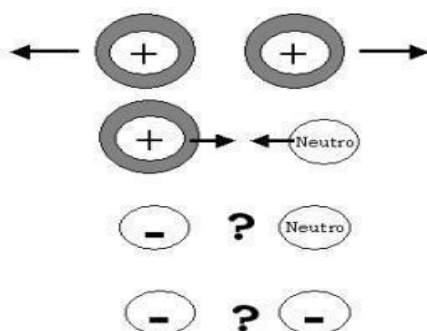
Franklin desenvolveu esse conceito de um único fluido elétrico, baseando-se na ideia de que os corpos seriam formados pela matéria comum e também por um único tipo de matéria elétrica o fogo elétrico que teria o poder de atrair a matéria ordinária e repelir suas próprias partículas. Franklin explicou que a eletrização de um corpo se daria pelo acúmulo de uma quantidade deste fluido elétrico no corpo às custas da perda da mesma quantidade de fluido elétrico por um outro corpo (Whittaker, 1973, p. 46). Sendo assim, um corpo ficaria eletrizado quando perdia ou ganhava alguma quantidade desta matéria elétrica. O corpo que perdia matéria elétrica foi chamado de negativo e o corpo que recebia o excesso era chamado de positivo (Silva; Pimentel 2008, p.146).

Franklin ainda encontraria um problema pela frente, como explicar a atração e a repulsão entre corpos carregados, de acordo com Silva e Pimentel (2008), o modelo de Franklin não conseguia explicar todas as hipóteses.

Dessa forma, a teoria de Franklin utilizou os conceitos de atmosfera elétrica e a abundância ou deficiência de fluido elétrico para explicar os fenômenos eletrostáticos de uma maneira qualitativa. Apesar de parecer uma boa explicação, este era um dos problemas da teoria de Franklin. Esta hipótese explicaria apenas porque dois corpos positivamente carregados (com excesso de fluido elétrico, na teoria franklinista) repelem-se mutuamente, como ilustrado na figura. Ela não poderia explicar porque dois corpos negativamente carregados (com falta de fluido elétrico) também se repelem. (Silva; Pimentel 2008, p.146).

O Modelo de Franklin serve para explicar a interação entre corpos neutros e corpos com excesso ou falta de fluido elétrico, um modelo limitado para a época, pois explicaria apenas o processo de repulsão entre as cargas positivas, está representado na figura 2.

Figura 2: Modelo de Franklin de interação entre corpos.



Fonte: Caderno Brasileiro Ensino Física, 2008.

Um ótimo modelo para explicar a teoria de Franklin, porém um modelo com algumas limitações como descrito na citação acima. A ideia da eletricidade se portar como fluido elétrico teve alguns defensores, destacando um dos mais importantes deles. Charles Augustin Coulomb (1736-1806), que segundo Braga, Guerra, Reis (2004), autores do artigo Uma Abordagem Histórico Filosófica para o Eletromagnetismo no Ensino Médio, acreditava que a eletricidade era resultado de dois fluidos agindo a distância um sobre o outro, e quando utilizou uma balança de torção para analisar a força elétrica sobre esferas carregadas deu sua grande contribuição à ciência.

A partir da análise da força de repulsão entre duas pequenas esferas carregadas, Coulomb concluiu que a expressão matemática $F = K m_1 m_2 / r^2$, que descrevia a força gravitacional entre partículas materiais, também era válida para os casos de atração e repulsão elétrica e magnética, desde que as massas fossem substituídas pelas cargas adequadas e a constante fosse aquela apropriada a cada um dos casos. Sabemos hoje que diferentemente do caso da força gravitacional, a constante da expressão correspondente à força elétrica varia com o meio em que as cargas elétricas estudadas se encontram. Porém, Coulomb realizou seu trabalho sem pensar na possibilidade de uma variação da força elétrica entre duas cargas em função do meio em que elas se encontravam (Braga; Guerra; Reis 2004, p.228).

Dentre os vários cientistas da época, destaca-se Hans Christian Oersted (1777-1851), que em 1800 começou a realizar experiências utilizando a pilha de Volta. Oersted e alguns cientistas da época acreditavam existir uma ligação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Oersted, ao realizar experimentos com a pilha de Volta, percebeu que, quando a corrente elétrica percorre um fio condutor fino, esse aquecia e emitia luz. Segundo Braga, Guerra, Reis (2004), Oersted ainda com o intuito de relacionar a eletricidade e o eletromagnetismo, percebeu em um dos seus experimentos que, ao aproximar uma agulha imantada de um condutor percorrido por uma corrente elétrica, a agulha se movimentava sofria uma “deflexão” e, isso não era um fenômeno eletrostático, era algo novo.

Como fruto de um trabalho rigoroso e persistente, obteve sucesso ao observar que uma agulha imantada sofria deflexão, quando colocada próxima a um fio condutor por onde circulava corrente elétrica. Os resultados desse experimento foram publicados, no ano de 1820, em um artigo intitulado “Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética”². Oersted teve a preocupação de apresentar o movimento da agulha imantada na presença de um fio condutor por onde circulava corrente elétrica, como um efeito novo sem qualquer ligação a supostos efeitos eletrostáticos de atração ou repulsão. Aliás, os termos atração e repulsão não foram usados em momento algum nas descrições das experiências: afirmava que o conflito “levava” o polo da agulha imantada para leste ou para oeste, ou simplesmente defendia

que tal conflito “desviava” a agulha imantada (Braga; Guerra; Reis 2004, p.230).

Conforme Marco Braga, Andreia Guerra, José Claudio Reis (2004), em 1820, Ampère considerava que o trabalho de Oersted estava incompleto, e esse foi o motivo de Ampère voltar a se interessar pelo eletromagnetismo.

Iniciou, então, sua inserção no eletromagnetismo, reproduzindo o experimento da agulha imantada. Esse procedimento o fez perceber que os resultados então apresentados eram frutos de uma combinação entre a ação da corrente elétrica e a da força magnética da Terra, e que, por isso, na investigação do real poder magnético do fio condutor, era necessário eliminar essa última ação. Seu interesse era estabelecer a característica da força emanada do “fio sozinho”, sem qualquer influência externa. No período de 5 a 17 de setembro de 1820, realizou vários experimentos que permitiram demonstrar que, quando o condutor encontrava-se fixo, a agulha imantada posicionava-se sempre a 90° da direção por onde circulava a corrente elétrica. Com base nisso, construiu um aparelho ao qual deu o nome de galvanômetro, cuja função era detectar a corrente elétrica através do movimento de uma agulha imantada. (Braga; Guerra; Reis 2004, p.234).

A construção do galvanômetro permitiu a Ampère aprofundar suas pesquisas sobre o eletromagnetismo, vale destacar que Ampère não era o único a realizar experimentos ou, estar pesquisando sobre eletromagnetismo. Para não passar essa ideia, Braga, Guerra e Reis (2004) destacam alguns nomes que contribuíram de alguma forma com o trabalho de Ampère: Oersted, Biot, Arago, Fresnel, Despretz, Dupont, Petit, Fourier e Humphry Davy. Ampère formula a lei conhecida como Lei de Ampère, que não é fruto de um trabalho isolado e solitário.

Este breve levantamento histórico, por mais superficial que seja, não poderia deixar de citar o trabalho de Michael Faraday (1791-1867). Segundo Braga, Guerra e Reis (2004), Faraday era auxiliar de laboratório de Humphry Davy, assim teve acesso aos mais importantes trabalhos científicos da época e, aos grandes nomes da ciência, que estavam envolvidos com pesquisas sobre eletromagnetismo.

Faraday, que não teve uma formação escolar regular, iniciou sua carreira científica como auxiliar do laboratório de Humphry Davy. Acompanhando este em uma viagem pela Europa, conheceu Ampère, Gay Lussac, Arago, Humboldt, Rumford e Volta. Isso lhe trouxe um enriquecimento científico muito grande. Além de conhecer os mais importantes trabalhos da ciência da época, teve, junto com Davy, contato com a “Naturphilosophie”. (Braga; Guerra; Reis 2004, p.236).

De acordo com os autores já citados acima, o interesse de Faraday pelo eletromagnetismo iniciou em 1821, alavancado pelos trabalhos de vários cientistas da época, principalmente Oersted e Ampère. Ao aprofundar seus

estudos sobre as muitas teorias que surgiram sobre eletromagnetismo, propôs alguns novos experimentos.

Investigando, com uma pequena agulha imantada, a força magnética oriunda de um fio condutor, notou que um dos polos da agulha poderia, em condições apropriadas, girar circularmente, como se fosse carregado pela corrente do fio condutor. Esse fato, que lhe chamou muita atenção, fez com que se dedicasse com afinco ao assunto. Ainda em 1821, publicou um artigo, no qual apresentou um experimento, em que um fio condutor podia girar livremente em torno de um ímã fixo e um ímã podia, também, girar livremente em torno de um fio condutor fixo. (Braga; Guerra; Reis 2004, p.234).

O artigo de Faraday, conforme Braga, Guerra e Reis, defende o aspecto rotacional do campo eletromagnético. Após a realização de experimentos cuidadosos, Faraday mostra o passo a passo de como conseguir essa rotação do campo. Até então, esse movimento não havia sido observado em experimentos anteriores.

Tal fato fez com que Faraday retomasse o trabalho sobre atração e repulsão em condutores lineares de Ampère, concluindo que o que teria sido observado até então era uma combinação de vários movimentos rotacionais, e que a ação eletromagnética resulta em uma linha curva. Apesar das ideias de Faraday divergirem em alguns pontos das ideias de Ampère, os dois mantiveram contato e trocaram muitas correspondências.

Por consequência da correspondência com Ampère, Faraday conheceu, em 1825, o livro escrito por Demonferrand: "Manuel d'électricité dynamique" (1823), no qual o autor afirmava que uma corrente elétrica em um condutor tendia a induzir uma corrente permanente e de mesmo sentido em um outro colocado na vizinhança do primeiro. Faraday, acreditando que todas as colocações presentes no livro estavam diretamente respaldadas por Ampère, considerou-as como verdadeiras em suas investigações futuras a respeito das correntes induzidas (Romo; Doncel, 1994, in Braga; Guerra; Reis 2004, p.238).

O surgimento do fenômeno de indução levou Faraday novamente a realizar vários experimentos em busca de resposta para tal fenômeno.

Como fruto dessa análise, mostrou que, ao se conectar e desconectar a pilha de um circuito, era possível induzir corrente em um outro que estivesse na vizinhança do primeiro. E, ao se introduzir uma barra magnetizada no interior de uma bobina, obtinha-se corrente induzida na mesma, enquanto a barra estivesse em movimento. Suas experiências indicaram também que Demonferrand errara nas colocações iniciais: o efeito da indução era transitório. (Braga; Guerra; Reis 2004, p.238).

Assim, Faraday admite que tanto a teoria de Ampère quanto a de Demonferrand estavam corretas:

Assumindo, então, como válida tanto a teoria de Ampère, de que todo efeito magnético era produzido por correntes circulares, quanto a

proposição de Demonferrand de que a corrente induzida apresentava mesmo sentido daquela que a induziu, explicou a indução de corrente elétrica decorrente de movimento de ímã, como provocada pelas supostas correntes elétricas existentes no interior do ímã. (Braga; Guerra; Reis 2004, p.238).

Após realização de vários experimentos de corrente sobre corrente, Faraday admite ter cometido um erro na lei preliminar sobre indução, elaborada por ele.

A investigação apurada das novas situações mostrou-lhe que a lei anteriormente estabelecida continha um erro, pois a corrente elétrica induzida no momento em que o contato do circuito era estabelecido apresentava sentido contrário àquela que a induziu. Fora isso, reconheceu que, nos casos de indução provocados por movimento relativos de magnetos e fios condutores, a corrente induzida era, ao contrário do que estabelecera, oposta àquela do magneto, ou àquela que o tornará um magneto. (Braga; Guerra; Reis 2004, p.239).

Conforme Marco Braga, Andreia Guerra, José Claudio Reis (2004), a lei de indução de Faraday não conseguia explicar todos os fenômenos de indução e, com o passar do tempo, Faraday e Ampère acabam se distanciando, o que é natural no meio científico, algumas parcerias acabam, porém outras se iniciam.

4.2 Comentários gerais da Física abordada no Produto, dedicado ao professor

O objetivo de abordar vários tópicos da Física nesta pesquisa antes de chegar ao conteúdo de campo eletromagnético é justamente poder fornecer ao aprendiz alguns conhecimentos prévios de como surgem os campos eletromagnéticos. O campo eletromagnético não é um fenômeno isolado, por esse motivo a UEPS foi dividida em duas partes, para a melhor compreensão do aprendiz.

No desenvolvimento da UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), utilizando como apoio o livro didático público (Bonjorno & Clinton, 2016), iniciamos com carga elétrica, para que o aprendiz possa compreender que a carga é quantizada. Estudando o átomo, pode-se fazer uma análise das partículas que formam o chamado núcleo atômico e principalmente perceber que o elétron da última camada está ligado por uma força muito fraca ao núcleo do átomo, obtendo assim liberdade de movimento. Com isso, o aprendiz deverá

compreender a importância desse movimento de elétrons da última camada, pois é um princípio básico para que entenda o surgimento da corrente elétrica.

Também foram estudados os processos de eletrização, com o intuito de que o aprendiz perceba as várias maneiras que podemos eletrizar um corpo, sendo ele condutor ou não. Foram estudados também condutores e isolantes, a fim de que percebam que materiais isolantes e condutores possuem elétrons, a diferença é que nos isolantes os elétrons não têm liberdade de movimento. Outros tópicos abordados foram a matematização e a percepção do aprendiz em relação ao fato de que a carga pode se atrair ou se repelir como uma certa intensidade, através do conteúdo de força elétrica e Lei de Coulomb.

Todavia, para melhor organização dos conteúdos de Física, foram feitas duas Rotações por Estação de Aprendizagem, sendo que a primeira aborda conceitos de Campo Elétrico. Neste momento, o aprendiz pode perceber que por mais que seja uma única carga elétrica, positiva ou negativa, ao redor dessa carga surgirá uma deformação do espaço que denominamos de campo elétrico.

Dando sequência na UEPS apresenta-se a segunda Rotação por Estação de Aprendizagem, onde o aprendiz acaba adquirindo alguns subsunçores, pela quantidade de conteúdos trabalho, e já citados acima, que lhe são essenciais para a sequência de aplicação do produto, foi trabalhado o conteúdo campo eletromagnético. Nesse momento, os aprendizes tiveram acesso a alguns resistores e puderam utilizar alguns aplicativos online para aprenderem a fazer algumas ligações e trabalhar com a tabela de cores, aprendendo a montar alguns circuitos elétricos, percebendo, assim, a resistência elétrica.

Tendo em mãos a plataforma Arduino e tendo acesso ao código que lhes foi fornecido para ser utilizado nessa plataforma, foi montado o detector de campo eletromagnético. Nessa interação com o experimento, puderam perceber que o campo varia como a distância, e que é possível calcular a intensidade desse campo.

O experimento contribuiu para ajudar a entender o que dá origem ao campo eletromagnético, pois até então, para eles, o campo elétrico e o campo eletromagnético eram a mesma coisa. Desta forma, o aprendiz pôde diferenciar a primeira parte, onde foi trabalhado detector de campo elétrico, da segunda parte, onde foi trabalhado o detector de campo eletromagnético. Na primeira estação por rotação o aprendiz adivinha uma régua de plástico, ou seja, um dielétrico e fazia o

led acender. Na segunda rotação por estação de aprendizagem, a mesma régua utilizada no detector de campo elétrico atritada não tem efeito algum sobre o detector de campo eletromagnético, já que para surgir este campo eletromagnético, as cargas elétricas têm que estar em movimento.

4.3 A Física em sala de aula

Ao trabalhar com o livro didático utilizado na escola (BONJORNO & CLINTON, 2016), onde foi aplicada da UEPS, percebe-se que a palavra eletromagnetismo aparece poucas vezes no decorrer do conteúdo, tanto que em boa parte das escolas se trabalha os conteúdos de forma como se fossem independentes de outros conteúdos, como se não houvesse uma ligação entre eles.

Com isso, na maioria das vezes, o professor trabalha nas aulas os conteúdos sem fazer a relação com um objetivo maior ou com um conteúdo adiante, por exemplo, quando trabalha carga elétrica, o objetivo é que o professor já comente com os alunos que ao redor desta carga surge um campo elétrico e se colocarmos esta carga em movimento também surgirá um campo magnético, e já citar ao aluno que a interação entre esses dois campos vai nos fornecer o campo eletromagnético. Mesmo assim, o que pode ser tão óbvio para o autor e também para o professor, com certeza não é para o aluno.

Ainda analisando os manuais e livros didáticos existem, uma variedade de conceitos apresentados com maior ou menor ênfase na Física a ser apresentada aos estudantes. Os autores Krapas e Silva (2008) fazem uma revisão e investigação sobre como é apresentado nos manuais didáticos os conceitos de campo e a relação com os conceitos históricos e da atualidade. A Figura 3 apresenta o resultado resumido da instigação dos autores.

Figura 3: Ocorrência dos diversos significados do termo campo em sete livros didáticos do Ensino Médio.

	Gaspar (2000a, 2000b)	Gonçalves e Toscano (2003)	Guimarães e Fonte Boa (2001a, 2001b)	Hewitt (2002)	Máximo e Alvarenga (2002)	Ramalho, Nicolau e Toledo (1998)	Sampaio e Calçada (2001)
espaço	X	X	X	X	X	X	
vetor	X	X	X	X	X	X	X
curvatura do espaço			X (*)	X			
armazena energia				X			
interage com partículas, media a interação entre elas	X	X	X	X	X		X
se propaga, é suporte para a propagação de energia	X (*)			X			
preenche o espaço			X	X			X

(*) Fora do corpo do texto

Fonte: Krapas e Silva (2008, p.26)

Percebe-se que na análise dos sete livros didáticos, o mesmo conceito é apresentado de forma diferente, portanto levar uma metodologia diferenciada que favoreça a construção e ampliação de conhecimentos aos alunos é importante no desenvolvimento do ensino da Física.

A UEPS têm o intuito de ajudar o professor a fazer esta ligação, para que o aluno possa ter tais subsunções quando o professor utilizar o livro didático, o aluno consiga fazer essa ponte entre os conteúdos e passar a compreender a visão do autor e do próprio professor.

4.4 Conteúdos da Física abordados no Produto Educacional

O objetivo desta seção é demonstrar uma pequena parte dos conteúdos que foram abordados na aplicação da UEPS, de forma mais sucinta, para que possa servir de subsunção para o aluno, sendo que após o término da aplicação da mesma haverá uma retomada dos conteúdos.

4.4.1 Carga Elétrica

Assim como a massa, a carga elétrica é uma propriedade intrínseca da matéria, é uma grandeza microscópica que surge em razão da diferença entre o número de prótons e elétrons de um corpo. Essa diferença é denominada carga elétrica. A carga pode ser positiva quando o corpo possui falta de elétrons e negativa quando este corpo possui excesso de elétrons.

Um corpo neutro é quando existe um equilíbrio entre o número de prótons e o número de elétrons, ou seja, o corpo possui o mesmo número de cargas positivas (prótons) e negativas (elétrons) . Para melhor compreensão dos valores de carga e massa do próton, do elétron e do nêutron observe a Figura 4.

Figura 4: Carga elétrica/massa das partículas subatômicas

Partícula	Massa (g)	Carga	
		Coulomb	Unidades de carga
Elétron*	$9,10938 \times 10^{-28}$	$-1,6022 \times 10^{-19}$	-1
Próton	$1,67262 \times 10^{-24}$	$+1,6022 \times 10^{-19}$	+1
Nêutron	$1,67493 \times 10^{-24}$	0	0

* Medições mais refinadas forneceram um valor mais rigoroso da massa do elétron do que o modelo de Millikan.

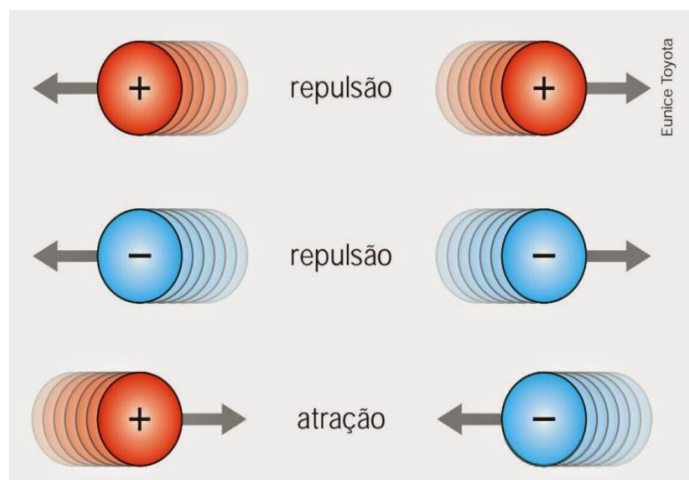
Fonte: <http://arquivobioqui.blogspot.com/2015/07/massa-e-carga-das-particulas-subatomicas.html>
 acesso em 13/02/2021.

A carga elétrica é medida em Coulomb (C), em homenagem ao pesquisador físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806).

As cargas elétricas existem na natureza sempre na forma quantizada, ou seja, existe sempre nos corpos um múltiplo destas cargas, que pode ser calculado matematicamente pela seguinte equação: $Q = n.e$, onde “Q” é quantidade de carga medida em Coulomb, “n” é o número de elétrons/prótons em excesso e “e” é a carga elétrica elementar que, em módulo vale $1,6 \cdot 10^{-19}C$.

Considerando a natureza das cargas é definido o princípio da atração e repulsão, sendo que quando as cargas são de mesmo sinal elas se repelem e se forem de sinais contrários as cargas se atraem, conforme a Figura 5.

Figura 5: Representação esquemática do princípio da atração e repulsão entre as cargas



Fonte: <https://cainoenem2018.wordpress.com/2018/04/10/eletricidade-estatica/> acesso em 21/01/2021.

Segundo (Bonjorno e Clinton, 2016), foi Joseph Priestley (1733-1804), que após a análise de alguns experimentos percebeu que poderia haver uma relação entre as forças de atração e repulsão e a lei da Gravitação Universal, já elaborada por Isaac Newton em 1665, então essa relação da atração entre as massas, também poderia existir entre as forças de atração ou repulsão das cargas elétricas.

Foi Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) que utilizando um experimento denominado de balança de torção que comprovou essa relação já observada por Joseph Priestley, e formulou a lei da força elétrica conhecida como lei de Coulomb, conforme apresenta-se na equação 1.

$$F = k \frac{|Q_1| |Q_2|}{d^2} \quad (1)$$

- Onde F é a força de atração ou repulsão entre as cargas elétricas, e sua unidade de medida no Sistema Internacional SI é o (Newton) N.
- Q_1 e Q_2 são as cargas elétricas medidas em Coulomb (C)
- d é a distância que separa as cargas elétricas, medida essa que vai do centro de uma carga até o centro da outra carga.
- K_0 é a constante eletrostática, que depende do meio que envolve as cargas, neste caso o meio considerado é o vácuo e seu valor no SI é : $K_0 = 9.10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

Se compararmos a lei de Coulomb

$$F = k \frac{|Q_1| |Q_2|}{d^2} \quad (1)$$

Com a lei da Gravitação Universal de Newton

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad (2)$$

Podemos perceber que por mais que por mais que essas fórmulas sejam bem parecidas, essas leis possuem algumas diferenças, enquanto na lei da Gravitação Universal a força gravitacional é sempre de atração entre as massas, na lei de Coulomb a força elétrica entre as cargas pode ser atrativa ou repulsiva. Lembrando que a constante elétrica e a constante gravitacional possuem valores diferentes no SI, sendo $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ e $G = 6,67408 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

4.4.2 Condutores e Isolantes

A natureza dos materiais determina algumas características importantes no estudo da eletricidade. No Ensino Médio, daremos uma atenção especial ao estudo dos materiais classificados como isolantes e condutores.

Um material isolante (ou dielétrico) é aquele em que a carga elétrica não possui liberdade de movimento, pois está fortemente ligada ao núcleo do átomo. Por outro lado, os condutores possuem liberdade de movimento, justamente por possuir uma ligação mais fraca com o núcleo do átomo.

No entanto, não quer dizer que um material isolante não possa ser eletrizado, sem entrarmos na Mecânica Quântica, podemos dizer que, no isolante as cargas permanecem no lugar onde apareceram e nos condutores estas cargas se distribuem pela superfície do corpo e possuem mobilidade.

São considerados bons condutores os metais, como por exemplo, o cobre, ouro, prata, ferro, alumínio, entre outros. E são considerados bons isolantes ou dielétricos, o papel, a borracha, madeira, ar seco, água pura, entre outros.

4.4.3 Processos de eletrização

A eletrização dos corpos pode ocorrer de três formas: atrito, contato e indução.

Eletrização por Atrito: neste processo os corpos adquirem cargas iguais, porém de sinais contrários. Exemplo: seda e vidro, conforme ilustra a figura 6.

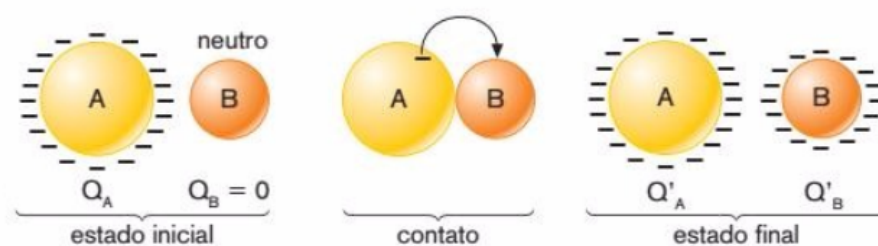
Figura 6: Eletrização por atrito.



Fonte: BONJORNO & CLINTON, 2016, p. 20

Eletrização por Contato: Neste processo de um corpo eletrizado quando posto em contato com um corpo neutro, ocorre um fluxo de carga no sentido do corpo eletrizado para o corpo neutro, sendo que ao final do processo os dois corpos ficam eletrizados com cargas de mesmo sinal, conforme ilustra a figura 7.

Figura 7: Eletrização por contato.



Fonte: BONJORNO & CLINTON, 2016, p. 21.

Eletrização por Indução: neste processo não precisa haver contato entre os corpos, basta apenas uma aproximação, tomando como exemplo a figura 8, onde um bastão eletrizado negativamente é aproximado a um corpo neutro, pode-se perceber que ocorre uma separação de cargas positivas e negativas. Destacando que ocorre o processo de polarização de um corpo neutro, e que o mesmo não foi ligado a um fio terra.

Figura 8: Eletrização por indução.



Fonte: BONJORNIO & CLINTON, 2016, p. 23.

4.4.4 Campo Elétrico

Segundo Bonjorno e Clinton (2016) autores do livro Eletromagnetismo Física Moderna o conceito de campo elétrico é:

Podemos, então, pensar no campo como sendo uma região não material que existe ao redor de todo corpo eletrizado e que faz a intermediação na troca de forças com outros corpos eletrizados. Ele surge ou se instala preenchendo todo o espaço ao redor do corpo assim que o corpo for eletrizado. Essa região é chamada de campo elétrico. (BONJORNIO & CLINTON, 2016, p. 33)

O campo elétrico depende de algumas características, dentre elas o meio e a natureza onde esta carga está inserida, tomando como exemplo o vácuo, o preenchimento do espaço pelo tempo se processa a uma velocidade na ordem de 300.000km/s. Assim sendo, podemos afirmar que o campo elétrico e a carga elétrica são fenômenos indissociáveis, ou seja, um não existe sem o outro.

Ainda complementando o conceito de campo elétrico podemos dizer que em qualquer ponto do espaço em torno de uma carga Q , existe um campo elétrico, gerado por esta carga.

A presença de uma carga elétrica Q em uma região do espaço produz um campo elétrico em cada ponto dele, e a existência deste campo pode ser verificada através das forças exercidas em uma carga de prova q quando esta é colocada nesta região. (MÁXIMO, ALVARENGA, GUIMARÃES, 2017, p.36)

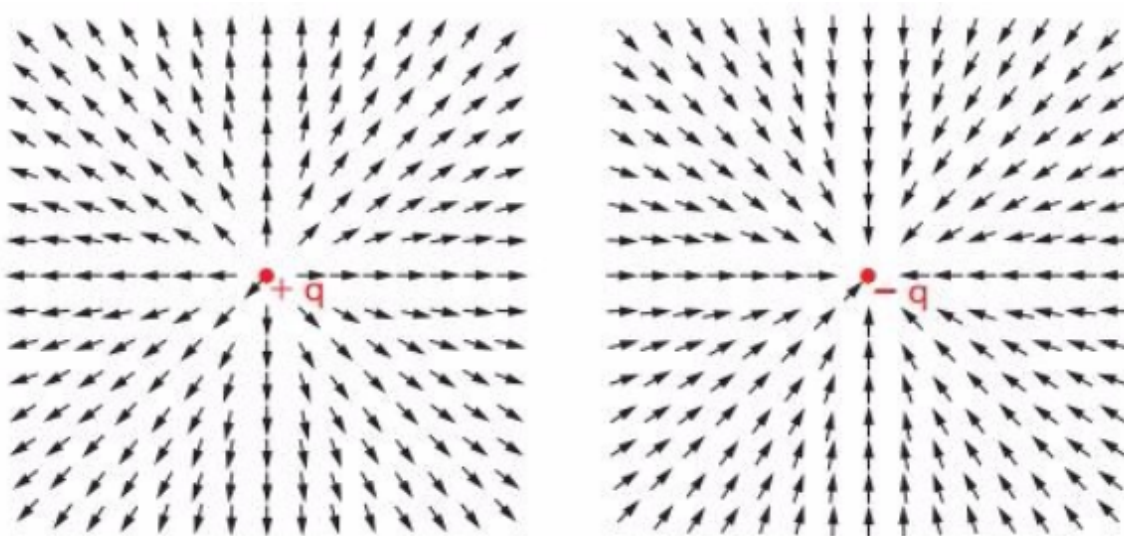
O campo elétrico depende exclusivamente da presença da carga Q , não dependendo da carga de prova q , pois esta tem a finalidade de detectar a presença de um campo elétrico existente na região.

4.4.5 Linhas de Campo Elétrico

O físico inglês Michael Faraday desenvolveu no século XIX, uma representação por meio de diagramas do conceito de linhas de força ou linhas de campo. Para uma melhor compreensão do conceito proposto por Faraday para esta representação, suponha uma carga pontual positiva Q , a qual gera um campo elétrico ao seu redor. Em cada ponto desse espaço surgirá um vetor, representado por E .

O campo elétrico tem uma natureza vetorial e apresenta algumas características como intensidade, direção e sentido. A Figura 9 nos mostra os vetores do campo elétrico irradiado em três dimensões, salientando que a figura nos mostra apenas uma pequena parte desses vetores, já que o campo elétrico gerado pela carga se expande por todo o espaço.

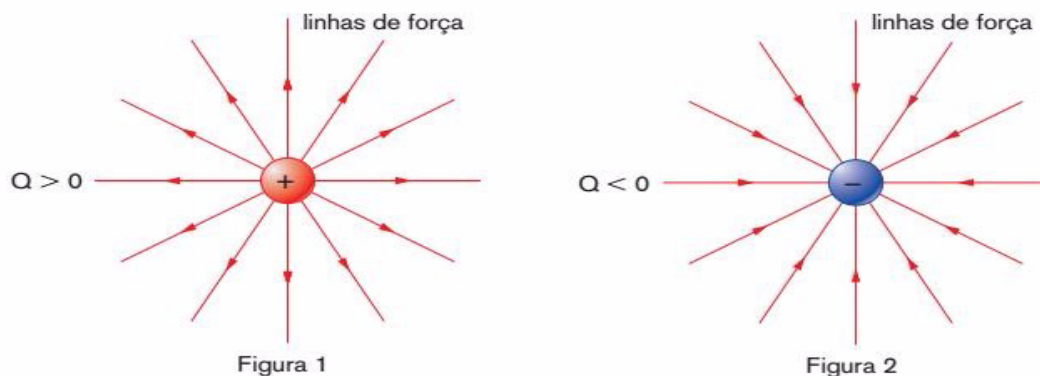
Figura 9: Representação das linhas de campo elétrico.



Fonte: BONJORNO & CLINTON, 2016, p. 34.

O campo elétrico de uma carga puntiforme pode ser um campo de atração ou repulsão. Se a carga for positiva teremos um campo de afastamento ou de repulsão, e se a carga for negativa, o campo será de atração. É importante salientar que existe uma troca de forças entre a carga e o campo, então podemos concluir que um não existe sem o outro. A Figura 10 auxiliá melhor a compreensão das linhas de campo.

Figura 10: Representação das linhas de campo ou de força para cargas pontuais.



Fonte: BONJORNO & CLINTON, 2016, p. 39.

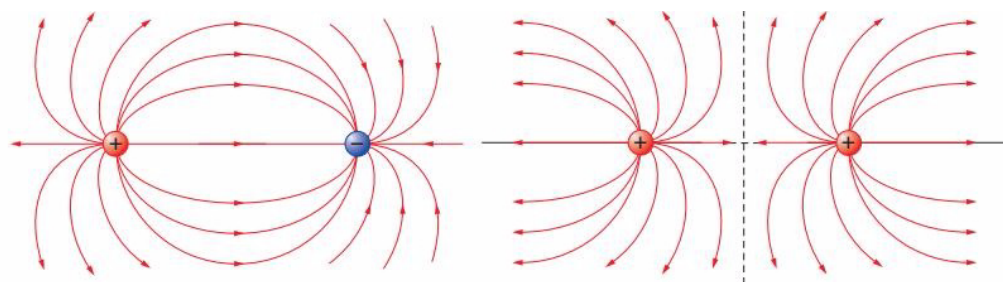
As linhas de campo são radiais a carga fonte que gerou o campo E, e possui uma quantidade infinita de vetores. O campo elétrico pode ser calculado pela equação:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (3)$$

Onde E é o campo elétrico, F é a força elétrica e q é a carga de prova. No SI a unidade de medida de campo é o Newton/Coulomb (N/C). Podemos reescrever a equação para calcular a força elétrica, colocando a carga de prova em módulo, $F = |q|E$.

A Figura 11 mostra as linhas de força de um dipolo elétrico, onde as linhas são direcionadas a partir das cargas positivas para as cargas negativas.

Figura 11: Representação das linhas de campo entre duas cargas pontuais de naturezas contrária à esquerda e, da mesma natureza à direita.



Fonte: BONJORNO & CLINTON, 2016, p. 39.

Podemos perceber que quando as cargas possuem sinais contrários as linhas se interligam e sofrem uma curvatura formando um campo de atração. Quando as cargas possuem sinais iguais, não irá ocorrer essa ligação entre os campos e assim podemos definir como um campo de repulsão. Com isso podemos definir que cargas de sinais diferentes se atraem, e cargas de sinais iguais se repelem.

4.4.6 Campo Magnético

Considerando que o movimento de uma carga elétrica produz uma força magnética sobre a carga em movimento, ou seja, uma carga em movimento gera em torno dela um campo magnético que atua mutuamente sobre a outra carga.

Assim podemos afirmar que a existência da força magnética é provocada pelo campo magnético criado pela carga geradora Q. Neste sentido podemos afirmar que: “Uma carga em movimento cria, no espaço em torno dela, um campo magnético que atuará sobre outra carga, também em movimento, exercendo sobre ela uma força magnética.” (MÁXIMO, ALVARENGA, GUIMARÃES, 2017, p.155).

De acordo com Bonjorno e Clinton (2016,p.146), Ampère determinou a relação entre a intensidade do campo e a corrente elétrica, quando essa corrente percorre um condutor retilíneo, representada na equação (4).

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \quad (4)$$

A lei de Ampère permite calcular a intensidade do campo magnético, sendo que R é a distância do fio até um ponto da linha do campo, e μ_0 é a constante de permeabilidade magnética do vácuo, que vale $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$.

O vetor campo magnético em uma região do espaço, pode ter sido criado tanto por uma corrente em um fio quanto por um ímã. Destaco que o foco desta pesquisa está no campo criado por uma corrente em um fio e, sendo assim, não será abordado a explicação mais aprofundada da Física e do campo magnético em ímãs.

4.4.7 Campo Eletromagnético

Podemos perceber ao estudar carga elétrica que, quando ela está parada, em repouso, ela gera um campo elétrico, porém, se colocarmos cargas em

movimento teremos corrente elétrica percorrendo um condutor, quando isso ocorre, além de campo elétrico surgirá campo magnético nesse condutor.

Então podemos concluir que a interação entre os campos elétrico e magnético irá nos fornecer o campo eletromagnético. O campo eletromagnético é, portanto, uma interação entre dois fenômenos, o campo elétrico e o campo magnético. A teoria que embasa o estudo deste conteúdo da Física são as equações de Maxwell, que constituem basicamente o estudo do campo e dos fenômenos relacionados ao eletromagnetismo.

Ressalta-se também as contribuições de Faraday sobre a indução, onde em seus estudos indica que a força eletromotriz (fem) é diretamente proporcional a taxa de variação do fluxo magnético e pode ser descrito pela equação 5:

$$\epsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (5)$$

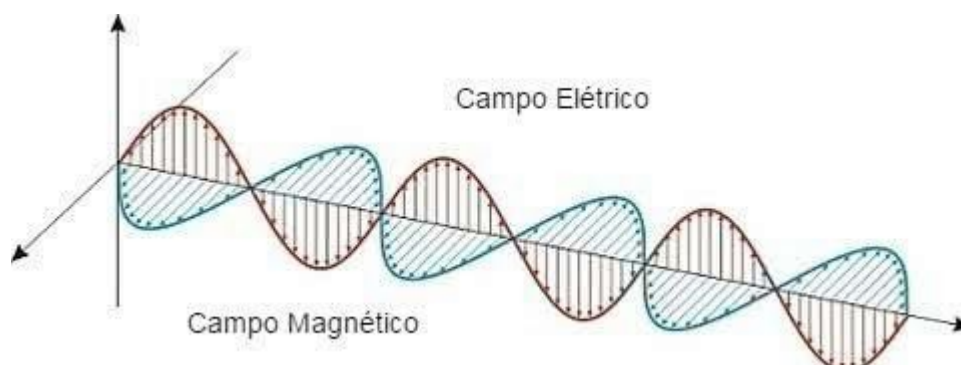
O sinal negativo na equação decorre da lei de Heinrich Lenz, onde em seus estudos conclui que quando houver variação do fluxo magnético em um circuito fechado, surgirá nele uma corrente elétrica induzida, no sentido contrário a variação desse fluxo. No entanto, eliminando o fluxo, também irá desaparecer a corrente induzida. A lei da indução pode ser enunciada de acordo com BONJORNO & CLINTON(2016, p.170): “a força eletromotriz induzida em um circuito é expressa pela razão entre a variação do fluxo magnético e o intervalo de tempo decorrido nessa variação”.

Em caso da variação do campo magnético ocorrer em uma bobina com N espiras, a fem é dada pela equação (6):

$$\epsilon = - N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (6)$$

A unidade de medida da fem é Joule/Coulomb, também denominada de Volt (V). Para representar a interação entre o campo elétrico e campo magnético podemos observar a Figura 12.

Figura 12: Representação do Campo Eletromagnético.



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/forca-magnetica/> acesso em 21/01/2021.

Os campos elétrico e magnético podem ser representados através de vetores, ou campos vetoriais tridimensionais, os quais possuem um valor definido em cada ponto no espaço e tempo, geralmente determinados em coordenadas cartesianas $E(x, y, z, t)$ para o campo elétrico e $B(x, y, z, t)$ para o campo magnético.

Constata-se então que ambos os campos possuem uma dependência no tempo, e podem ser expressos de forma acoplada, através das equações de Maxwell. As ondas eletromagnéticas se propagam através do vácuo, com a velocidade da luz e são portadoras de energia. A amplitude desta onda, segundo Maxwell, é dada por:

$$E = c.B \quad \text{onde } c \text{ é a velocidade da luz} \quad (7)$$

Importante salientar sempre que o campo eletromagnético se propaga como uma onda eletromagnética, podendo assim se propagar até mesmo no vácuo.

O físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) cujos estudos no campo de Eletricidade e Magnetismo foram de importância fundamental no desenvolvimento da ciência e podem ser comparados às descobertas de Newton na Mecânica. Maxwell estruturou um conjunto de equações que atualmente são conhecidas como equações de Maxwell, que sintetizam os conhecimentos acerca do Eletromagnetismo. A contribuição mais importante dessa formulação teórica é

sobre a existência das ondas eletromagnéticas, as quais são de fundamental importância ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia atual.

Para compreender como Maxwell chegou a tais conclusões expõe-se resumidamente as definições de campo elétrico induzido, e assim podemos dizer que: “se um campo magnético, existe em uma certa região do espaço, sofrer variação no decorrer do tempo, essa variação faz aparecer, nessa região, um campo elétrico induzido” (MÁXIMO, ALVARENGA, GUIMARÃES, 2017, p.208).

Este é um princípio fundamental para o estudo do Eletromagnetismo, pois evidencia que um campo elétrico pode ser produzido não só por cargas elétricas em repouso, mas também por um campo magnético variável. Então Maxwell propôs que talvez o fenômeno inverso também fosse verdadeiro, lançando uma hipótese de que um campo elétrico variável pudesse originar um campo magnético.

Para entender a ideia, considere duas placas metálicas separadas por uma certa distância no ar e ligadas a uma bateria. Quando ligamos este aparato experimental, a placa ligada ao polo positivo vai adquirindo carga positiva enquanto a placa ligada ao polo negativo adquire cargas negativas e estas cargas geram um campo elétrico no espaço entre elas.

A proporção que aumenta as cargas entre as placas, também aumenta diretamente a intensidade do campo elétrico. Assim temos um campo magnético induzido na região entre as placas, o qual é variável no tempo e assim podemos dizer que: “se um campo elétrico, existente em uma certa região do espaço, sofre uma variação no decorrer do tempo, essa variação fará aparecer, nessa região, um campo magnético induzido”(MÁXIMO, ALVARENGA, GUIMARÃES, 2017, p.209).

Segundo as ideias de Maxwell, um campo magnético poderia ser produzido não apenas pelo movimento de cargas elétricas (corrente elétrica) mas também pode ser produzido por campo elétrico variável.

Maxwell unificou em quatro equações os estudos para o eletromagnetismo, sendo elas a Lei de Gauss, para a eletricidade e para o magnetismo, a Lei de Ampère e a Lei de Faraday.

Considerando os conceitos a serem apresentados aos estudantes, foi elaborada uma UEPS, com objetivo de levar tais conceitos físicos aos alunos, pois, conforme PANTOJA (2015, p.14):

(Moreira, 2011, p.19) sugere as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas(UEPS), nas quais incorpora elementos importantes presentes em teorias de aprendizagem. Essas unidades, encarregam-se, teoricamente da facilitação, da aprendizagem significativa do conteúdo e de uma visão adequada da natureza da Física, isto é, aquisição de conhecimento cientificamente correto e epistemologicamente mais adequado que o indutivismo/empirismo puro.

Os conceitos físicos a serem abordados com os alunos de ensino médio, público alvo desta pesquisa, buscam oferecer uma abordagem geral do conceito de campo eletromagnético, para tanto, foram apresentados e construídos experimentalmente com os estudantes um detector de campo elétrico e um detector de campo eletromagnético. Mecanismos facilitadores para a compreensão destes conceitos físicos.

4.4.8 Detector de Campo Eletromagnético

O detector de campo eletromagnético foi construído utilizando uma plataforma Arduíno com os alunos, o qual possui leds que acendem na presença de um campo eletromagnético, eles são acionados conforme a proximidade com o campo.

Quanto mais perto do sensor, mais leds irão acender e, quando a intensidade do campo for grande, acaba acionando um buzzer (alto-falante), produzindo um ruído mais estridente. Foi colocado também uma tela LCD que quando detecta a presença do campo eletromagnético fornece um determinado valor numérico, é importante salientar que esse valor fornecido não é a intensidade do campo, pois não foi conseguido calibrar o equipamento.

A importância de ter colocado essa tela LCD é mostrar ao aluno que se tiver os equipamentos corretos para calibrar, é possível construir um equipamento que consiga nos dar a intensidade do campo.

Para produzir o campo foi utilizado uma bola de plasma e quando aproximava a bola do detector os alunos podiam perceber que os leds ligam gradativamente, o buzzer produzia som e a tela LCD mostrava valores que aumenta ou diminui dependendo de como o aluno movimentava essa bola.

4.5 Aprofundamentos da Física ao professor

Com o objetivo de despertar a curiosidade do professor para uma abordagem um pouco mais profunda nos estudos de campo elétrico, campo

magnético e relembrar as Leis de Maxwell de forma integral para diferencial. Se a seção obtiver êxito de despertar essa curiosidade do professor, deixo como sugestão o livro DAVID J. GRIFFITTS ELETRODINÂMICA 3ª edição onde o professor poderá encontrar as Leis citadas e aprofundar seus estudos.

4.5.1 Campo Elétrico

Segundo DAVID J. GRIFFITTS ELETRODINÂMICA 3ª edição ao falar sobre campo elétrico da matéria, diz que nem toda a substância responde da mesma forma na presença de um campo elétrico. Quando falamos sobre condutores e isolantes por exemplo, percebemos que os condutores possuem uma grande quantidade de elétrons livres, já nos isolantes, por mais que esses elétrons tenham uma força de ligação muito forte como o núcleo, eles não estão parados.

Tais deslocamentos microscópicos não são tão radicais quanto a reorganização por atacado da carga em um condutor, mas seus efeitos cumulativos respondem pelo comportamento característico dos materiais dielétricos. Existem, de fato, dois mecanismos principais por meio dos quais os campos elétricos podem distorcer a distribuição de carga de um átomo ou molécula do dielétrico. (DAVID J. GRIFFITTS p.113)

Com a distorção criada pelo campo, ocorre o surgimento de dipolos elétricos induzidos, isso ocorre quando um átomo neutro é colocado na presença de um campo elétrico, lembrando sempre que para o átomo estar neutro, precisa ter o mesmo número de cargas positivas e negativas, que na presença desse campo deslocam-se em sentidos contrários. Dependendo da intensidade desse campo, pode ocorrer uma separação completa das cargas positivas e negativas, assim a substância irá se tornar ionizável, ou seja, se torna condutora.

Caso o campo tenha uma intensidade menor, esse átomo também sofre uma distorção, mas devido à intensidade do campo ser fraca, ocorre apenas um deslocamento em direções opostas do núcleo do átomo e a nuvem de elétrons. As forças de atração entre as cargas negativas e positivas acabam se opondo à força do campo elétrico E .

Com a deformação sofrida pela molécula, e seu centro de massa tendo sido deslocado, ocorrerá uma polarização da molécula, e com isso o surgimento de um momento de dipolo p , se estabelecendo assim uma proporcionalidade entre o campo elétrico E e o momento de dipolo p .

$$p = \alpha \cdot E \quad (8)$$

Assim, esse momento de dipolo mede a polarização sofrida por um sistema elétrico e, o comportamento desse sistema nos ajuda entender se um material é isolante ou condutor, quando submetido à presença de um campo elétrico externo.

4.5.2 Campo Magnético da Matéria

Ao conversar com os alunos e perguntar o que sabem sobre campo magnético, as respostas são as mais variadas possíveis, a mais comum é que os ímãs são as fontes de campo magnéticos, outros até falam alguma coisa sobre o campo magnético terrestre. Difícilmente alguém faz relação com o fluxo de corrente elétrica em um fio.

Essa relação começa a ficar mais clara para o aluno quando se explica que a corrente elétrica em um condutor é o resultado de várias correntes minúsculas de elétrons que giram em torno de seu próprio eixo e ao redor do núcleo do átomo. Esse fluxo de corrente através de um fio também será uma fonte de campo magnético, no entanto existem materiais que podem ser polarizados ou magnetizados, que são conhecidos como: paramagnetos, diamagnetos e ferromagnetos.

Diferente da polarização elétrica, que é quase sempre a mesma na direção de E, há materiais que adquirem magnetização paralela a B (paramagnetos) e outros, oposta a B (diamagnetos). Algumas substâncias (chamadas ferromagnetos, em consideração ao exemplo mais comum, o ferro) retêm a magnetização mesmo depois que o campo externo foi removido. (DAVID J. GRIFFITTS p.177)

O ferromagnetismo merece destaque em especial por ter sua interação com os dipolos ao seu redor, sem entrar na Mecânica Quântica e, explicando superficialmente, essa interação ou alinhamento dos spins dos elétrons sem par, ocorre em domínios ou áreas extremamente pequenas, e esse é o motivo de qualquer pedaço de ferro não ser um ímã permanente. O importante é entender que um material ferromagnético possui uma infinidade de domínios e esses são facilmente orientados na mesma direção, devido à intensidade do campo magnético externo.

Quanto mais intenso for o campo maior será o torque que esses spins sofrerão e maior será a quantidade de domínios alinhados. Ao retirar o campo externo, o material ferromagnético consegue manter essa magnetização por

algum tempo, e quanto maior for o número de domínios alinhados maior será esse tempo que esse material terá o comportamento de um ímã.

4.5.3 Equações de Maxwell

As equações de Maxwell sintetizam todo o eletromagnetismo e descrevem todos os fenômenos fundamentais da eletricidade e do eletromagnetismo, ainda faz a junção da óptica com o eletromagnetismo. Neste sentido será apresentado nesta seção um estudo sintetizado das principais equações que embasam a Física desta pesquisa.

1ª Lei de Gauss para a eletricidade

Nos permite saber como as cargas elétricas criam campos elétricos. Somente as cargas de dentro de uma superfície gaussiana contribuem para o fluxo elétrico. Partindo da integral (9):

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0} \quad (9)$$

$$\text{onde } q_{int} = \int \rho dv \text{ por definição} \quad (10)$$

Temos:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_v (\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) dv \quad (11)$$

$$\text{onde } \int_v \vec{\nabla} \cdot \vec{E} dv = \frac{q_{int}}{\epsilon_0} \quad (12)$$

Aplicando a equação (10) em (12) temos:

$$\int_v (\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) dv = \int_v \rho \frac{dv}{\epsilon_0} \quad (13)$$

Desta forma, na equação (14) obteremos a equação diferencial para a Lei de Gauss.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (14)$$

Para mais detalhes veja a referência (DAVID J. GRIFFITTS p.226).

Neste caso o divergente do campo elétrico não é nulo, então deve existir campos elétricos na região resultante de carga total não nula.

2ª Lei de Gauss para o magnetismo

No estudo da Física, a Lei de Gauss para o magnetismo assim como outras leis pode ser apresentada na forma diferencial ou integral, e ambas as maneiras são equivalentes graças ao teorema da divergência. A Lei de Gauss é uma das quatro equações de Maxwell. A seguir apresenta-se as duas formas da equação.

A forma integral da lei de Gauss para o magnetismo é expressa na equação (15):

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (15)$$

Ao contrário do campo elétrico onde as linhas de campo tem um comportamento divergente, no campo magnético as linhas de campo são sempre fechadas e essas linhas estão sempre em mesma quantidade entrando ou saindo, pois, o fluxo do campo magnético em uma superfície fechada é zero, não existindo monopolos magnéticos ou cargas magnéticas.

Na equação (16) apresenta-se a forma diferencial da lei de Gauss para o magnetismo.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (16)$$

(DAVID J. GRIFFITTS p.226)

O campo gerado por corrente elétrica tem a forma radial, por isso não pode ser divergente, assim pode-se dizer que o divergente do campo magnético é igual a zero.

3º Lei de Faraday-Lenz

Indica a existência de um fluxo magnético variável que pode induzir a formação de campo circulante, uma diferença de potencial e corrente elétrica. O sinal negativo afirma que a corrente induzida produz campo magnético e esse se opõe à variação que lhe originou, caso contrário seria incompatível com a conservação de energia .

Partindo da Integral (17):

$$\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \int_s \vec{B} \cdot d\vec{s} \quad (17)$$

Aplicando o teorema de Stokes obteremos:

$$\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_s (\nabla \times \vec{E}) \cdot d\vec{s}$$

$$\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \partial \frac{\vec{E}}{\partial t} d\vec{s}$$

Teremos a equação diferencial (18).

$$\nabla_x \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (18)$$

Variações de campo magnético gera campo elétrico, e estes por sua vez reforçam o campo magnético.

4ª Lei de Ampère – Maxwell

Descreve duas maneiras de gerar campo magnético circulante. Através de corrente elétrica. Por variação temporal do fluxo elétrico, por outro lado, cargas de teste q com velocidade v na presença destes campos sofrem forças eletromagnéticas, conforme a Lei de Lorentz: $\vec{F} = q \cdot \vec{E} + qv \times \vec{B}$. Juntas essas equações descrevem os fenômenos eletromagnéticos.

Partindo da equação (19) Lei de ampère:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i \quad (19)$$

Maxwell acrescenta $\mu_0 i$ sendo (i) a corrente de deslocamento.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i + \mu_0 i$$

Obteremos:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \iint \mu_0 \vec{j} \cdot d\vec{s} + \mu_0 \iint j_{des} \cdot d\vec{s} \text{ sabendo que } j_{des} \cdot d\vec{s} = \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Onde j_{des} é a densidade corrente

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \iint \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} d\vec{s}$$

Ao aplicar o teorema de Stokes obteremos a forma diferencial da Lei Ampère - Maxwell (20)

$$\nabla_x \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (20)$$

Comprova a existência de duas fontes de campos, correntes estacionárias e variação de campo elétrico no tempo.

A dedução acima é feita em sala de aula pelo professor Dr. kaled Deochum Atualmente é professor-associado IV do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense.

Para finalizar será apresentada a equação de uma onda eletromagnética.

Partindo das equações:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \text{onde} \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Para o campo elétrico teremos:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = -\frac{\partial}{\partial t} (\vec{\nabla} \times \vec{B})$$

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) - (\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla}) \vec{E} = -\frac{\partial}{\partial t} (\vec{\nabla} \times \vec{B})$$

$$-(\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla}) \vec{E} = \frac{\partial}{\partial t} (\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$$

Teremos então:

$$-(\nabla^2 \cdot \vec{\nabla}) \vec{E} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

Para o campo magnético teremos:

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad \text{Lembrando que :} \quad \vec{\nabla} \times \vec{B} \times \vec{c} = \vec{B} \cdot (\vec{A} \cdot \vec{c}) - C \cdot (\vec{A} \times \vec{B})$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} (\vec{\nabla} \times \vec{E})$$

$$\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{B}) - (\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla}) \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} \left(-\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \right)$$

$$-(\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla}) \vec{B} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} \left(-\frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \right)$$

$$-(\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla}) \vec{B} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}$$

$$\nabla^2 \cdot \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \quad \text{sabendo que} \quad \mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$$

Assim obtém-se a equação (21) da onda eletromagnética:

$$\nabla^2 \cdot \vec{B} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} \quad (21)$$

Definimos a velocidade da onda eletromagnética para o vácuo, apresentada na equação (22).

$$c^2 = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0} \quad \text{ou} \quad c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad (22)$$

Assim Maxwell comprova matematicamente que a luz é uma onda eletromagnética e unifica a óptica com o eletromagnetismo. A brilhante ideia de unificar equações elaboradas por Faraday e Gauss, o colocou entre os maiores físicos da história. A unificação de leis que até então pareciam ser independentes

umas das outras, provocou a unificação da eletricidade e do eletromagnetismo, e uma revolução na Física.

5 METODOLOGIA

5.1 METODOLOGIA DE ENSINO

5.1.1_Metodologia de Ensino e aprendizagem Predizer, Interagir e Explicar (P.I.E).

O grande desafio da pesquisa atualmente é integrar tecnologia e realidade, fazer com que ambos caminhem juntos, usando de maneira adequada e na medida certa, tecnologia e prática, tendo como objetivo envolver alunos em atividades que sejam, ao mesmo tempo, tecnológicas e experimentais.

A metodologia P.I.E. é uma adaptação do método Predizer, Observar e explicar (P.O.E). No P.I.E, são apresentadas perguntas sobre a evolução de determinada situação e os alunos são orientados a predizer, antes de qualquer interação com o recurso instrucional, o que acontecerá. Em seguida, devem interagir com a simulação computacional ou com o material experimental para gerarem resultados e então avaliarem o que efetivamente ocorre e, finalmente, devem explicar as divergências e convergências de suas previsões em relação ao que foi observado (OLIVEIRA, 2019).

Para promover o engajamento cognitivo e a interatividade dos alunos, entre si e com os recursos instrucionais, concebemos os guias segundo um método que denominamos de P.I.E. – Predizer, Interagir e Explicar – adaptado do método P.O.E. – Predizer, Observar e Explicar – proposto por Tao e Gunistone, (1999) apud Dorneles, Araújo e Veit, (2012). No P.I.E., inicialmente são apresentadas perguntas sobre a evolução de determinada situação Física e os alunos são convidados a predizer, antes de qualquer interação com o recurso computacional, o que acontecerá. A seguir os alunos devem interagir com a situação computacional para gerarem resultados e então avaliarem o que efetivamente ocorre e, finalmente, devem explicar as divergências e convergências de suas previsões em relação ao que foi observado. (Dorneles, 2010, p. 101).

É importante destacar que durante a aula não há necessidade de que o computador esteja presente em todas as atividades experimentais, mas uma metodologia didática como o método P.I.E, é indispensável para tornar os alunos mais críticos nas aulas de laboratório. Se além das predições lhes for propiciada a oportunidade de discussão, a compreensão é ainda maior.

5.1.2 Descrição dos passos seguidos na realização da UEPS:

etapa 1: Análise dos conhecimentos prévios do aprendiz através da aplicação de um pré-teste. Caso o aprendiz não tenha consigo tais conhecimentos prévios, o professor deverá estabelecer um diálogo com a turma a fim de suprir tal necessidade.

etapa 2: Apresentar a situação-problema para o aprendiz, como já citado no item 3.4, em seguida realizar a primeira rotação por estação descrita no 3.4, utilizando como base o método *Hands on tec*. *Que pode ser encontrado no site <<http://handsontec.net/>>*. Neste passo, o aluno irá ter uma ideia inicial de todo o conteúdo que será trabalhado até o final desta UEPS.

etapa 3: Reunir os alunos em um grande grupo, para que, em diálogo com os colegas e com o professor, possam ser sanadas as dúvidas que restaram durante a aplicação da *Hands on tec*. *Dúvidas tais como: por que o Led liga quando um isolante é atritado e não quando um condutor é atritado, ou que tipo de ligações possui aquele circuito elétrico.*

etapa 4: Este é o momento em que será aplicada a diferenciação progressiva, uma rotação por estação, utilizando-se do método P.I.E. (Predizer, Interagir e Explicar), onde será aplicada a segunda parte, conforme descrito com detalhes no item 4.3.

etapa 5: Ao fazer a diferenciação progressiva nesta etapa, se reúnem todos os grupos e é feita uma análise dos pré-testes aplicados, discutindo sobre os conteúdos trabalhados e, tentando sanar as dúvidas que restaram durante a aplicação da rotação por estação.

etapa 6: Com objetivo de promover a reconciliação integrativa, agora o professor explana sobre o conteúdo abordado na UEPS, do conceito mais geral para o mais específico e pede ao aprendiz que escreva um texto explicando com detalhes, sobre tudo o que ele lembra de ter visto na aplicação da primeira e segunda parte do produto, esse texto poderá ser feito em dupla.

etapa 7: Avaliação somativa e individual, momento de realizar um pós-teste sobre com os estudantes envolvendo questões já utilizadas no

pré-teste. Onde o aprendiz, individualmente, deverá responder às questões, de onde se espera extrair evidências de uma aprendizagem significativa, em uma análise entre o pré-teste e o pós-teste realizados.

etapa 8: Análise pelo autor sobre a aplicação da UEPS, esta é a hora em que o professor faz a análise da parte quantitativa e principalmente da parte qualitativa e, tira as conclusões sobre o êxito da UEPS ou não.

Metodologia P.I.E. dentro de uma Rotação por Estação de Aprendizagem

A metodologia utilizada foi a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Dentro dessa UEPS, utilizou-se o método de Rotação por Estação combinado com o método P.I.E, utilizado primeiramente por Soranso (2019).

A rotação por estação de aprendizagem faz parte das chamadas metodologias ativas, onde o professor cria um circuito, conforme figura 3, e os alunos, trabalhando em grupo, deverão percorrer esses circuitos, realizando as atividades propostas em cada estação.

Segundo Dorneles (2010), autor da tese Integração entre Atividades Computacionais e Experimentais como Recurso Instrucional no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral, o método P.I.E. é uma adaptação do método P.O.E. (Predizer, Observar e Explicar).

Este método pode ser aplicado com diferentes frentes e formas de aprendizagem pelo professor em sala de aula e pode ser associado a outras metodologias como, por exemplo, no trabalho de Soranso (2019) onde a metodologia foi combinada também com a metodologia de rotação por estação de aprendizagem e proposta em uma UEPS.

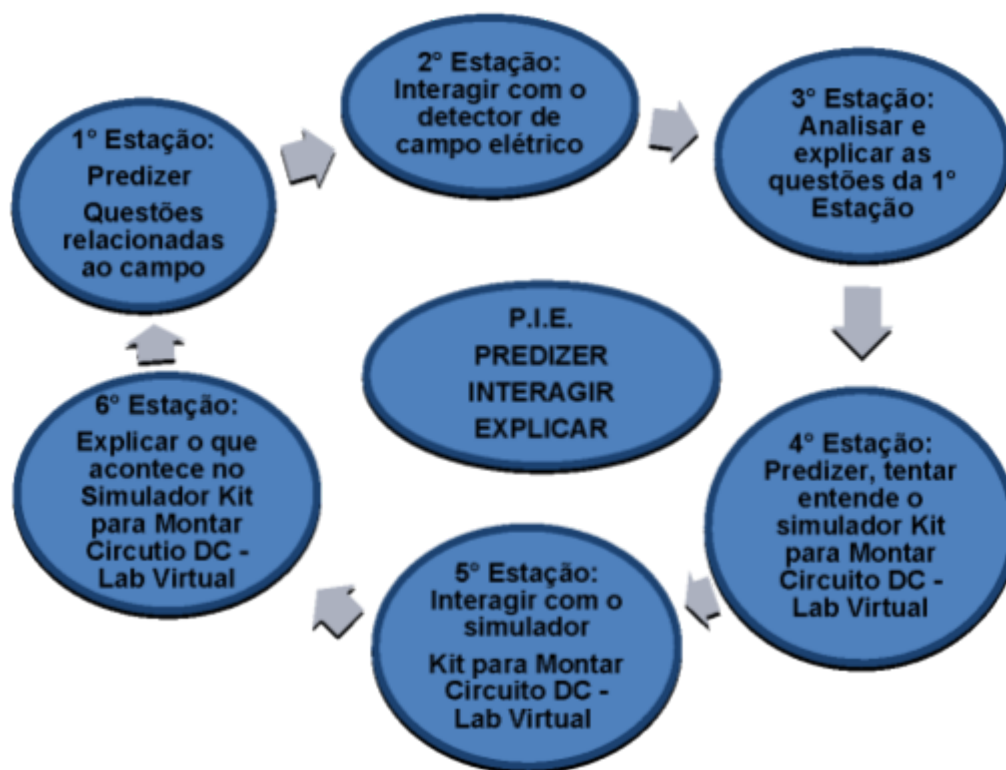
A metodologia de Rotação por Estação de Aprendizagem será o foco principal da UEPS desenvolvida, sendo que será associada a metodologia P.I.E., com objetivo de construir uma visão crítica dos alunos frente as atividades e para otimizar o tempo que o professor dispõe para aplicação das atividades.. (Soranso, 2019, p. 59).

Destacando ainda, de acordo Soranso (2019), que o método P.I.E. possui uma grande aceitação e participação pelo aprendiz e, quando combinado com o método de rotação por estação, tornam as aulas mais dinâmicas e atrativas, contribuindo, assim, para o processo de ensino aprendizagem.

5.1.2.1 Primeira Estação por Estação.

A Figura 13 é um fluxograma de como foi organizada a primeira Rotação por Estação de Aprendizagem realizada com os alunos.

Figura 13: Representação da primeira Rotação por Estação de Aprendizagem.



Fonte: Criada pelo próprio autor.

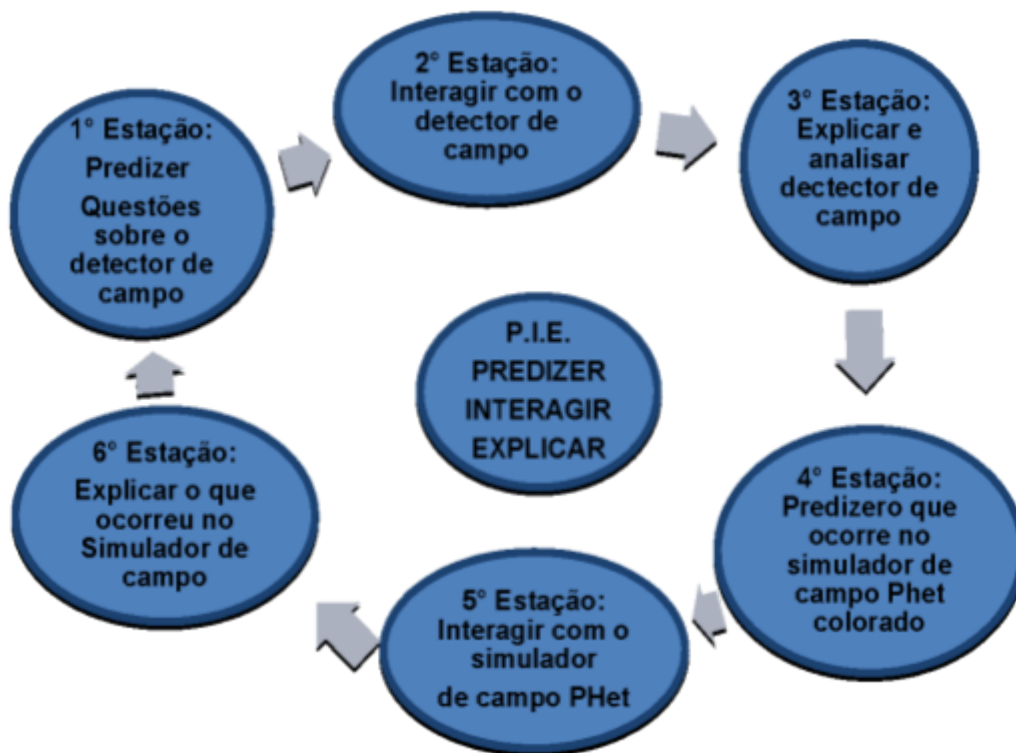
Nesta primeira rotação por estação de aprendizagem, o professor organiza os alunos em grupos e estes grupos devem passar em todas as estações, realizando as atividades propostas. Deve-se, conforme a realidade da turma rotacionar, alternar os grupos a cada 15 minutos.

5.1.2.2 Segunda Rotação por Estação.

Sempre pensando no processo de ensino aprendizagem e, em busca de uma aprendizagem significativa, esta segunda parte da UEPS é também uma Rotação por Estação de Aprendizagem, utilizando o método P.I.E.

A Figura 14 representa o esquema de organização para aplicação da segunda Rotação por Estação de Aprendizagem.

Figura 14: Representação da segunda Rotação por Estação de Aprendizagem.



Fonte: Criada pelo próprio autor.

1ª Estação: Predizer

Nesta estação, serão fornecidas aos alunos, algumas questões sobre o detector de campo e o que ocorre com o detector. É um pré-teste onde o aluno deverá responder antes de interagir com o experimento.

2ª Estação: Interagir

Esse é o momento onde o aluno interage com o detector e anota em seu caderno tudo o que consegue observar durante a realização do experimento.

3ª Estação: Analisar e Explicar

Nesse instante, o aluno recebe novamente uma folha com questões, as mesmas questões que respondeu na primeira estação, onde deverá responder e logo em seguida comparar suas respostas da primeira e da terceira estação, isto é, antes e depois de interagir com o experimento. Em seu caderno, deverá explicar por que mudou de opinião ou não sobre as respostas.

4ª Estação: Predizer o que ocorre o detector de campo

Agora, o professor deve pedir ao aluno que utilizando os computadores da escola e pesquise sobre campos eletromagnéticos ,sugestão utilizar o Gref ,ou

o livro didático público, onde o aluno deverá anotar em seu caderno tudo o que julgar importante, com isso ele adquirirá algumas informações cruciais para poder entender o que está acontecendo para poder interagir com o simulador do *Phet* colorado.

5ª Estação: Simulador de campo *Phet* colorado: esse é o momento em que o aluno tem acesso a um simulador do Phet Colorado disponível no link: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html e deverá anotar, em seu caderno, o que acontece com os campos quando movimentam-se as cargas ou muda sua intensidade, enfim, testar todas as possibilidades. Para esta atividade o professor disponibiliza aos alunos um roteiro para o uso do simulador, mas também pode instigá-los a fazer outras interações na simulação.

6ª Estação: Explicar o que ocorreu no Simulador de campo

Tendo em mãos as anotações feitas sobre campo eletromagnético e, com as anotações feitas quando interagiu com o simulador, o aluno deverá produzir um texto tentando explicar o que acontece com os campos eletromagnéticos quando se utiliza mais de uma carga de mesmo sinal e, com sinais diferentes, quando diminui ou aumenta a distância entre elas, ou seja, tudo o que observou com a utilização do simulador.

5.1.2.3 Detector de campo eletromagnético usando plataforma Arduino

Para facilitar o entendimento do aluno sobre o detector de campo eletromagnético, foi disponibilizado um diagrama demonstrando como fazer as ligações do Arduino e a placa protoboard com o código utilizando a linguagem C de programação, que será utilizado na plataforma Arduino disponível no PE. Esse diagrama foi elaborado pelo autor utilizando o aplicativo Fritzing.

5.2 Metodologia de Pesquisa

Nesta seção, será abordado como foi feita a análise de dados qualitativa e quantitativa, e a metodologia utilizada para essa análise. Conforme Ferreira e Loguercio (2014), autores do artigo “A Análise de Conteúdos como Estratégia de Pesquisa Interpretativa em Educação em Ciências”, a análise de conteúdo é um

importante instrumento de exploração que interpreta documentos de diversas naturezas, que é desenvolvida por muitas técnicas a partir da organização de unidades e a sistematização de unidades textuais, que tem como objetivo evidenciar núcleos de sentidos. Neste caso, este artigo tratará da análise de conteúdo no ensino de ciências como proposta centrada no ensaio teórico.

A pesquisa em ciências sociais e humanas requer a investigação do sentido de determinados fenômenos e do respectivo significado recebido em um contexto social. Nesse sentido, o campo de determinação é transdisciplinar e paradigmático, e seu desenvolvimento pode recorrer a muitos métodos nesse processo de investigação.

A análise de conteúdo poderá ser utilizada, uma vez em que determinada situação apresentar abordagem investigativa que demanda sistematização de conteúdos para o uso exploratório na interpretação e na inferência de significados, assim como a compreensão das suas condições de produção e de recepção. Diante desse contexto, o método de análise de conteúdo é uma ferramenta de pesquisa que se utiliza em muitos tipos de gêneros textuais, onde há exploração interpretativa de documentos, organizando e sistematizando unidades de seu conteúdo.

Destacando que a análise de conteúdo é muito utilizada, Bardin (2011) afirma que:

O método de análise de conteúdo nas pesquisas qualitativas em ciências tem vasta aplicabilidade e importância, como se pretende evidenciar a seguir. Este ensaio teórico, que toma como principal referência a panorâmica obra homônima ao método, escrito por Laurence Bardin (Bardin, 2011; Ferreira e Loguercio, 2014, p.34)

Partindo do pressuposto de discutir os fundamentos teóricos, a análise de conteúdo se torna uma potente estratégia de pesquisa em educação, que possibilita uma vertente interpretativa que pode remeter a muitos referenciais teóricos e objetivos investigativos neste processo de pesquisa de objeto de interesse do sujeito.

Outro fator determinante na análise de conteúdo é considerar o contexto histórico de referência, pois o mesmo a partir de sua definição e respectiva técnica se apropriam e se adéquam ao domínio e aos objetivos que neste contexto passam aparecer em cada recorte analítico.

Portanto, a análise de conteúdo é um orquestrado empreendimento de interpretação e inferência de conteúdos textuais que pode ser como técnica de tratamento da informação, onde não cabe uma metodologia de ciência autônoma, pois pode interagir com muitas modalidades e campos de pesquisa de diversos níveis de investigação, contemplando a diversidade de bases epistemológicas das ciências sociais e humanas (Vala, 1986).

5.2.1 Metodologia Qualitativa – Bardin Frequência de ocorrência

Em busca de indícios de uma aprendizagem significativa, será demonstrado nesta seção o método utilizado para a análise e tratamento dos resultados obtidos na aplicação da pesquisa, método esse visará uma abordagem qualitativa.

Para estudar os estereótipos sociais partilhados por membros de um grupo utilizou-se o teste de associação de palavras de uma amostra de indivíduos, onde foram consideradas, palavras, profissões, países ou nomes próprios.

No teste de associação de palavras, o estereótipo é fator muito importante, pois é a partir do conceito do que é um estereótipo que o processo acontece. Nessa perspectiva, o estereótipo é a ideia que temos de algo, imagem que surge espontaneamente, e a representação de objetos, coisas, pessoas, mais ou menos desligada de sua realidade. Ainda conceituando o estereótipo, a autora Laurence Bardin diz que:

Estrutura cognitiva e não inata (submetido a influência do meio cultural, da experiência pessoal, de instâncias e das influências privilegiadas como as comunicações de massa), o estereótipo, no entanto mergulha as suas raízes no afetivo e no emocional, por que está ligado ao preconceito por ele relacionado, justificado ou engendrado (Bardin, 2011, p.51-52).

Portanto, a autora Laurence Bardin destaca que o estereótipo é uma estrutura cognitiva que se constrói a partir das influências culturais e das vivências pessoais, bem como de instâncias e influências privilegiadas das comunicações de massa. Ressalta também que o estereótipo mergulha suas raízes no afetivo e no emocional dos sujeitos, devido ao contexto a que o mesmo está exposto.

Sendo o teste por associação de palavras o mais antigo dos testes, o mesmo contribuiu em psicologia clínica para localizar as zonas de bloqueio e de

recalcamento de um indivíduo. Os testes por associação de palavras são utilizados para fazer aparecer espontaneamente associações relativas às palavras exploradas ao nível dos estereótipos que existem.

Quanto à realização do teste é simples, os sujeitos são expostos a estímulos, as palavras indutoras, e a elas devem associar, livre e rapidamente, outras palavras, as palavras resposta ou palavras induzidas. A análise vai ocorrer da seguinte forma: para cada palavra indutora e para cada sujeito chegar-se-á a uma, duas, três, até quatro palavras induzidas, dispostas em uma pequena ficha. Essas palavras serão substantivos, adjetivos, expressões e nomes próprios. Feitas essas listas de palavras indutoras, ocorre o primeiro trabalho de classificação, porém o confronto surge diante de um conjunto heterogêneo de unidades semânticas. Na figura 15, observa-se o exemplo retirado do livro de Bardin (2016) em que o mesmo usa o método para análise de etnias.

Figura 15: Exemplo de frequência de ocorrência Bardin sobre etnias

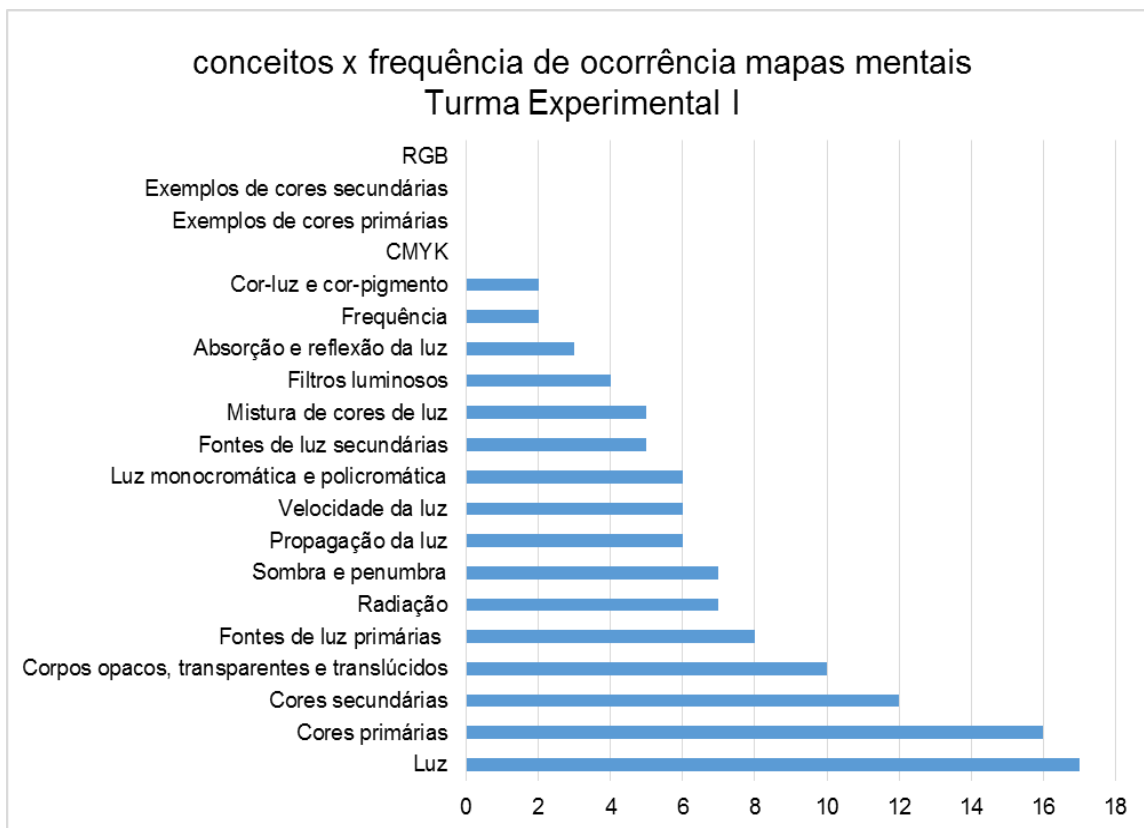
AMERICANO	Frequência de ocorrência	CHINÊS	Frequência de ocorrência
Cabelos louros	(8)	Pequeno	(10)
Grande, grandioso, grandeza, imenso	(10)	Povo	(6)
Edifício	(11)	Livro vermelho	(4)
Califórnia	(4)	Oriente	(1)
Atlético	(2)	Olhos rasgados	(8)
G. Ford	(3)	Multidão, 800 milhões, muitos	(16)
Violência	(3)	Muro, muralha, muralha da China	(7)
Pastilha elástica	(12)	Trança	(4)
Nova Iorque	(9)	Sabedoria, serenidade, meditação, reflexão	(9)
Relaxação, displicência, descontração	(4)	Arroz	(15)
Cow-boy, cavalo, espora, «rodeo»	(9)	Amarelo	(5)
Capitalismo	(5)	Comunismo	(7)
Ingenuidade	(2)	Ideograma	(1)
Dólares, dinheiro, «massa»	(8)	Uniforme	(3)
Charuto	(6)	Revolução	(7)
Blue-jeans	(4)	Cozinha, restaurante	(11)
Coca-cola	(9)	Mao	(23)
Automóvel, carro viatura	(11)	Mistério, secreto	(2)
Arranha-céus	(4)	Confúcio	(5)
etc.		etc.	

Fonte: Análise de Conteúdo de Bardin (2016, p. 59).

Para exemplificar o método, cito o trabalho de Soranso (2019) sobre Luz e Cores, no qual foi utilizado o método para a análise dos dados dos mapas

mentais e conceituais na turma de aplicação da pesquisa. Os dados são apresentados em forma de tabelas e gráficos, aqui, a título exemplo, temos a Figura 16.

Figura 16: Frequência de ocorrência do trabalho de Soranso (2019).



Fonte: Soranso (2019, p.108).

Ainda destaco a análise feita no trabalho de Soranso (2019):

Analisando a Tabela 5 é notável o avanço dos alunos em expressar os conceitos envolvidos na Óptica das cores, bem como o surgimento de novos conceitos que há indícios que foram ancorados e relacionados em sua estrutura e que foram expressos em seus relatos. Destaca-se que os alunos citaram o termo cor luz e cor pigmento, diferenciando estes conceitos e citando as cores primárias para luz e para pigmentos, bem como os respectivos sistemas de cores RGB para a luz e CMYK para pigmentos (Soranso, 2019, p.119)

Este método se apresenta muito eficaz na análise de dados qualitativos de uma pesquisa, portanto será utilizado o método para análise da escala de motivação para aprendizagem de Zenorini (2007).

5.2.1.1 Escala de Motivação para a Aprendizagem de Zenorini

Com o objetivo inicial de conhecer melhor os alunos que fazem parte desta pesquisa, primeiramente foi aplicado um questionário para investigação da rotina de estudo e a forma com que cada um estuda e se relaciona com o conhecimento. Assim, o pesquisador pode traçar estratégias de aplicação em sala de aula conforme as características da turma. Para tanto, foi utilizada a escala de motivação para a aprendizagem de Zenorini. As questões desta metodologia referem-se à motivação dos alunos que participaram da pesquisa e às suas atitudes em relação à aprendizagem, suas expectativas enquanto alunos.

5.2.2 Metodologia Quantitativa – Teste t student

Nesta seção, são apresentados os métodos de análise para o tratamento de dados obtidos com as atividades propostas. Baseando-se nos referenciais teóricos e utilizando o Test t-student. Segundo Soranso (2019):

A ideia do método estatístico como o teste t foi introduzido em 1908 pelo químico e estatístico inglês Willian Sealy Gosset, mais conhecido como Student, pois este teste foi pseudônimo usado por ele em suas publicações devido ao fato de seu empregador querer manter em segredo o trabalho estatístico realizado(Soranso 2019, p.77).

Ainda ressaltando Soranso (2019), o objetivo do teste t, após ter realizado testes de hipóteses é, após analisar alguns parâmetros, definir se uma determinada resposta é verdadeira ou não. O teste t nos ajuda na análise de dados da implementação da UEPS desta pesquisa e na análise do pré-teste e do pós-teste aplicado com os alunos.

Contudo, em uma análise e interpretação de dados, para que essa análise ofereça a maior veracidade possível, Soranso (2019) ressalta os cuidados que se deve ter na interpretação dos resultados obtidos. No entanto, deve-se ter cautela na interpretação dos resultados encontrados para a pesquisa, pois, “rejeitar uma hipótese nula, não significa provar sua veracidade, apenas que com os dados não foi possível provar sua falsidade.” (p.78).

Para que a análise de dados possa ter um nível de confiança aceitável, a literatura nos diz que esse nível de confiança deve ser de aproximadamente 95%, qualificando assim a Aprendizagem Significativa (AS) da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

5.2.2.1 Teste Estatístico Adequado Não-paramétrico

Para iniciar a discussão sobre a escolha adequada de um teste estatístico para a análise da pesquisa, cito Campos (2000):

Os testes estatísticos podem ser divididos em dois grandes grupos, conforme fundamentem ou não os seus cálculos na premissa de que a distribuição de frequências dos erros amostrais é normal, as variâncias são homogêneas, os efeitos dos fatores de variação são aditivos e os erros independentes. Se tudo isso ocorrer, é muito provável que a amostra seja aceitavelmente simétrica, terá, com certeza, apenas um ponto máximo, centrado no intervalo de classe onde está a média da distribuição, e o seu histograma de frequências terá um contorno que seguirá aproximadamente o desenho em forma de sino da curva normal. O cumprimento desses requisitos condiciona pois a primeira escolha do pesquisador, uma vez que, se forem preenchidos, ele poderá utilizar a estatística paramétrica, cujos testes são em geral mais poderosos do que os da estatística não-paramétrica, e conseqüentemente devem ter a preferência do investigador, quando o seu emprego for permitido (Campos, 2000).

A escolha do teste estatístico adequado, segundo a literatura, deve levar em conta o objetivo da pesquisa, o tamanho da amostra que se pretende analisar, conforme Siegil e Castellan (2008, p.39) apud Soranso (2019, p.79):

O leitor deverá lembrar que o poder de uma análise estatística é, em parte, uma função do teste estatístico que é empregado na análise. Um teste estatístico é bom se a probabilidade de rejeitar H_0 , quando H_0 é verdadeira, é igual ao valor escolhido para α . Ele é um teste poderoso se tem uma probabilidade grande de rejeitar H_0 quando H_0 é falsa. Vamos supor que encontremos dois testes estatísticos, A e B, que tenham a mesma probabilidade de rejeitar H_0 quando ela é verdadeira. Isso significa que ambos são igualmente válidos. Pode parecer que deveríamos simplesmente selecionar aquele com maior probabilidade de rejeitar H_0 quando ele é falsa.

Entretanto, existem outras considerações que entram na escolha de um teste estatístico. Nessa escolha, precisamos considerar a maneira com que a amostra de escores foi extraída, a natureza da população da qual a amostra foi extraída, a particular hipótese que desejamos testar e o tipo de mensurações das variáveis envolvidas, isto é, nos escores. Todos esses aspectos entram na determinação de qual teste estatístico é ideal ou mais apropriado para analisar um particular conjunto de dados de pesquisa.

Ao pesquisar os tipos de testes estatísticos a serem utilizados nesta pesquisa, chegou-se à conclusão de que o ideal para o tamanho da amostra, que é de 29 alunos, é usar um teste estatístico não-paramétrico. Para aprofundar a escolha, cito Siegil e Castellan (2008, p.54) apud Soranso (2019, p.79):

1. Se o tamanho da amostra é muito pequeno, pode não haver a opção de usar um teste estatístico não-paramétrico, a não ser que a natureza da distribuição populacional seja exatamente conhecida.
2. Testes não-paramétricos tipicamente fazem menos suposições sobre os dados e podem ser mais relevantes para uma situação particular.

Além do mais, a hipótese testada pelo teste não-paramétrico pode ser mais apropriada para a investigação da pesquisa.

3. Testes estatísticos não-paramétricos podem ser utilizados para analisar dados que estejam inerentemente classificados em postos, bem como aqueles escores aparentemente numéricos mas que tenham a força de postos. Isto é, o pesquisador pode ser capaz de dizer, sobre seus dados ou objetos, somente que um deles tem mais ou menos quantidade de certa característica do que outro, sem ser capaz de dizer quanto mais ou menos. Por exemplo, estudando variável tal como ansiedade, podemos ser capazes de estabelecer que o sujeito A é mais ansioso que o sujeito B sem saber, de forma alguma, exatamente o quanto A é mais ansioso. Se os dados estão inerentemente em postos, ou mesmo se eles podem ser categorizados somente com o sinal mais ou o sinal menos (mais ou menos, melhor ou pior), eles podem ser tratados por métodos paramétricos, a menos que suposições precárias, talvez não-realísticas, sejam feitas sobre as distribuições subjacentes.

4. Métodos não-paramétricos podem ser utilizados para tratar dados que são simplesmente classificatórios ou categóricos, isto é, são medidos de uma escala nominal. Nenhuma técnica paramétrica é aplicável a tais dados.

5. Existem testes estatísticos não-paramétrico apropriados para tratar amostras obtidas de várias populações diferentes. Testes paramétricos, em geral não podem tratar tais dados sem que tenhamos que fazer suposições visivelmente não realísticas ou sem exigir cálculos tortuosos.

6. Testes estatísticos não-paramétricos são tipicamente mais fáceis de aprender e de aplicar do que testes paramétricos. Além do mais sua interpretação é, em geral, mais direta do que a interpretação de testes paramétricos.

Apresentam-se, então, no trabalho de Siegil e Castellan (2008) de acordo com Soranso (2019), as vantagens de utilizar um teste não paramétrico denominado de Teste t student. Calculando-se um valor-p para a significância dos dados coletados nos testes aplicados na UEPS e com tais dados, podemos ter indícios de uma aprendizagem significativa. O resultado é estatisticamente significativo se for inferior a 0,05 (5%) conforme a literatura. No entanto, se o resultado da significância for maior que 0,05 (5%) tem-se uma diferença, mas que não é, neste caso, estatisticamente significativa.

Esses testes estatísticos ajudam o pesquisador a aceitar a hipótese H_0 ou rejeitar a mesma com base estatística de análise, mas os dados podem ser analisados por muitos outros fatores que afetam os indivíduos da pesquisa e que também são importantes fatores na análise de uma pesquisa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

Com vistas ao objetivo geral deste estudo, que consiste em construir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, sobre Campo Eletromagnético, apresentar-se-ão os resultados da pesquisa através da aplicação dos questionários propostos ao público alvo na pesquisa.

6.1 PRODUTO EDUCACIONAL - DETECTOR DE CAMPO ELÉTRICO E, DETECTOR DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO

Atingindo o segundo objetivo específico, que consistia em construir experimentalmente com os alunos um circuito elétrico que detecte a presença de campo elétrico e outro que detectasse a presença de campo eletromagnético, nesta seção, será abordada a forma como foi desenvolvido e construído os detectores de campo elétrico e magnético. O qual foi utilizado na Primeira e segunda Rotação por Estação de Aprendizagem propostas aos alunos e que é base de estudo nesta pesquisa, bem como outras metodologias as quais foram utilizadas, como por exemplo, a Escala de Motivação para Aprendizagem de Zenorini, a metodologia Hands on Tec que pode ser encontrado no site <http://handstec.org/>.

Para melhor compreensão da aplicação, o Quadro 2 é uma síntese do objetivo geral desta dissertação, que é a construção e aplicação da UEPS.

Quadro 2: Síntese da UEPS

UEPS – Campo Eletromagnético	
Etapa 1 (1 aula)	É proposto um questionário investigativo inicial com base na Escala de Motivação para a Aprendizagem de Zenorini.
Etapa 2 (1 aula)	HANDS ON TEC – CIRCUITO ELÉTRICO Construção do circuito com os alunos.
Etapa 3 (2 aulas)	Primeira Estação por Rotação de Aprendizagem baseada na metodologia denominada por Dorneles (2010) de P.I.E., em que os alunos predizem sobre o experimento, sobre o que acreditam que acontecerá no experimento, em seguida interagem, observam o que ocorre, posteriormente explicam e justificam suas observações. Com o método P.I.E., os alunos são divididos em grupos e passam em cada estação realizando as atividades propostas. Primeira Estação por Rotação de Aprendizagem Atividade 1: Questões do detector de campo elétrico (pré-teste 1) Atividade 2: Interagir com o detector de campo elétrico Atividade 3: Simulador de circuitos elétricos Phet Colorado.

Etapa 4 (2 aulas)	Segunda Estação por Rotação de Aprendizagem Atividade 1: Questões do detector de campo eletromagnético (pré-teste 2) Atividade 2: Interagir com o detector de campo eletromagnético utilizando a plataforma Arduino. Atividade 3: Simulador de campo eletromagnético Phet Colorado.
Etapa 5 (1 aula)	Apresentação pelo professor dos experimentos utilizados na UEPS e explicações de dúvidas.
Etapa 6 (1 aula)	Debate sobre os conhecimentos adquiridos, utilizando novamente o detector de campo eletromagnético, sanando as dúvidas com o professor.
Etapa 7 (1 aula)	Avaliação da UEPS Pós-teste – realizado 60 dias após a aplicação da UEPS. Sendo utilizado para a análise quantitativa o teste “t student” e o pacote estatístico SPSS.
Etapa 8	<ul style="list-style-type: none"> • Análise da Escala de Motivação para Aprendizagem de Zenorini, analisada de acordo a metodologia de frequência de ocorrência de Laurence Bardin (2016); • Análise do pré-teste e pós-teste; • Avaliação e descrição do diário de bordo; Tais procedimentos realizados no passo 8 visam verificar se o aluno apresenta indícios de retenção do conhecimento e se a UEPS proposta no grupo produziu uma aprendizagem significativa.

Fonte: Elaborada pelo autor.

6.2 ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA APRENDIZAGEM DE ZENORINI

Com foco em atingir o primeiro objetivo específico desta pesquisa, que consiste em analisar a motivação dos alunos, foi proposto um questionário investigativo, empregado por Zenorini (2007). Utilizando a literatura para auxiliar na análise da Escala de Motivação de aprendizagem de Zenorini e optando por usar para isso a Frequência de ocorrência de Bardin, analisando a frequência das respostas dos aprendizes em relação às perguntas propostas por Zenorini.

Destacam-se as questões nas quais 20 dos 29 alunos responderam que concordam com a seguinte afirmação de Zenorini: “Se estudar bastante, consigo vencer as dificuldades para aprender”, mesmo assim 5 alunos não souberam responder e 4 alunos discordaram da afirmação. Em relação à questão 8, “Sinto-me bem-sucedido quando entendo uma matéria realmente complicada”, novamente 20 alunos concordaram com ela e o mesmo processo ocorreu com as questões 12 e 14, que continham informações com as quais a maioria dos alunos concordaram. Isso traz uma certa preocupação, já que não se pode afirmar se a maioria da turma é realmente comprometida, ou apenas estão respondendo aquilo que o professor gostaria de ouvir.

No entanto, as questões 4 e 5, que dizem, respectivamente, que: “Quando vou mal numa, prova, estudo mais para a próxima” e “Quando sei que não vou me sair bem em um trabalho, não me esforço em fazê-lo.” mostram que a turma não é tão dedicada assim, já que na afirmação 4, apenas 12 alunos concordaram. O mesmo ocorreu com a afirmação 5, com a qual apenas 8 alunos concordaram, em um universo de 29 alunos.

As questões 15 e 20 trazem uma grande preocupação à tona, “Não participo dos debates em sala de aula, porque não quero que os colegas riam de mim.” e “Não participo das aulas para evitar que meus colegas e professores me achem pouco inteligente”. Isso nos mostra o receio que os alunos têm de participarem das aulas porque acabam se expondo quando o professor lhe pergunta alguma coisa, ou até mesmo o simples fato de tirarem alguma dúvida sobre o conteúdo. Dos 29 alunos, 10 alunos responderam que preferem ficar com a dúvida a se exporem perante a turma e o professor.

A análise de frequência por ocorrência de Bardin nos ajuda a analisar essas respostas fornecidas pelos aprendizes, e com isso conhecer melhor a turma em que se desenvolveu a pesquisa, auxiliando o professor para que possa utilizar novas estratégias, através das quais o aprendiz não se sinta excluído ou com medo de sofrer com brincadeiras de mau gosto da turma.

Sempre em busca de uma Aprendizagem significativa, se faz necessário fazer uma relação entre Bardin e Ausubel, a frequência por ocorrência serve como um pré-teste, tais conhecimentos prévios que o professor possa ter sobre o aprendiz, possibilita traçar estratégias para que ocorra uma Aprendizagem significativa. Seguindo essa linha de pensamento, foi modificada a estratégia. Inicialmente, pensou-se em apenas apresentar para os alunos os experimentos da UEPS, levando em consideração a análise acima sobre os 10 alunos e, em busca de tentar deixar a aula mais atrativa, optou-se em construir o equipamento com os alunos, obtendo uma participação excelente da turma. Com isso, a aplicação das atividades ocorreram de forma descontraída, tornando-se, assim, mais prazerosa para os alunos.

6.3 Atividade Hands on tec – CIRCUITO ELÉTRICO

A Hands on Tec, que está sendo citada no passo 2 da UEPS implementada (Quadro 2), não foi aplicada em sua totalidade com a turma, mas serviu de base para a construção desta proposta de ensino. Essa Hands on tec foi aplicada em um minicurso na Universidade Federal do Paraná, setor Palotina e, neste tópico são apresentados os objetivos, conteúdos, contextos da metodologia é apresentada a primeira Rotação por Estação, que é o detector de circuito elétrico.

Objetivos do professor

- Introduzir a ideia de campo elétrico;
- Fornecer algum conhecimento prévio ao aluno sobre esses conteúdos, para que possam ser aprofundados posteriormente.

Objetivos dos alunos

- Compreender a função de cada elemento que compõe o circuito;
- Entender o que é a carga elétrica;
- Fazer um comparativo entre elementos isolantes e condutores;
- Perceber algumas maneiras de se eletrizar um corpo;
- Entender o processo de ligar e desligar o *Led*;

Conteúdos

- I.Carga elétrica;
- II.Processos de Eletrização;
- III.Condutores e Isolantes;
- IV.Circuito Elétrico;
- V.Campo elétrico “ideia inicial de campo”;
- VI.Corrente elétrica “ideia inicial de corrente elétrica”.

Contextos

Observar inicialmente o circuito elétrico disponibilizado e utilizar os materiais disponíveis para tentar fazer com que o circuito elétrico ligue, determinando a relação existente entre o processo e os tipos de materiais.

Debater sobre as funções de cada componente presente no circuito, relacionando a teoria já estudada sobre corrente elétrica e geração de energia, para, posteriormente, responder ao questionário virtual.

Analisar as diferentes possibilidades de resolução do problema apresentado, comparando-as com o módulo experimental e outros tipos de circuitos elétricos que os alunos usem em seus cotidianos, seja na instalação elétrica de suas residências, em aparelhos eletrônicos ou mesmo na rede de distribuição de energia.

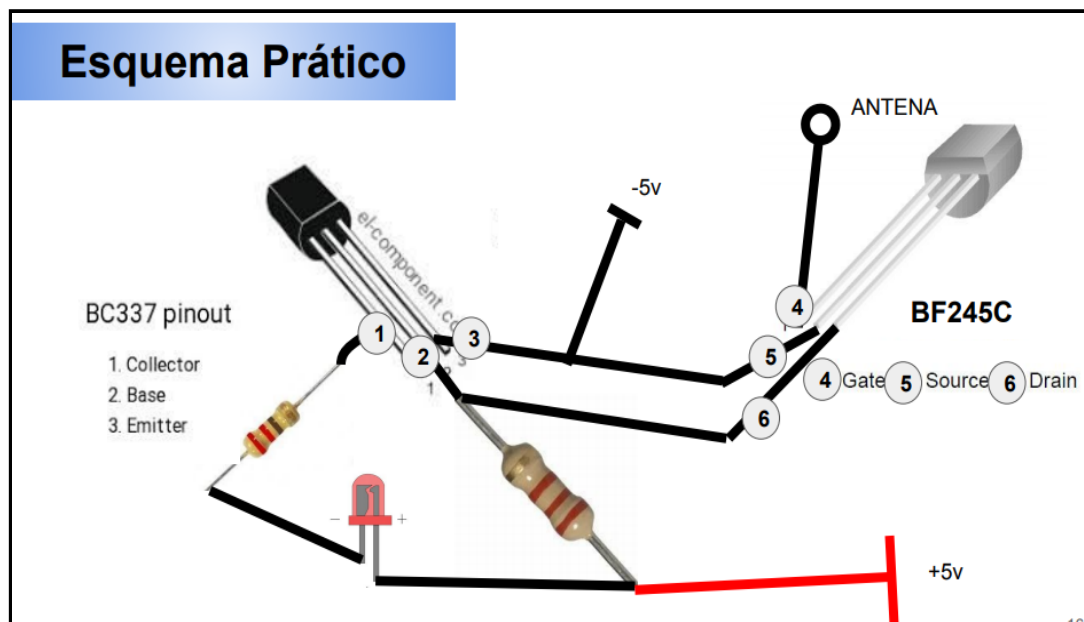
6.3.1 Descrição do Esquema Prático do Experimento

Na sequência, apresenta-se o esquema de construção prática do detector de campo elétrico e do detector de campo eletromagnético bem como a problematização para sua utilização em sala de aula pelo professor.

6.3.2 Problematização aos alunos

Observar o circuito apresentado na figura 17.

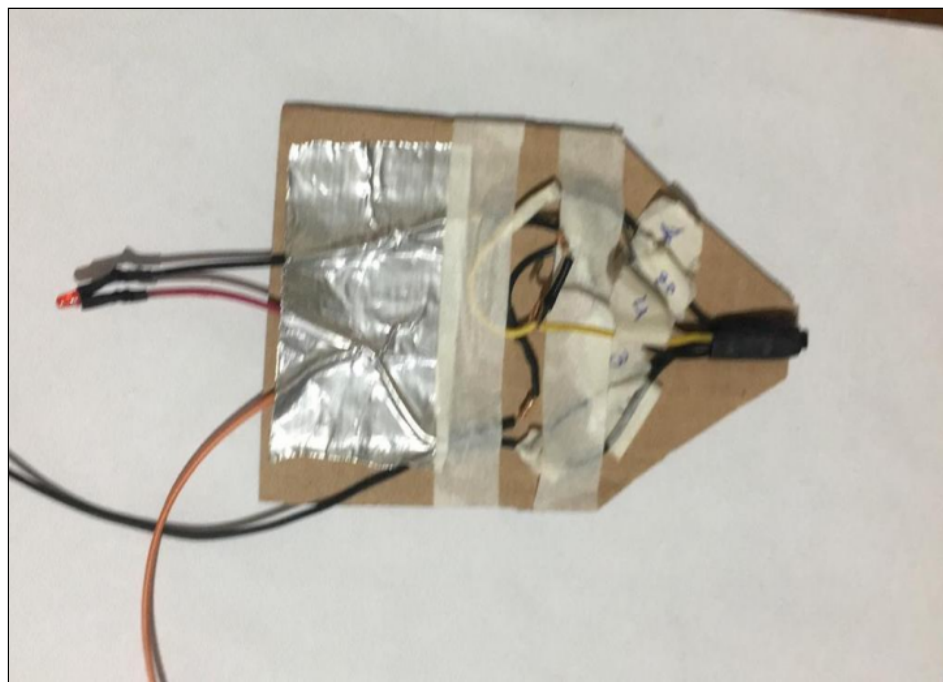
Figura 17: Esquema prático de como montar o detector de campo elétrico.



Fonte: Nunes (2017).

Utilizando apenas uma régua de plástico, uma colher de metal e papel toalha, os alunos puderam testar o detector de campo, representado na figura 18.

Figura 18: Detector de campo construído pelos alunos.



Fonte: Construído pelos alunos.

Após a utilização do esquema de como montar o detector de campo elétrico, na figura 17, foi criado um detector de campo, construído pelos alunos, figura 18. A partir daqui, foram disponibilizadas aos alunos, questões, ou seja, um pré-teste para que resolvessem na interação com o experimento de detector de campo.

6.3.3 Experimentação

Organizar os alunos em pequenos grupos para o levantamento das hipóteses e a tentativa de solucionar o problema apresentado. Para isso, disponibiliza-se um tempo aproximado de 15 minutos em cada etapa/estação para realizar a atividade proposta pelo professor, este tempo pode ser adequado pelo de acordo com as características dos alunos da turma e do tempo de aula disponível na escola.

6.3.4 Questões

O quadro 3 relaciona as questões propostas com os objetivos da pesquisa e da UEPS implementada.

Quadro 3 – Questão versus objetivo a ser alcançado na pesquisa.

Questão 1	Identificar corrente contínua e corrente alternada.
Questão 2	Reconhecer os processos de eletrização.
Questão 3	Entender que os resistores são os responsáveis por limitar a passagem da corrente elétrica em um circuito.
Questão 4	Analisar o circuito e compreender que os transistores podem ser utilizados como interruptores.
Questão 5	Compreender que as pilhas e baterias são fontes e correntes contínuas e que armazenam carga elétrica, ou seja, atuam como geradores.

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

Quando trabalhado de forma tradicional o conteúdo Campo, o aluno tem a impressão de que é algo solto, fragmentado, sem relação com outros conteúdos. Dessa forma foi apresentado o tópico de Campo eletromagnético mostrando que existe uma ligação entre os conteúdos, servindo como subsunçores para que o novo conteúdo possa ter onde se ancorar na estrutura cognitiva do aprendiz.

Com os resultados apresentados com a aplicação dos pré-teste e pós-teste, pode-se dizer que a percepção do aluno sobre campo eletromagnético teve uma grande melhora, o aluno começa a entender que os conteúdos da física estão interligados, e que o campo não surge do nada, ele está ligado a outros fenômenos físicos. Essa percepção fica mais clara para o professor fora das quatro paredes da sala de aula, nas conversas informais com os alunos, onde, sem a pressão de uma avaliação formal, o aluno se expressa mais naturalmente.

6.4 PRÉ-TESTE: UMA VISÃO QUANTITATIVA

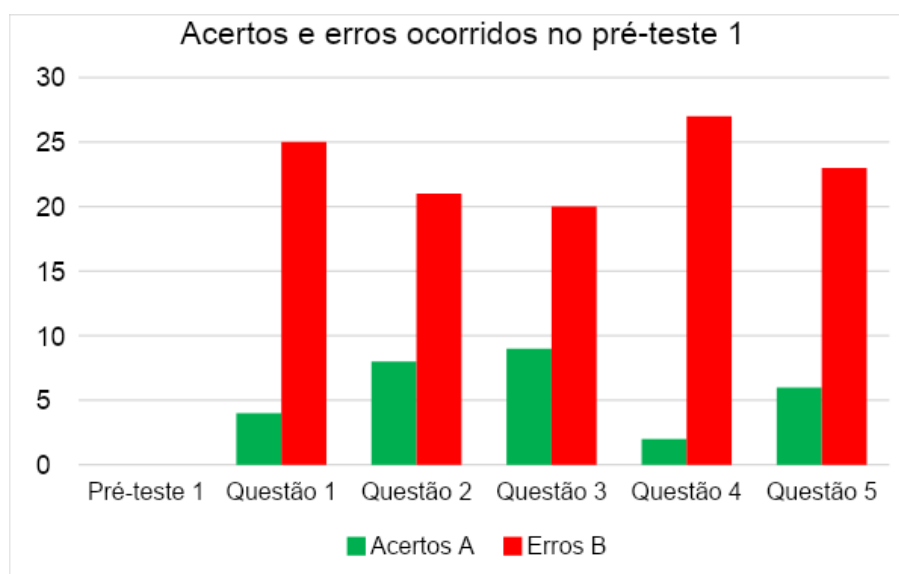
O pré-teste 1 foi realizado com 29 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, com o objetivo de analisar a existência ou não de conhecimentos prévios, referente ao conteúdo abordado na estação por rotação de aprendizagem no passo 3 da UEPS implementada. Os resultados apresentados por estes alunos no pré-teste 1, estão expressos no quadro 4.

Quadro 4 - Respostas dos alunos referentes ao pré-teste 1					
	Letra A	Letra B	Letra C	Letra D	GABARITO
Questão 1	10	7	4	8	C
Questão 2	8	5	5	11	A
Questão 3	9	5	6	9	D
Questão 4	10	2	5	12	B
Questão 5	9	10	4	6	D

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

O gráfico 01 nos permite melhor visualizar a quantidade de respostas dos alunos para cada alternativa de cada questão. Está sendo disponibilizado também um gabarito de cores para facilitar o entendimento do gráfico de quais são as alternativas corretas.

Gráfico 01 – Resultados do pré-teste 1



Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

O pré-teste 2, foi realizado com os mesmos 29 alunos do terceiro ano do Ensino Médio e os resultados estão expressos no quadro 02, sendo que o mesmo

foi realizado no início da segunda Rotação por Estação, no passo 4 da UEPS implementada. Neste momento, espera-se que o aprendiz consiga ter um desempenho satisfatório, pois o mesmo já possui alguns conhecimentos prévios que lhe poderão ser úteis nesse instante. O quadro 5 nos mostra as respostas fornecidas pelos alunos.

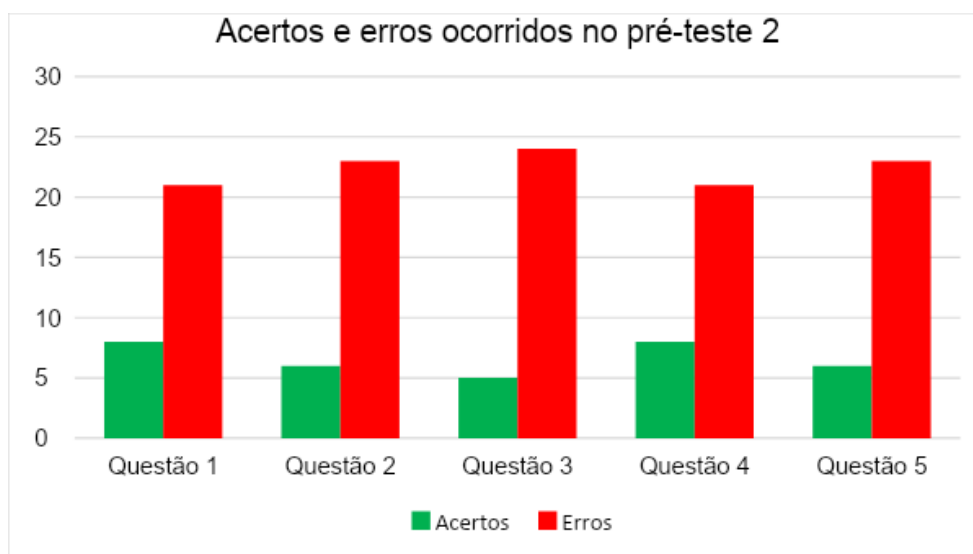
Quadro 5 - Respostas dos alunos referentes ao pré-teste 2

	Letra A	Letra B	Letra C	Letra D	Letra E	GABARITO
Questão 1	10	3	4	4	8	E
Questão 2	5	4	6	8	6	E
Questão 3	6	8	6	4	5	A
Questão 4	3	6	8	12	0	C
Questão 5	5	10	4	4	6	C

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

O gráfico 02 nos mostra a alternativa assinalada pelo aluno referente a cada questão, possibilitando fazer uma análise visual entre acertos e erros de cada aluno do pré-teste 2.

Gráfico 02 - Respostas dos alunos referentes ao pré-teste 2



Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

O quadro 6 mostra a relação entre as respostas certas e erradas, fornecidas pelos alunos na aplicação do pré-teste 1 e 2.

Quadro 6 – Relação entre acertos e erros no pré-teste 1 e 2

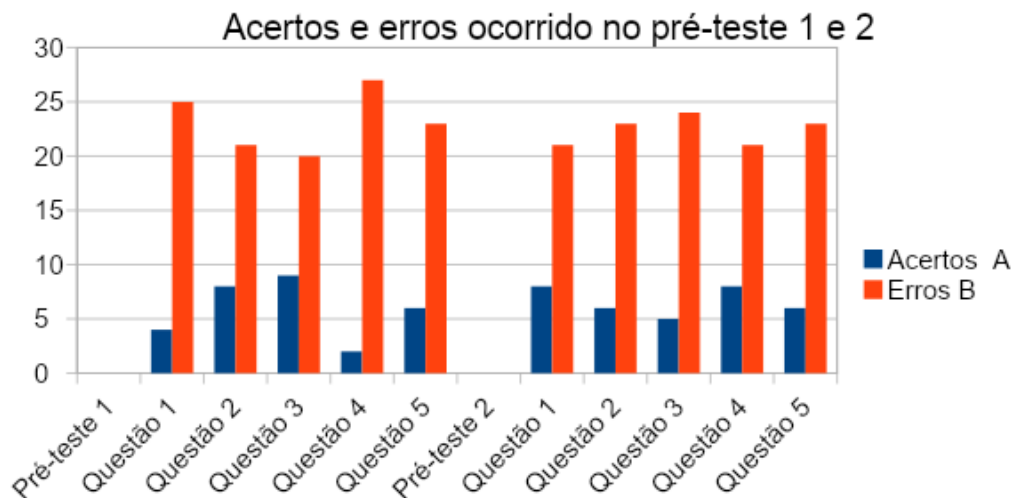
	Acertos	Erros
	A	B

Pré-teste 1		
Questão 1	4	25
Questão 2	8	21
Questão 3	9	20
Questão 4	2	27
Questão 5	6	23
Pré-teste 2		
Questão 1	8	21
Questão 2	6	23
Questão 3	5	24
Questão 4	8	21
Questão 5	6	23

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

O gráfico 03 tem como objetivo comparar graficamente a quantidade de acertos e erros dos alunos referentes ao pré-teste 1 e 2 .

Gráfico 03 - Relação entre acertos e erros no pré-teste 1 e 2



Fonte:Elaborado e organizado pelo autor.

Usando como exemplo a questão 1, dos 29 alunos respondentes, apenas 4 acertaram a questão, isso provoca uma certa preocupação, pois as questões são relativamente fáceis para uma turma de terceiro ano do ensino médio. Mas o mais preocupante é o caso da questão 4 do pré-teste 2, na qual somente 8 alunos acertaram. A questão 1 fala sobre corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA). Mesmo os alunos não tendo visto esse conteúdo até o momento, no terceiro ano do Ensino Médio, eles já tiveram explicação sobre este conteúdo em anos

anteriores, pois essa turma é a mesma desde o primeiro ano do Ensino Médio. O mesmo acontece com a questão 4 do pré-teste 2, que aborda a estrutura atômica, assunto já visto na disciplina de Química em anos anteriores.

A preocupação é que foi um pré-teste realizado em uma Rotação por Estação, utilizando o método P.I.E. onde o aluno responde o pré-teste interagindo com os colegas do grupo, logo após interage com o equipamento e, na outra estação define se vai manter sua resposta ou não. Devido a todos esses passos utilizados, esperava-se uma margem maior de acertos nos pré-testes.

O pré-teste é de fundamental importância para que o professor possa analisar quais são os conteúdos que os alunos possuem um conhecimento prévio, ou comprovar a falta desse conhecimento. Após identificar quais são os conhecimentos prévios desses alunos, com esses dados em mãos, foi possível dar ênfase e direcionar os alunos com questionamentos sobre os conceitos em que demonstram maior dificuldades. Tomando como exemplo a questão 4 do pré-teste 2 foram questionados os alunos sobre o deslocamento de cargas que ocorre nos condutores, para que eles pudessem perceber que esse movimento de cargas, no caso elétrons é a corrente elétrica. Muito importante nesse processo é que o professor questione o aluno e não simplesmente forneça a resposta correta.

6.5 PÓS-TESTE: UMA VISÃO QUANTITATIVA

A aplicação do pós-teste, que é o passo 7 da UEPS, ocorreu 60 dias após o término da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, desenvolvida nesta dissertação e, foi aplicada aos mesmos 29 alunos do terceiro ano do Ensino Médio. O quadro 7 nos revela a quantidade de acertos e erros de cada questão.

Quadro 7 - Respostas dos alunos para o pós-teste 1 e 2

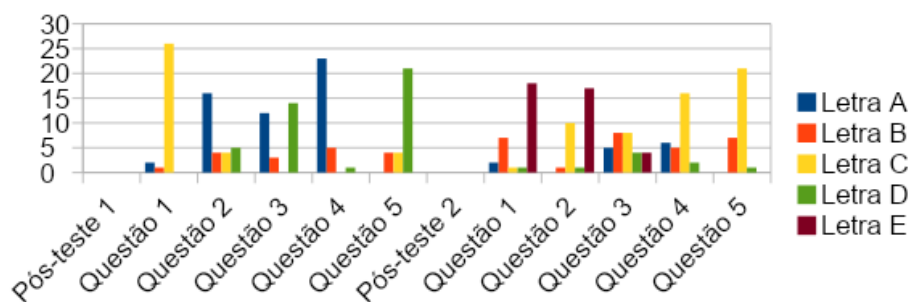
	Letra A	Letra B	Letra C	Letra D	Letra E
Pós-teste 1					
Questão 1	2	1	26	0	0
Questão 2	16	4	4	5	0
Questão 3	12	3	0	14	0
Questão 4	23	5	0	1	0
Questão 5	0	4	4	21	0
Pós-teste 2					
Questão 1	2	7	1	1	18
Questão 2	0	1	10	1	17
Questão 3	5	8	8	4	4

Questão 4	6	5	16	2	0
Questão 5	0	7	21	1	0

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor

As questões do pós-teste são as mesmas utilizadas nos pré-testes aplicados. O gráfico 04 ajuda a visualizar as respostas dos alunos para as alternativas de cada uma das questões do pós-teste.

Gráfico 04 – Resultados obtidos na aplicação do pós-teste



Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

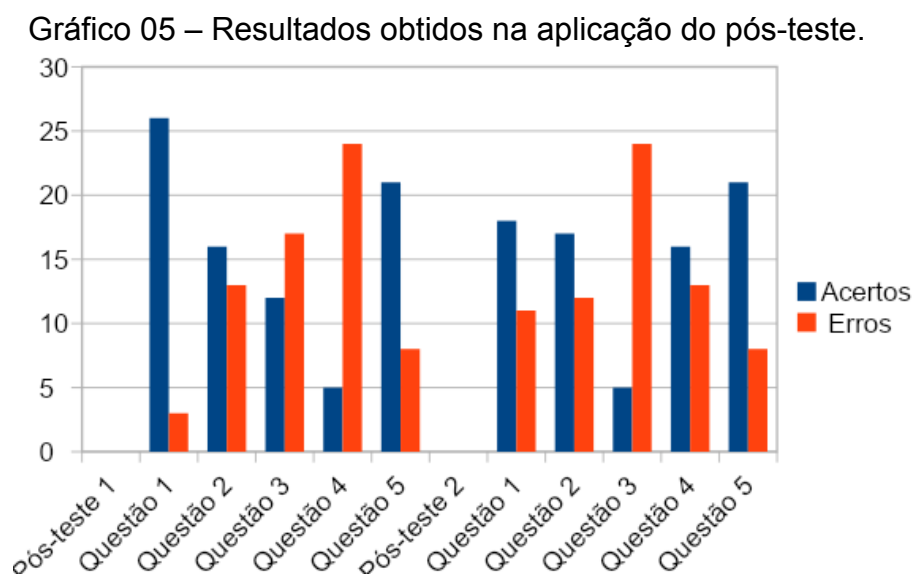
O quadro 8 e o gráfico 04 são uma relação entre acertos e erros ocorridos no pós-teste 1 e 2, para uma melhor análise. Este quadro pode nos mostrar que aconteceu uma inversão do que aconteceu nos pré-testes 1 e 2, e neste caso o número de acertos aumentou, assim pode-se perceber um avanço na aprendizagem dos alunos e que a UEPS implementada pode ter contribuído para esse resultado.

Quadro 8 – Relação entre acertos e erros no pós-teste 1 e 2.

	Acertos	Erros
Pós-teste 1		
Questão 1	26	3
Questão 2	16	13
Questão 3	12	17
Questão 4	5	24
Questão 5	21	8
Pós-teste 2		
Questão 1	18	11
Questão 2	17	12
Questão 3	5	24
Questão 4	16	13
Questão 5	21	8

Fonte: elaborado e organizado pelo autor.

O gráfico 05 é apenas um comparativo entre os acertos e erros nas respostas fornecidas pelos alunos na aplicação do pós-teste.



Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

Neste gráfico, conseguimos visualizar quantos alunos acertaram cada questão, e quantos erraram a questão. Nesta análise, podemos perceber que em algumas questões a aprendizagem não foi a esperada, por exemplo, a questão 3 do pós-teste 1 teve 12 alunos que responderam corretamente e 17 responderam incorretamente. Ainda no pós-teste 1, a questão 4 é algo gritante, na qual 24 alunos responderam errado e somente 5 alunos acertaram, essa mesma discrepância ocorre na questão 3 do pós-teste 2.

Mas também podemos perceber grandes avanços entre eles, as questões 1, 2 e 5 do pós-teste 1 e as questões 1, 2, 4 e 5 do pós-teste 2, que apresentam um nível de dificuldade mais elevado, levando a crer que já surge os primeiros indícios de que alguns conceitos já trabalhados podem ter se ancorado em sua estrutura cognitiva. Destacando a questão 4, uma questão de cálculo. Quando foi realizado o pré-teste dessa questão, somente 8 alunos acertaram a tal questão. Mesmo que a diferença entre acerto e erro tenha sido pequena nessa questão, 16 acertos e 13 erros nos mostram que mais de 50% da turma respondeu corretamente, o que nos leva a considerar que houve indícios de aprendizagem significativa em uma observação preliminar dos dados analisados. De acordo com

Ausubel o conteúdo trabalhado deve se ancorar na estrutura cognitiva do aprendiz, para que possamos ter indícios de aprendizagem.

6.6 RESULTADOS DO PRÉ-TESTE X PÓS-TESTE

O quadro 8 abaixo compara a quantidade de acertos obtidos no pré-teste com a quantidade de acertos do Pós-teste, e nos permite uma melhor análise da eficiência ou não da UEPS, e, em busca de indícios de uma Aprendizagem Significativa, se faz necessário comparar esses resultados.

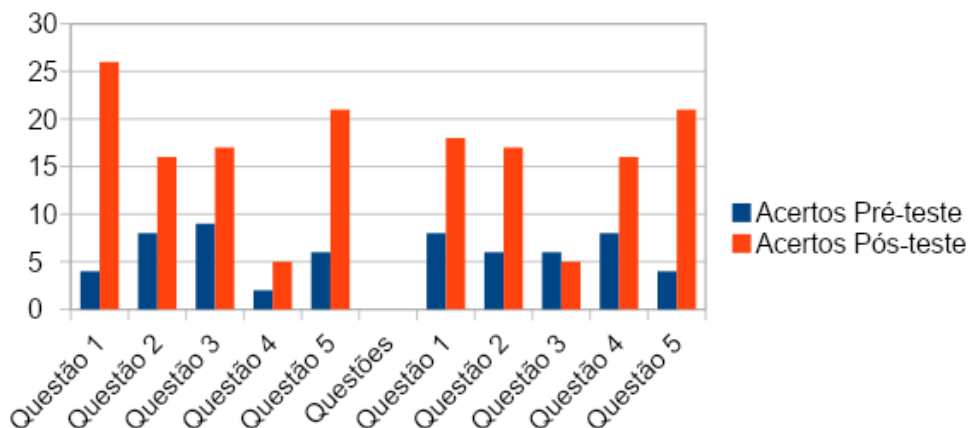
Quadro 9 – Comparação entre a quantidade de acertos do pré-teste 1 e 2 com o Pós-teste 1 e 2.

	Acertos	Acertos
Questões	Pré-teste	Pós-teste
Questão 1	4	26
Questão 2	8	16
Questão 3	9	17
Questão 4	2	5
Questão 5	6	21
Questões		
Questão 1	8	18
Questão 2	6	17
Questão 3	6	5
Questão 4	8	16
Questão 5	4	21

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

O gráfico 06 pode contribuir para essa análise, pois agora compararemos apenas as respostas corretas fornecidas no pré-teste e no pós-teste, para tornar visível a diferença da quantidade de acertos entre um e outro.

Gráfico 06 – Acertos no pré-teste x pós-teste.



Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

Observa-se que em uma análise quantitativa dos resultados obtidos nos testes, os alunos apresentaram uma significativa melhora na aprendizagem, pois das 10 questões propostas, obteve-se avanço em 9 questões e apenas uma questão obteve uma leve redução nos acertos. Sendo assim, os indícios apresentados vão ao encontro dos objetivos da pesquisa e demonstram um possível avanço na aprendizagem. Para uma aplicação futura dessa UEPS, e com o intuito de obter um resultado positivo em todas as questões apresentadas, o professor pode adaptar as questões para aqueles alunos com déficit de aprendizagem, aumentando assim a participação desse aluno e assim melhorar sua aprendizagem.

No quadro 10, são apresentadas as questões dos testes em termos de ganho, destacando-se que o pós-teste foi realizado com os alunos 60 dias após o término da aplicação da UEPS, pois de acordo com Ausubel e sendo este o objetivo dessa pesquisa, é de fundamental importância investigar os conhecimentos adquiridos e ancorados na estrutura cognitiva do aprendiz.

Quadro 10 – Ganho por questão entre o pré-teste e o Pós-teste 1 e 2.

Questões	Ganho
Questão 1	22
Questão 2	8
Questão 3	8
Questão 4	3
Questão 5	15
Questões	
Questão 1	10
Questão 2	11
Questão 3	-1

Questão 4	8
Questão 5	17

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

Com base no ganho apresentado no quadro 09, observa-se que na maioria das questões propostas houve avanço, com exceção da questão 3 do segundo teste.

O quadro 11 representa os acertos por aluno nos pré-testes e pós-testes, assim tais resultados fornecem dados comparativos por aluno na aplicação da pesquisa.

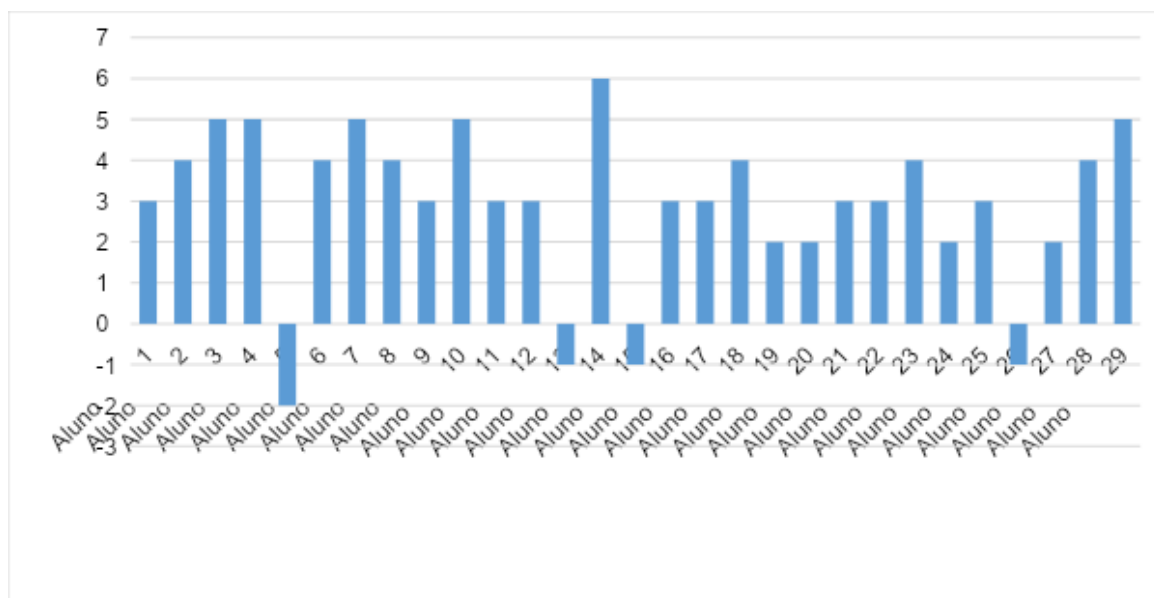
Quadro 11 – Ganho por aluno Pré-teste e o Pós-teste.

	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE	GANHO OU PERDA
Aluno 1	3	6	3
Aluno 2	5	9	4
Aluno 3	2	7	5
Aluno 4	3	8	5
Aluno 5	3	1	-2
Aluno 6	0	4	4
Aluno 7	2	7	5
Aluno 8	2	6	4
Aluno 9	2	5	3
Aluno 10	4	9	5
Aluno 11	6	9	3
Aluno 12	5	8	3
Aluno 13	4	3	-1
Aluno 14	0	6	6
Aluno 15	4	3	-1
Aluno 16	5	8	3
Aluno 17	6	9	3
Aluno 18	4	8	4
Aluno 19	5	7	2
Aluno 20	8	10	2
Aluno 21	5	8	3
Aluno 22	6	9	3
Aluno 23	3	7	4
Aluno 24	4	6	2
Aluno 25	6	9	3
Aluno 26	4	3	-1
Aluno 27	4	6	2
Aluno 28	6	10	4
Aluno 29	5	10	5

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

O gráfico 07 apresenta os dados do ganho individual dos alunos que participaram da pesquisa.

Gráfico 07 – Ganho por aluno.



Fonte: Elaborado e organizado pelo autor;

Como podemos perceber, apesar de a maioria dos alunos apresentarem um ganho razoavelmente bom, temos os alunos 5,13,15 e 26 que acertaram menos questões no pós-teste. Os alunos 5 e o aluno 26 possuem uma grande dificuldade de aprendizagem, por isso mesmo usando metodologias diferentes na aplicação, podemos dizer que não obtivemos êxito em conseguir uma aprendizagem significativa nesta análise quantitativa.

Analisando os alunos 13 e 15, que são alunos que supostamente não tem problema algum de aprendizagem, a conclusão foi que também não tiveram uma aprendizagem significativa, mas por motivos diferentes, são alunos que só participam de atividades quando são obrigados pelo professor, e quando o professor insiste que participem, fazem de qualquer maneira sem ler as questões, e como o pré-teste e o pós-teste foram realizados com questões de múltipla escolha, foi o que aconteceu. Aqui destaco que um pressuposto principal da teoria de Ausubel em que o mesmo afirma que o aprendiz deve estar disposto a querer aprender.

Porém ao se analisar o gráfico 08, também pode-se perceber que por mais que o ganho de alguns alunos tenham ocorrido em apenas duas questões, como ocorreu com os alunos 19, 20, 24 e 28, levando em consideração que o

pós-teste foi aplicado 60 dias após o término da UEPS, esses alunos não só conseguiram lembrar do conteúdo trabalhado, como conseguiram aumentar o número de acertos, o que é um indicio de aprendizagem. Nesse sentido, muitos fatores influenciam o aprendizado humano, e esta pesquisa busca compreender e investigar o processo de aprendizagem aplicado na UEPS. Contudo os alunos apresentaram indícios de uma aprendizagem significativa, demonstrada na quantidade de acertos nos testes propostos.

6.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Nesta seção, serão analisados, com o programa estatístico SPSS, os dados do ganho apresentado nos pré-teste e pós-teste dos 29 alunos que participaram da pesquisa.

Figura 19: Ganho estatístico da amostra.

GANHO			
	Observed N	Expected N	Residual
-2	1	4,1	-3,1
-1	3	4,1	-1,1
2	4	4,1	-,1
3	9	4,1	4,9
4	6	4,1	1,9
5	5	4,1	,9
6	1	4,1	-3,1
Total	29		

Test Statistics	
	GANHO
Chi-Square	11,793 ^a
df	6
Asymp. Sig.	,067

a. 7 cells
(100,0%) have
expected
frequencies
less than 5.
The minimum
expected cell
frequency is
4,1.

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor com o programa SPSS.

O teste Qui-quadrado para a distribuição e dados da amostra nos fornece uma análise do ganho e foi calculada uma significância de 0,067, ou seja, 6,7%.

Será utilizado um teste não-paramétrico t student, os resultados considerando os valores de ganho na figura 19. O teste estatístico de ganho através do teste Qui-quadrado é apresentado na Figura 20.

Foi utilizado, na análise conforme descrito na metodologia, o Test t student, e os dados obtidos estatisticamente dos 29 alunos estão apresentados na figura 20.

Figura 20: Teste t student para os dados de ganho da pesquisa.

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
GANHO	29	2,93	1,999	,371

One-Sample Test						
	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
GANHO	7,897	28	,000	2,931	2,17	3,69

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor com o programa SPSS.

Analisando os dados calculados estatisticamente, pode-se perceber que os alunos tiveram uma média de 2,93 de ganho com desvio padrão de 1,999 com uma margem de erro de 0,371.

Para aprofundar esta análise, calcula-se então a significância (valor-p) para os valores do ganho entre o pré-teste e o pós-teste e obtêm-se os resultados expressos na Figura 21.

Figura 21: Teste não-paramétrico para os dados de ganho da pesquisa.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of GANHO is normal with mean 2,93 and standard deviation 2,00.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,075	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Fonte: elaborado e organizado pelo autor com o programa SPSS.

O teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) é um teste de aderência. Ou seja, analisa o quanto de concordância há ou não na distribuição de um conjunto de dados de uma determinada amostra. O teste nos fornece valores amostrais que podem nos indicar um parâmetro de acordo com a distribuição teórica indicada para análise desta amostra com 29 alunos.

O teste utiliza as distribuições de ganho dos alunos e compara a distribuição de frequências que deveria ocorrer na distribuição (sob H_0), ou seja, que conforme a literatura nos indica que se a frequência destas amostras apresentaram uma significância abaixo de 5%, tem-se indícios de 95% de chance de o resultado dever-se aos métodos aplicados na UEPS. Neste caso, o pesquisador aceita a hipótese H_0 , caso contrário rejeita-se a hipótese H_0 , retraindo a hipótese nula, pois muitos fatores influenciam na aplicação de atividades em seres humanos e os grupos são diferentes entre si, portanto obter um resultado acima de 5% não indica que um determinado estudo não tenha tido êxito, apenas indica um caminho a ser seguido na investigação da pesquisa.

Analisando os dados estatísticos apresentados na Figura 19, o valor encontrado para o valor-p é de $0,075 > 0,05$, indicado na literatura como padrão de análise, ou seja, nos indica que deve-se retraindo a hipótese nula. Muitos fatores influenciam nos resultados em um grupo de pesquisa, principalmente em se tratando de indivíduos diferentes, que estudam e trabalham, pois em uma pesquisa estes dados apenas nos informam que devemos considerar outros fatores para analisar em relação a não ter se obtido um valor abaixo dos 5%, estipulado pela literatura. No entanto, uma significância de 7,5% pode fornecer sim uma base de indícios de aprendizagem significativa, pois posso indagar com 92,5% de chance de que a aprendizagem dos alunos ocorreu em função das várias metodologias utilizadas na UEPS.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa atingiu seu objetivo, que era construir Unidade de Ensino Potencialmente Significativa UEPS, sobre o processo de aprendizagem do conceito de Campo Eletromagnético. Portanto, essa pesquisa não tem como intuito elaborar um novo conceito, mas que o aluno perceba o processo de como chegar a esses conceitos, de uma forma mais geral para o mais específico e, que o tema Campo eletromagnético não seja entendido como um conteúdo descontextualizado. Destaco a importância do trabalho de Spohr et al. (2017) e Soranso (2019), que serviram de base para a construção desta UEPS.

A UEPS que é foco de estudo desta pesquisa foi desenvolvida em duas partes, a primeira foi o detector de Campo Elétrico e, a segunda o detector de Campo Eletromagnético e, foi de fundamental importância, pois os alunos deixaram a passividade de apenas ouvir o professor explicar sobre o conteúdo, partindo para a prática.

É importante estimular os alunos a utilizar os laboratórios virtuais e seus simuladores, salientando que o colégio onde foi aplicada a pesquisa, não possui laboratório e desta maneira o professor consegue mesmo que as condições não sejam ideais mostrar aos alunos efeitos que ficam bem próximo da realidade. Com isso proporciona aos alunos uma oportunidade de montar novos circuitos e testar novas hipóteses, como ocorreu na aplicação deste desta UEPS,

No entanto, em busca de qualificar o material produzido e analisar o objetivo dessa pesquisa, se fez necessário buscar na literatura o apoio para tal análise. Pensando em uma análise qualitativa, optou-se em usar a literatura de Laurence Bardin (2011) na análise da escala de motivação para aprendizagem de Zenonini. Contudo a ideia inicial era apenas apresentar o circuito aos alunos, mas graças a aplicação da Escala de Motivação para Aprendizagem de Zenorini, pode-se perceber logo de início o quanto a turma estava desmotivada. Neste caso houve uma mudança de estratégia e, ao contrário de apenas apresentar o circuito para os alunos, eles passaram para a prática onde cada grupo construiu seu próprio detector.

Na análise quantitativa dos pré-testes e pós-testes, foi usada a literatura com base em testes estatísticos propostos por Siegil e Castellan (2008) e Soranso (2019) denominado de teste t student não paramétricos. Primeiramente, calculou-se a estatística em relação à média de acertos dos alunos em termos de ganho nos testes aplicados, obtendo-se uma média de 2,93 de ganho com desvio padrão de 1,999, com uma margem de erro de 0,371. Foi realizado o teste t para amostra de 29 alunos em relação ao ganho individual, os dados estatísticos apresentaram um valor-p de 0,075, sendo esta maior que 0,05 indicando na literatura. Assim, assume-se que deve-se retrain a hipótese nula, pois o valor obtido de 7,5% > 5%, nos leva a analisar os fatores que influenciaram para tal resultado.

Em se tratando dos resultados desta pesquisa, considera-se o resultado estatístico obtido $100\% - 7,5\% = 92,5\%$ de real hipótese de a UEPS ter sido responsável e apresentar assim indícios de aprendizagem significativa nos alunos. Destaca-se também as análises realizadas nos gráficos não estatísticos, os quais, de uma forma geral, nos mostram um bom resultado da aprendizagem individual e do grupo.

Porém para uma futura aplicação pode-se utilizar outros instrumentos, como por exemplo, o uso de mapas mentais e conceituais, nos quais pode-se obter maiores informações sobre os conceitos compreendidos pelos alunos. Assim, a UEPS utilizaria maior número de aulas, pois, todo o conteúdo trabalhado com os alunos, é conteúdo que consta no planejamento do terceiro ano, logo é possível trabalhar esses conteúdos um trimestre por exemplo, que não atrasaria o planejamento do professor. Podendo representar uma possibilidade ao professor para auxiliar os alunos que possuem dificuldades de aprendizagem.

Outro fator determinante que acredito ter sido crucial para que UEPS não obtivesse o êxito exigido pela literatura, que é de 95%, de acerto no pós-teste, que nesse caso foi realizado 60 dias após fim da UEPS, foi o fato de ter achado que por usar uma metodologia diferenciada, como é o caso da rotação por estação e o método PIE, isso simplesmente bastaria para que os alunos inclusos

com déficit de aprendizagem se sobressai-se em seus estudos. Essa análise fica clara na compilação dos dados do pré-teste onde o aluno até que saiu razoavelmente bem, no entanto na aplicação do pós-teste, tais alunos não obtiveram ganho algum, inclusive acertaram menos questões que no pré-teste.

No entanto, deixando o pacote estatístico de lado, e tendo um olhar de professor, um olhar pedagógico, acredito que a UEPS foi válida sim, pois foi aplicada em uma escola da periferia, no ensino noturno e com alguns alunos que possuem deficit de aprendizagem. Atingir 92,2% de eficácia, só me leva a acreditar que foi devido às metodologias utilizadas na UEPS.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1ª ed. Editora: Plátano Edições Técnicas. Lisboa, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: edições 70, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: edições 70, 2016

BONJORNO, Eduardo Prado; CLINTON, Casemiro. **Física: Eletromagnetismo, física moderna**, 3º ano. 3 ed, São Paulo: FTD, 2016.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. **Uma abordagem histórica filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 224-248, ago. 2004.

CAMPOS, Geraldo Maia. **Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos - 14. A escolha do teste mais adequado**. 2000. Disponível em <http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap14.html>. Acessado em 14 jul. 2020.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral**. Porto Alegre; 2010. 184 p. Tese de doutorado Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS).

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. Ciênc. educ. (Bauru)vol. No 18.1 Bauru 2012.

FERNANDES, Elisângela. **David Ausubel e a aprendizagem significativa**. Nova Escola, [online] ed. 248, dez, 2011. Disponível em: <<http://novaescola.org.br/formacao/david-ausubel-aprendizagem-significativa-662262.shtml>> Acesso em 09 ago. 2018.

FERREIRA, Marcello; LOGUECIO, Rochele de Quadros. **A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em educação em ciências**. Revista de Educação, Linguagem e Literatura. v. 6 n. 2. , Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

David J. Griffiths. **Eletrodinâmica**, 3ª Edição, Pearson Edition, São Paulo: 2011.

KRAPAS, Sonia; SILVA, Marcos Corrêa da. O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na física do passado e da atualidade, **Ciência & Educação (Bauru)**, vol. 14, núm. 1, São Paulo: 2008, pp. 15-33.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz; GUIMARÃES, Carla. **Física - Contexto & Aplicações**, 2ª ed. São Paulo: 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa**. Subsídios teóricos para o professor pesquisador no ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>> Acesso em 29 ago. 2020.

MORAES, José Uibson Pereira. **Representação do processo de Assimilação e Retenção do conhecimento de Ausubel**. In: VII CONNEPI – Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2124/2255>>. Acesso em 20 agost. 2020.

_____. **Afinal, o que é aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. *Curriculum, La Laguna*, Espanha, 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf>> Acesso em 19 ago. 2020.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acessado em 10 set. 2020.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

NOVAK, J. D., GOWIN, D. B. **Learning How to Learn**. Cambridge. Cambridge University Press. 1984.

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

NUNES, Luiz Antonio Oliveira. **Eletrostática - Eletroscópio Eletrônico Elaborado**. Instituto de Física de São Carlos - USP, 2017. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=E0c2Z-vSrZ0&feature=youtu.be>>. Acesso em 15 agost. 2020.

OLIVEIRA, Eivaldo Marinho de. **Produto educacional: pluralismo metodológico e ensino de biologia na 2ª série do ensino médio**. Fortaleza, 2019. 21 p. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Ceará.

ONTORIA, A. **Mapas conceptuales - Una tecnica para aprender**. Quinta edição. Madrid: Ediciones Madrid, 1995.

PANTOJA, Glauco Cohen Ferreira. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativa em Teoria Eletromagnética: influências na aprendizagem de alunos de graduação e uma proposta inicial de um campo conceitual para o conceito de campo eletromagnético**, Porto Alegre: 2015.

PARISOTO, Mara Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio; DRÖSE, Breno. Integrating didactical strategies to facilitate meaningful learning in introductory

college physics. **Latin-American Journal of Physics Education**, Vol. 8, No. 4, Dec. 2014. Disponível em: http://www.lajpe.org/dec14/4402_Mara_Parisoto.pdf. Acesso em: 25 mar. 2019.

ROMO, J.; DONCEL, M. G. **Faraday's initial mistake concerning the direction of induced currents and the manuscript of series I of his researches**. *Archive for History of Exact Sciences*, v. 47, p. 291-385, 1994.

SIEGIL, S.; CASTELLAN, Jr. N. J. **Estatística não paramétrica para Ciências do comportamento**. 2ª edição, Artmed Editora S.A., São Paulo: 2008.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. **Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: O caso de Benjamin Franklin**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, SC, v.25, n.1, p. 141-159, abr. 2008.

SILVA, J; J. SOUZA, **O ensino de Física em Botucatu**, *Revista Botucatuense de Ensino de Física*, v. 97, n. 4, p. 1103-1125, 2010.

SILVA, José Nilson. Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática. **Estação Científica (Unifap)**, Macapá, v. 1, n. 1, p. 99-113, 2011.

SORANSO, S. C. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – Uma Proposta para o Ensino de Conceitos de Luz e Cores no Ensino de Óptica a Nível Médio**. Medianeira-PR, 2019.

VALA, J. **Metodologia das Ciências Sociais**. A Análise de conteúdo. In: SILVA, A. A.; PINTO, J. M. (Orgs.). Porto: Edições Afrontamento, 1986.

WHITTAKER, Edmund. **A history of the theories of aether and electricity**. New York: Humanities Press, 2 vols. 1973.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZENORINI, Rita da Penha Campos. **Estudos para a construção de uma Escala de Avaliação da Motivação para Aprendizagem – EMAPRE - Itatiba**, 2007.

9 APÊNDICES

APÊNDICE 1 – FOTOS DOS ALUNOS NA APLICAÇÃO DA UEPS

Foto 1: Alunos participando da primeira rotação por estação



Fonte: O próprio autor.

Foto 2: Alunos interagindo com simulador



Fonte: Próprio autor.

Foto 3: Alunos respondendo ao pré-teste



Fonte: O próprio autor.

Foto 4: Grupos de alunos realizando pesquisa sobre Campo eletromagnético



Fonte: O próprio autor.

Foto 5: Alunos interagindo com detector de campo elétrico



Fonte: O próprio autor.

Foto 6: Alunos interagindo com detector de campo eletromagnético



Fonte: O próprio autor.

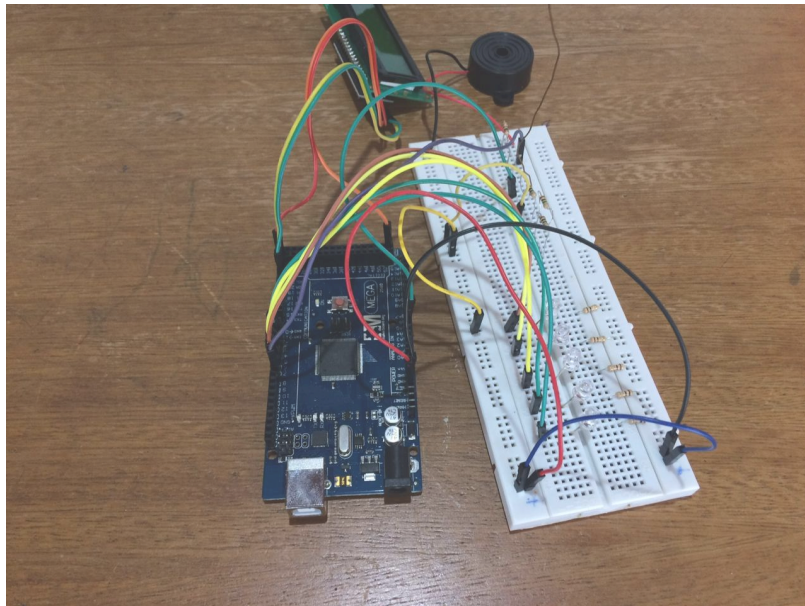
APÊNDICE 2 - PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

GERSON GARCIA

PRODUTO EDUCACIONAL

**CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO
CONCEITO DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO**



**MEDIANEIRA
2021**



PRODUTO EDUCACIONAL

CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO

CONSTRUCTION, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A POTENTIALLY SIGNIFICANT UNIT FOR THE TEACHING-LEARNING OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD CONCEPT

GERSON GARCIA

Produto Educacional vinculado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Mara Fernanda Parisoto

MEDIANEIRA
2021



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

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	4
2- JUSTIFICATIVA.....	6
3- PE - CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO	7
3.1 PRODUTO EDUCACIONAL PRIMEIRA PARTE.....	7
3.2 PRIMEIRA PARTE DO PRODUTO - Esquema prático e materiais relacionados a construção do detector de campo elétrico.....	8
3.3- SEGUNDA PARTE DO PRODUTO.....	9
3.4 PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	12
3.5 ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM DE ZENORINI.....	13
4. UEPS IMPLEMENTADA EM PASSOS SEQUENCIAIS.....	13
4.1 ESTAÇÕES POR ROTAÇÃO DE APRENDIZAGEM DA UEPS.....	15
4.1.1 Primeira Estação.....	15
4.1.2 Segunda Estação.....	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
7. APÊNDICES E ANEXOS DO PE.....	24
APÊNDICE 1: ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM.....	25
APÊNDICE 2: PRÉ-TESTE	26
APÊNDICE 3: PRÉ-TESTE	27
APÊNDICE 4: PÓS-TESTE.....	29
APÊNDICE 5 - SIMULADOR CAMPO ELETROMAGNÉTICO.....	32
ANEXO 1 - SIMULADOR KIT DE CONSTRUÇÃO DE CIRCUITO (AC + AC).....	33

1. INTRODUÇÃO

É importante considerar, ao planejar uma sequência didática, as relações interativas entre professor/aluno e aluno/aluno e as influências dos conteúdos nessas relações, o papel do professor e o papel do aluno, organizar os conteúdos de maneira que possa ter um maior aproveitamento do tempo, do espaço e dos recursos didáticos.

O presente trabalho apresentado como um Produto Educacional (PE) no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), é a implementação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino-Aprendizagem do conceito de campo eletromagnético, sempre em busca de indícios de uma aprendizagem significativa, sendo tais resultados apresentados na dissertação da do mestrado. A proposta é estruturada no cognitivismo da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

De acordo com Ausubel, o encontro a aprendizagem significativa citada na metodologia de sequência didática definida por Zabala (1998) como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”.

A opção por uma sequência didática, ocorre justamente por se tratar de uma estrutura elaborada por etapas sequenciais, visando uma ligação com a estrutura cognitiva do aprendiz. A implementação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foi associada com a metodologia pertencente ao Ensino Híbrido, rotação por estação e com a metodologia Predizer, Interagir e Explicar (P.I.E.), nas atividades propostas ao aprendiz. Essa implementação ocorreu em uma turma do terceiro ano do ensino médio de um colégio público do estado do Paraná, no ano de 2019. Parte do Produto Educacional também foi aplicado em um minicurso *Hands On Tec* – Circuito Elétrico, para alunos da UFPR em forma de oficina, “IV SALCE” Semana Acadêmica de Licenciatura em Ciências Exatas. O total de aulas propostas para a aplicação do Produto Educacional (PE) são 9 aulas de 45 minutos cada.

A metodologia de ensino utilizada na pesquisa possui uma abordagem quantitativa e qualitativa, onde foi desenvolvida de maneira exploratória. Buscando uma base científica para o desenvolvimento deste trabalho de dissertação de mestrado e aplicação em sala de aula da UEPS proposta, foram utilizados artigos científicos publicados em revistas e periódicos. A pesquisa de artigos foi feita nas bases eletrônicas PubMed, Cochrame, Scielo e Google Acadêmico.

A análise do material, de maneira qualitativa, foi feita de acordo com a Literatura de Laurence Bardin, trazendo para a pesquisa resultados expressivos. A parte quantitativa foi analisada através das aplicações dos pré-teste e pós-testes, e através do teste não paramétrico test-t student de Hipóteses, onde foram encontrados indícios de uma Aprendizagem Significativa.

O objetivo principal deste PE é que os alunos consigam com a aplicação da (UEPS) apresentar indícios de uma Aprendizagem Significativa, representando um possível ganho não só para o aprendiz, mas para o Ensino de Física e assim qualificando este material como potencialmente significativo. Pretende-se também analisar a interação e interesse dos alunos com o uso desta metodologia para o Ensino de Física buscando atingir o objetivo da pesquisa.

2. JUSTIFICATIVA

O Produto Educacional proposto é base de estudo da dissertação de mestrado, leva em conta a construção e estudo de dois detectores, um de campo elétrico e outro de campo eletromagnético. Estes possuem como objetivo que o aluno perceba que com esse detector é possível captar essa distorção provocada pelo campo eletromagnético.

Essa mesma distorção também poderia ser detectada através de experimentos bem simples que já são feitos há muito tempo, como por exemplo, na eletrização por atrito de materiais simples como canudinho, caneta, entre outros. Mas, tendo em vista que a tecnologia está cada dia mais presente na vida de todos, a ideia de usar uma plataforma Arduino é justamente dar asas à imaginação dos alunos para que produzam novos experimentos, usando esse tipo de tecnologia que ainda é bem desconhecida nas escolas públicas.

Associado a esta estratégia também utilizou-se de simuladores educacionais para o ensino de Física e faz-se uso de diferentes metodologias de aprendizagem na implementação da UEPS

O conteúdo de campo em geral é algo que é bem abstrato para o aprendiz, ficando só com a utilização das fórmulas. Em momento algum os cálculos serão retirados do conteúdo, espera-se que com a inclusão do detector de campo, dar um pouco mais de sentido a esses cálculos.

3. PE - CONSTRUÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA UNIDADE POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO.

3.1 PRODUTO EDUCACIONAL PRIMEIRA PARTE

DETECTOR DE CAMPO ELÉTRICO

Nesta seção será abordado a forma como foi desenvolvido e construído o detector de campo elétrico, o qual foi utilizado na Primeira Rotação por Estação de Aprendizagem do Produto Educacional proposto aos alunos e que é base de estudo nesta pesquisa, bem como outras metodologias as quais foram utilizadas no Produto Educacional, como por exemplo, a Escala de Motivação para Aprendizagem de Zenorini, a metodologia Hands on Tec.

Para melhor compreensão da aplicação o Quadro 1 é uma síntese da UEPS aplicada, de acordo com a proposição de Marco Antonio Moreira, datada de 2011, sobre a constituição de UEPS como recurso facilitador da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011)

Quadro 1: Síntese da UEPS que compõem o PE.

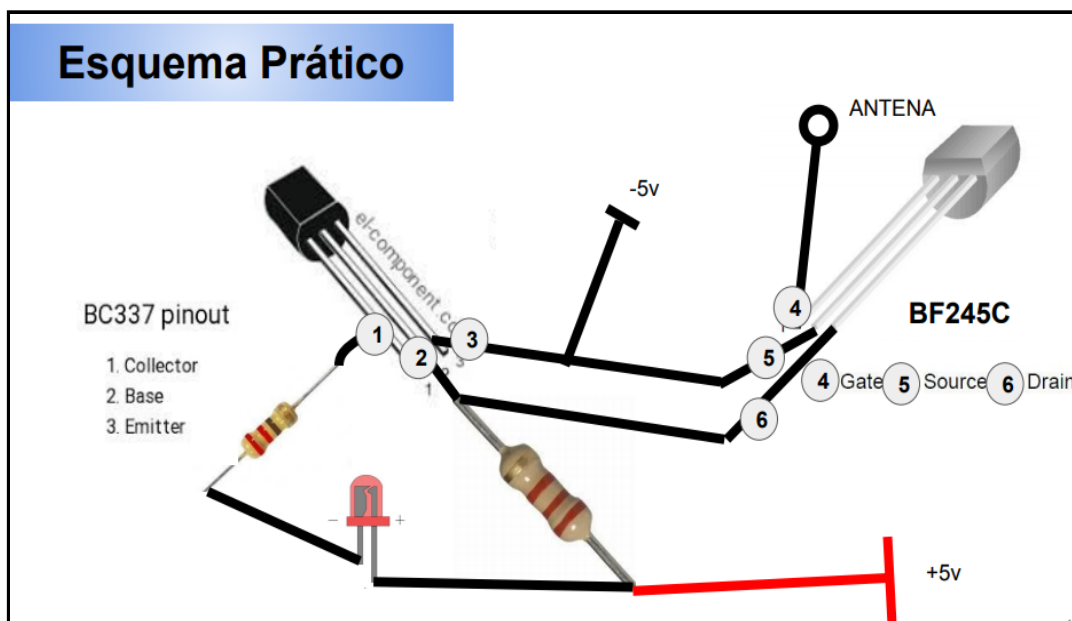
UEPS – Campo Eletromagnético	
Etapa 1 (1 aula)	É proposto um questionário investigativo inicial com base na Escala de Motivação para a Aprendizagem de Zenorini.
Etapa 2 (1 aula)	HANDS ON TEC – CIRCUITO ELÉTRICO Construção do circuito com os alunos.
Etapa 3 (2 aulas)	Primeira Estação por Rotação de Aprendizagem baseada na metodologia denominada por Dorneles (2010) de P.I.E., em que os alunos predizem sobre o experimento, sobre o que acreditam que acontecerá no experimento, em seguida interagem, observam o que ocorre, posteriormente explicam e justificam suas observações. Com o método P.I.E., os alunos são divididos em grupos e passam em cada estação realizando as atividades propostas. Primeira Estação por Rotação de Aprendizagem Atividade 1: Questões do detector de campo elétrico (pré-teste 1) Atividade 2: Interagir com o detector de campo elétrico Atividade 3: Simulador de circuitos elétricos Phet Colorado.
Etapa 4 (2 aulas)	Segunda Estação por Rotação de Aprendizagem Atividade 1: Questões do detector de campo eletromagnético (pré-teste 2) Atividade 2: Interagir com o detector de campo eletromagnético utilizando a plataforma Arduino. Atividade 3: Simulador de campo eletromagnético Phet Colorado.
Etapa 5 (1 aula)	Apresentação pelo professor dos experimentos utilizados na UEPS e explicações de dúvidas.

Etapa 6 (1 aula)	Debate sobre os conhecimentos adquiridos, utilizando novamente o detector de campo eletromagnético, sanando as dúvidas com o professor.
Etapa 7 (1 aula)	Avaliação da UEPS Pós-teste – realizado 60 dias após a aplicação da UEPS. Sendo utilizado para a análise quantitativa o teste “t student” e o pacote estatístico SPSS.
Etapa 8	<ul style="list-style-type: none"> • Análise da Escala de Motivação para Aprendizagem de Zenorini, analisada de acordo a metodologia de frequência de ocorrência de Laurence Bardin (2016); • Análise do pré-teste e pós-teste; • Avaliação e descrição do diário de bordo; Tais procedimentos realizados no passo 8 visam verificar se o aluno apresenta indícios de retenção do conhecimento e se a UEPS proposta no grupo produziu uma aprendizagem significativa.

Fonte: Elaborada pelo autor.

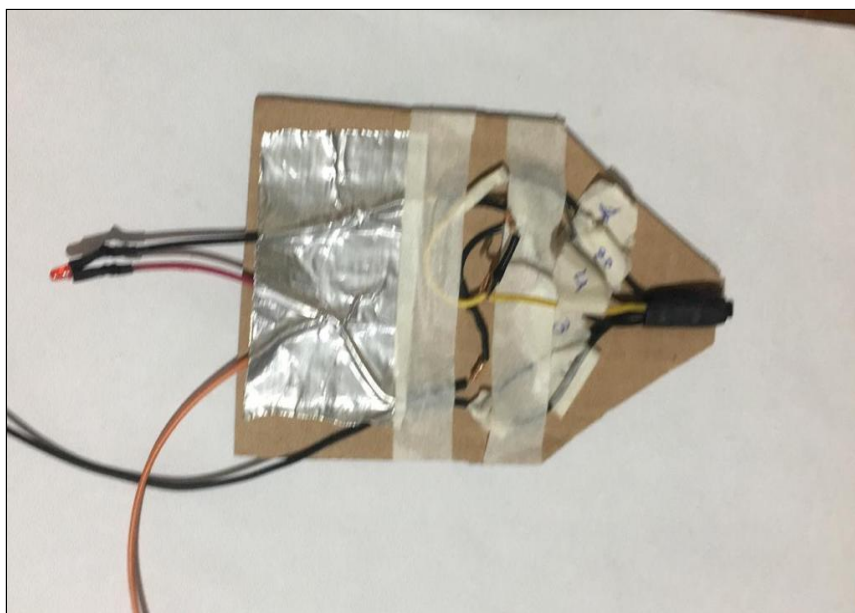
3.2 PRIMEIRA PARTE DO PRODUTO - Esquema prático e materiais relacionados a construção do detector de campo elétrico.

Figura 1 : Esquema prático para o detector do campo elétrico.



Fonte: Nunes (2017).

Figura 2 : Detector do campo elétrico feito pelos alunos.



Fonte: Elaborado pelos alunos.

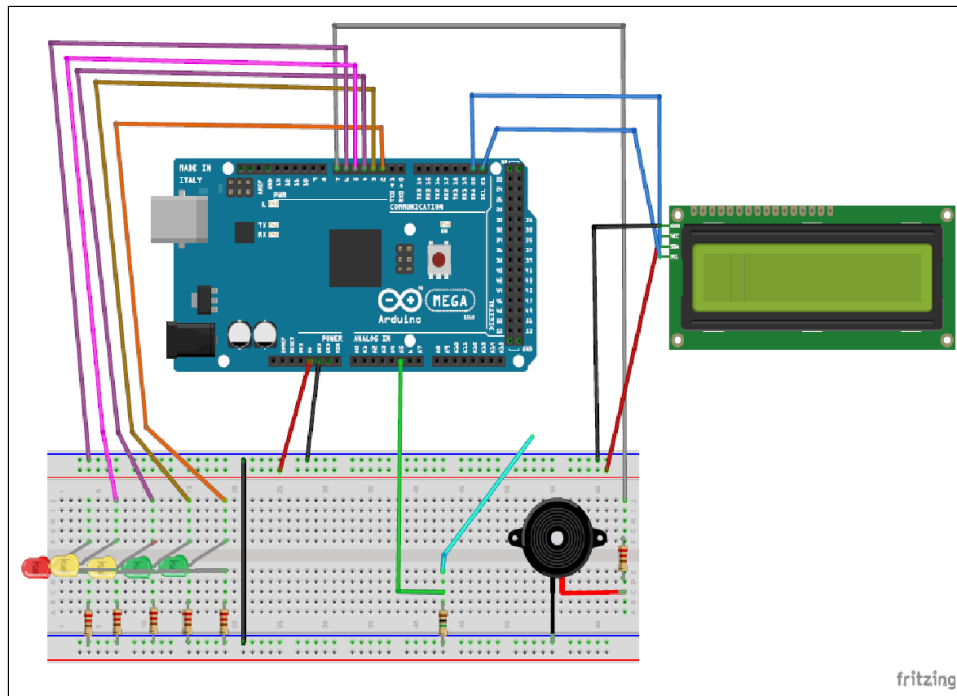
LISTA DE MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO

- 1 Pilhas ou bateria de 9V;
- 1 Resistor de 2,2K Ω e 220 Ω ;
- 1 *Led* vermelho;
- 2 Transistores do tipo NPN;
- Fios condutores;
- Papelão;
- Fita isolante;
- Réguas de plástico;
- Colheres de metal;
- Papel toalha.

3.3 SEGUNDA PARTE DO PRODUTO - DETECTOR DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO USANDO PLATAFORMA ARDUÍNO

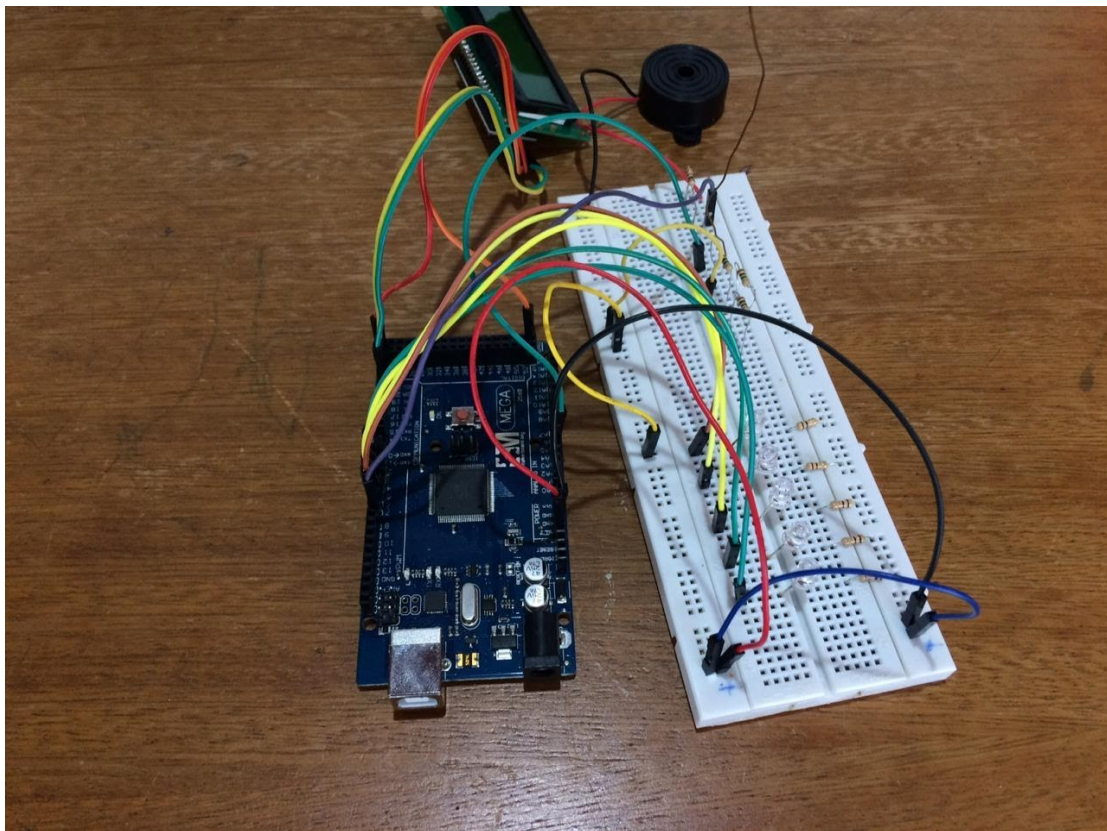
Para facilitar o entendimento do aluno sobre o detector de campo eletromagnético foi disponibilizado um diagrama, representado na figura 5, de como fazer as ligações do Arduino e a placa protoboard e, o código utilizando a linguagem C de programação que será utilizado na plataforma Arduino. Esse diagrama foi elaborado pelo autor utilizando o aplicativo Fritzing.

Figura 3 : Diagrama de como fazer as ligações do Arduino com a placa protoboard.



Fonte: Autoria própria elaborada com o Programa *Fritzing*.

Figura 4 : Detector do campo eletromagnético feito pelos alunos utilizando a plataforma Arduino com a placa protoboard.



Fonte: Autoria própria feita pelos alunos..

Código do programa

```
/*Projeto Arduino detector Campo Eletromagnético.
//Contante referente ao pino analógico A0
//que fará a leitura da antena.

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//Constantes referentes aos pinos dos leds que
//exibem a intensidade da leitura.
int const antenaGNDPin = A0;
int const ledVerdeA = 8;
int const ledVerdeB = 9;
int const ledAmareloA = 10;
int const ledAmareloB = 11;
int const ledAzulA = 12;
//Contante referente ao pino digital do buzzer
int const buzzer = 2;
//Variável usada para armazenar o valor lido na antena.
int valorAntena = 0;
// Inicializa o display no endereço 0x27
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);
// variáveis de controle de tempo
long millisanterior = 0;
//Função setup, executada uma vez ao ligar o Arduino.
void setup() {
//Definindo os pinos digitais dos leds e do
//buzzer como de saída
pinMode(ledVerdeA,OUTPUT);
pinMode(ledVerdeB,OUTPUT);
pinMode(ledAmareloA,OUTPUT);
pinMode(ledAmareloB,OUTPUT);
pinMode(ledAzulA,OUTPUT);
pinMode(buzzer,OUTPUT);
//Iniciando o serial monitor
Serial.begin(9600);
lcd.begin(16, 2);
lcd.setBacklight(HIGH);
}
//Loop loop, executada enquanto o Arduino estiver ligado.
void loop() {
  unsigned long millisatual = millis();
  //Lendo o campo eletromagnético captado pela
  //antena que vai de 0 até 1023.
  valorAntena = analogRead(antenaGNDPin);
  //Apagando todos os leds
  digitalWrite(ledVerdeA,LOW);
  digitalWrite(ledVerdeB,LOW);
  digitalWrite(ledAmareloA,LOW);
  digitalWrite(ledAmareloB,LOW);
  digitalWrite(ledAzulA,LOW);
  //Acendendo leds de acordo com a intensidade do
  //campo eletromagnético detectado pela antena.
  if (valorAntena >= 50) {
    digitalWrite(ledVerdeA,HIGH);
  }
  if (valorAntena >= 100) {
    digitalWrite(ledVerdeB,HIGH);
  }
  if (valorAntena >= 150) {
    digitalWrite(ledAmareloA,HIGH);
  }
}
```

```

}
if (valorAntena >= 200) {
digitalWrite(ledAmareloB,HIGH);
}
if (valorAntena >= 350) {
digitalWrite(ledAzulA,HIGH);
tone(buzzer,60);
}
//Exibindo o valor da antena no serial monitor.
Serial.println(valorAntena);
//imprime o lcd a cada 0.5 segundo
if(millsatual - millsanterior >= 500){
millsanterior = millsatual;
noTone(buzzer);
lcd.clear();
lcd.print("CAMPO MAGNETICO");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("LEITURA:");
lcd.setCursor(10, 1);
lcd.print((8.7 / 400) * valorAntena);
}
}
}

```

OBSERVAÇÃO AO PROFESSOR: Os kits de Arduinos básicos disponíveis no mercado são relativamente baratos e de fácil aquisição pelas escolas e por isso da escolha deste material no desenvolvimento do experimento.

3.4 PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Os testes realizados em uma pesquisa dão base ao professor para adequar e implementar metodologias a fim de alcançar uma aprendizagem significativa. Quadro 2, relaciona as questões propostas com os objetivos da pesquisa e da sequência didática deste PE.

Quadro 2 – Questão versus objetivo a ser alcançado na pesquisa.

Questão 1	Identificar corrente contínua e corrente alternada.
Questão 2	Reconhecer os processos de eletrização.
Questão 3	Entender que os resistores são os responsáveis por limitar a passagem da corrente elétrica em um circuito.
Questão 4	Analisar o circuito e compreender que os transistores podem ser utilizados como interruptores.
Questão 5	Compreender que as pilhas e baterias são fontes e correntes contínuas e que armazenam carga elétrica, ou seja, atuam como geradores.

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

Os pré-testes 1 e 2, que foram aplicados aos alunos na primeira e segunda Rotação por Estação estão disponíveis nos apêndices 2 e 3.

O Pós-teste realizado utilizou as mesmas questões dos pré-testes e foi aplicado aos alunos depois de 60 dias do término da UEPS e está disponível no apêndice 4.

3.5 ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM DE ZENORINI

Com objetivo inicial de conhecer melhor os alunos que fazem parte desta pesquisa, primeiramente foi aplicado um questionário para investigação da rotina de estudo e a forma com que cada um estuda e se relaciona com o conhecimento. Assim o pesquisador pode traçar estratégias de aplicação do produto conforme as características da turma. Para tanto foi utilizado a escala de motivação para a aprendizagem de Zenorini (2007) disponível no Apêndice 1.

4. UEPS IMPLEMENTADA EM PASSOS SEQUENCIAIS

A metodologia de ensino utilizada foi a construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, dentro dessa UEPS, o método de rotação por estações de aprendizagem combinando com o método Predizer, Interagir e Explicar (P.I.E).

A Rotação por Estação de Aprendizagem faz parte das chamadas metodologias ativas, onde o professor cria um circuito conforme figura 4 e os alunos trabalhando em grupo deverão percorrer esses circuitos realizando as atividades propostas em cada estação.

A seguir a descrição dos oito passos seguidos na realização da UEPS:

etapa 1: Análise dos conhecimentos prévios do aprendiz através da aplicação de um pré-teste. Caso o aprendiz não tenha consigo tais conhecimentos prévios, o professor deverá estabelecer um diálogo com a turma a fim de suprir tal necessidade.

- etapa 2: Apresentar a situação-problema para o aprendiz, como já citado no item 3.4, em seguida realizar a primeira rotação por estação descrita no 3.4, utilizando como base o método *Hands on tec*. *Que pode ser encontrado no site <<http://handsontec.net/>>* . Neste passo, o aluno irá ter uma ideia inicial de todo o conteúdo que será trabalhado até o final desta UEPs.
- etapa 3: Reunir os alunos em um grande grupo, para que, em diálogo com os colegas e com o professor, possam ser sanadas as dúvidas que restaram durante a aplicação da *Hands on tec*. *Dúvidas tais como: por que o Led liga quando um isolante é atritado e não quando um condutor é atritado, ou que tipo de ligações possui aquele circuito elétrico.*
- etapa 4: Este é o momento em que será aplicada a diferenciação progressiva, uma rotação por estação, utilizando-se do método P.I.E. (Predizer, Interagir e Explicar), onde será aplicada a segunda parte, conforme descrito com detalhes no item 4.3.
- etapa 5: Ao fazer a diferenciação progressiva nesta etapa, se reúnem todos os grupos e é feita uma análise dos pré-testes aplicados, discutindo sobre os conteúdos trabalhados e, tentando sanar as dúvidas que restaram durante a aplicação da rotação por estação.
- etapa 6: Com objetivo de promover a reconciliação integrativa, agora o professor explana sobre o conteúdo abordado na UEPS, do conceito mais geral para o mais específico e pede ao aprendiz que escreva um texto explicando com detalhes, sobre tudo o que ele lembra de ter visto na aplicação da primeira e segunda parte do produto, esse texto poderá ser feito em dupla.
- etapa 7: Avaliação somativa e individual, momento de realizar um pós-teste sobre com os estudantes envolvendo questões já utilizadas no pré-teste. Onde o aprendiz, individualmente, deverá responder às questões, de onde se espera extrair evidências de uma aprendizagem significativa, em uma análise entre o pré-teste e o pós-teste realizados.
- etapa 8: Análise pelo autor sobre a aplicação da UEPS, esta é a hora em que o professor faz a análise da parte quantitativa e principalmente da parte qualitativa e, tira as conclusões sobre o êxito da UEPS ou não.

OBSERVAÇÃO AO PROFESSOR: Na organização para a aplicação dos testes propostos, bem como outros questionários pode-se utilizar de plataformas que corrigem automaticamente as questões como sugestão deixo aqui a plataforma www.gradepen.com, neste site pode-se criar provas e questionários com gabarito e QR Code para correção de provas através de um aplicativo de celular.

4.1 ESTAÇÕES POR ROTAÇÃO DE APRENDIZAGEM DA UEPS

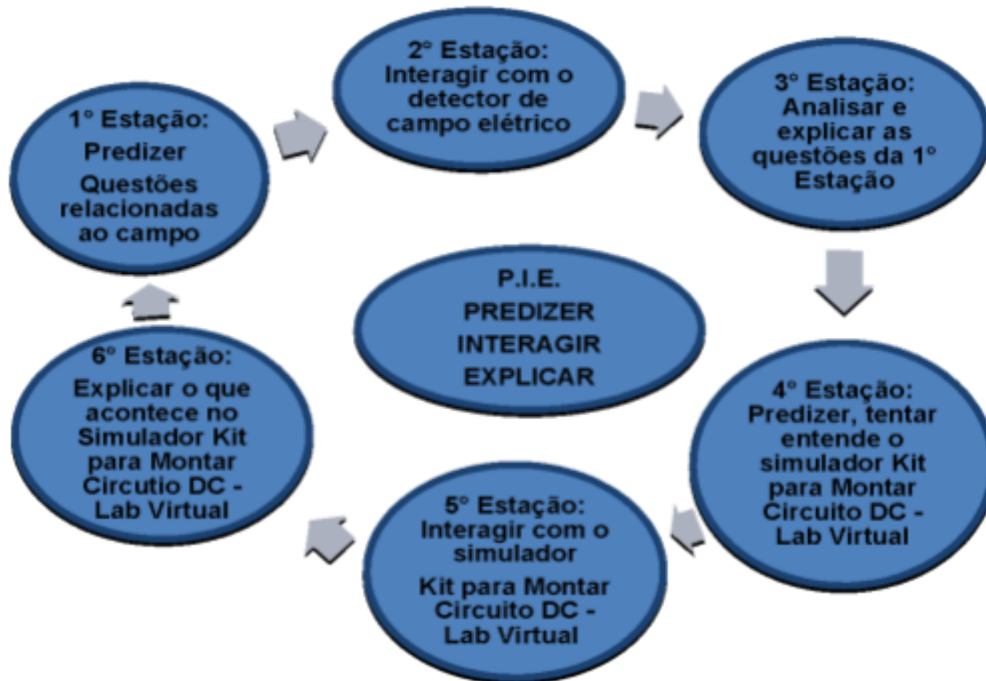
A seguir são apresentados os esquemas de aplicação e organização da primeira e segunda Estação por Rotação de Aprendizagem.

4.1.1 Primeira Estação

O esquema abaixo representado na figura 5, no formato de fluxograma é a organização da primeira Rotação por Estação de Aprendizagem realizada com os alunos.

Para a implementação desta metodologia o professor deve previamente dividir os alunos em grupos e organizar a sala de aula em Estações de aprendizagem independentes, nas quais os alunos irão alternar de acordo com um tempo pré determinado pelo professor, em torno de 15 minutos para a utilização dos experimentos, simuladores e atividades propostas em cada estação. Se necessário algum grupo aguarda para o início da atividade ou o professor pode montar mais de uma sala com as mesmas estações por rotação de aprendizagem e assim otimizar o seu tempo de aula.

Figura 5: Representa como foi organizada a primeira rotação por estação de aprendizagem em sala de aula.



Fonte: Criada pelo próprio autor.

1ª Estação: Predizer

As questões propostas aos alunos na primeira estação do pré-teste 1, estão disponíveis no apêndice 2. Neste momento eles devem analisar as questões propostas relacionadas ao campo elétrico, predizendo o que poderá acontecer segundo o conhecimento prévio que possuem.

2ª Estação: Interagir

Esse é o momento onde o aluno interage com o detector de campo elétrico e anota em seu caderno tudo o que consegue observar durante a realização do experimento.

3ª Estação: Analisar e Explicar

Nesse instante, o aluno recebeu novamente uma folha com questões, as mesmas questões que respondeu na 1ª estação, onde deverá responder e logo em seguida comparar suas respostas da primeira estação e da terceira estação, isto é, antes e depois de interagir com o experimento. Em seu caderno, deverá explicar por que mudou de opinião ou não sobre as respostas.

4ª Estação: Predizer o que ocorre no simulador - Kit de Construção de Circuito (AC+DC)

Agora, o professor deve pedir ao aluno que utilizando os computadores da escola acesse o link do simulador proposto nesta estação: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac>.

Observe ainda as informações e mostre aos alunos as ferramentas ali disponibilizadas no simulador.

5ª Estação: Interagir com o Simulador - Kit de Construção de Circuito (AC+DC)

Esse é o momento em que o aluno deve interagir com o simulador do Phet Colorado e deverá montar os circuitos elétricos e anotar, em seu caderno, o que acontece em cada caso. O professor pode conduzir e auxiliar os alunos conforme a necessidade. Para isso é disponibilizado um material no Anexo 1, que traz um tutorial ao professor e atividades para utilizar com os alunos no simulador, roteiro desenvolvido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Destaca-se, que é uma sugestão em que o professor pode conduzir o uso do simulador com seus alunos conforme a realidade da turma.

6ª Estação: Explicar o que ocorreu no Simulador de Circuito

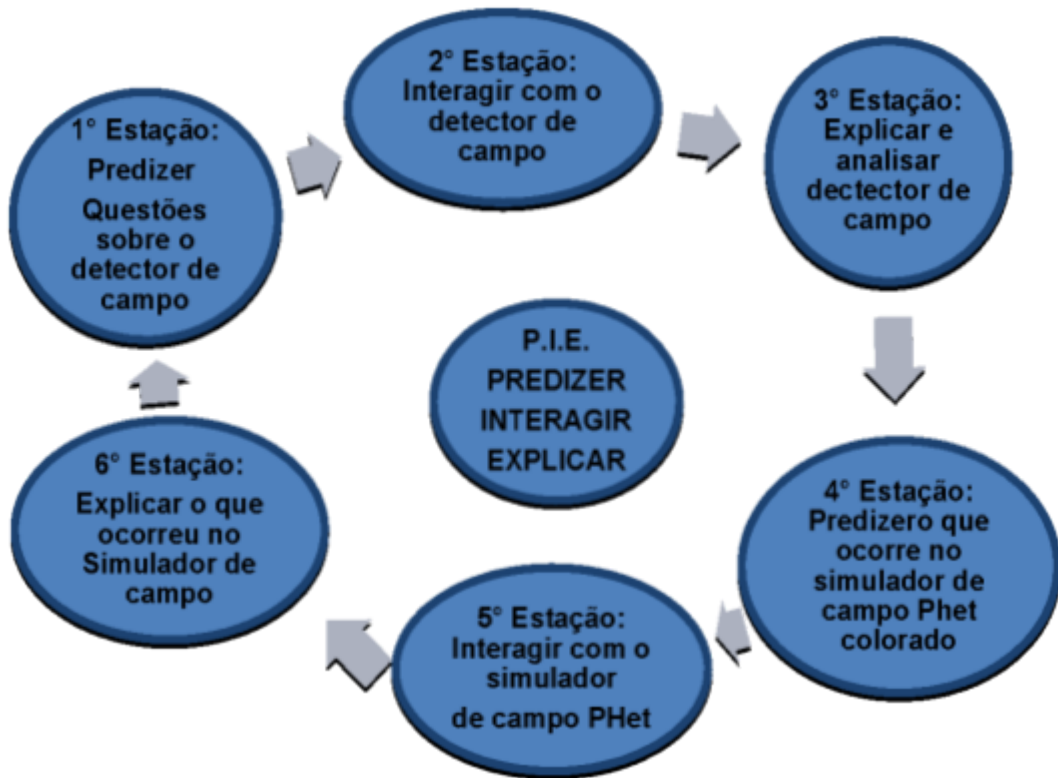
Tendo em mãos as anotações, o aluno neste passo deverá produzir um texto explicando suas observações na montagem do circuito elétrico, também poderá utilizar-se de desenhos para melhor representar suas explicações.

4.1.2 Segunda Rotação

Sempre pensando no processo de ensino aprendizagem e, em busca de uma aprendizagem significativa, esta segunda parte também é uma Rotação por Estação de Aprendizagem, utilizando o método P.I.E. (Predizer, Interagir e Explicar). A figura 6 representa o esquema de organização para aplicação da segunda Rotação por Estação de Aprendizagem.

Da mesma forma que foi realizada a organização na primeira Rotação o professor deve novamente organizar a sala e dividir os alunos em grupos para realizar as atividades propostas.

Figura 6: Representa como foi montada a rotação por estação em sala de aula.



Fonte: Criada pelo próprio autor.

1ª Estação: Predizer

Nesta estação, serão fornecidas ao aluno algumas questões sobre o detector de campo e o que ocorre com o detector. É um pré-teste (Apêndice 3) onde o aluno deverá responder antes de interagir com o experimento.

2ª Estação: Interagir

Esse é o momento onde o aluno interage com o detector e anota em seu caderno tudo o que consegue observar durante a realização do experimento.

3ª Estação: Analisar e Explicar

Nesse instante, o aluno recebeu novamente uma folha com questões, as mesmas questões que respondeu na 1ª estação, onde deverá responder e logo em seguida comparar suas respostas da primeira estação e da terceira estação, isto é, antes e depois de interagir com o experimento. Em seu caderno, deverá explicar por que mudou de opinião ou não sobre as respostas.

4ª Estação: Predizer o que ocorre o detector de campo

Agora, o professor deve pedir ao aluno que utilizando os computadores da escola pesquise sobre campos eletromagnéticos “sugestão utilizar o Greff ” e, deverá anotar em seu caderno tudo o que julgar importante, com isso ele adquirirá algumas informações cruciais para poder entender o que está acontecendo para poder interagir com o simulador.

5ª Estação: Simulador de campo *Phet* colorado

Esse é o momento em que o aluno tem acesso a um simulador do Phet Colorado disponível no link: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_en.html e deverá anotar, em seu caderno, o que acontece com os campos quando movimentam-se as cargas ou muda sua intensidade, enfim, testar todas as possibilidades. O roteiro de atividades deste simulador está disponível ao professor no Apêndice 5.

6ª Estação: Explicar o que ocorreu no Simulador de campo

Tendo em mãos as anotações feitas sobre campo eletromagnético e, com as anotações feitas quando interagiu com o simulador, o aluno deverá produzir um texto tentando explicar o que acontece com os campos eletromagnéticos quando se utiliza mais de uma carga de mesmo sinal e, com sinais diferentes, quando diminui ou aumenta a distância entre elas, tudo o que observou com a utilização do simulador.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para a aplicação desta UEPS, foram utilizadas 9 horas-aula de 45 minutos, utilizando-se de todos os passos e instrumentos de ensino e avaliação propostos no PE. No entanto, o professor a seu critério poderá fazer uso deste material com todos os passos propostos ou então utilizar-se de parte dele como atividade em sua prática não desenvolvendo a unidade como um todo, caso queira ou necessite conforme sua organização e prática didática. Um exemplo desta aplicação é usar a atividade experimental de rotação por estações proposta no passo 3 e 4 para trabalhar conceitos de campo elétrico e campo eletromagnético separadamente, embora em nossa prática de sala de aula estes são conceitos que se complementam e por isso estão apresentados juntos no Produto Educacional.

. Buscou-se desenvolver um produto de forma a aprofundar os conhecimentos sobre campo elétrico e eletromagnético de forma a levar os alunos a refletir e atribuir novo aprendizado a sua vivência, que este buscasse uma aprendizagem significativa e por isso o pós-teste ser realizado 60 dias depois, justamente para avaliar a assimilação e ancoragem de conceitos na estrutura cognitiva. Assim, analisando-se os resultados da pesquisa, os quais podem ser consultados na dissertação, pode-se inferir que houve um avanço significativo no grupo no qual foi implementada a UEPS.

Este é material que busca provocar e instigar o aluno na busca e compreensão da Física, então não se faz uma prática significativa passando os conteúdos superficialmente e sim deixando que este aluno construa uma estrutura de significados pertinentes a sua vida.

Porém para uma futura aplicação pode-se utilizar outros instrumentos, como por exemplo, o uso de mapas mentais e conceituais, nos quais pode-se obter maiores informações sobre os conceitos compreendidos pelos alunos. Assim, a UEPS utilizaria maior número de aulas, podendo representar uma possibilidade ao professor para auxiliar os alunos que possuem dificuldades de aprendizagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1ª ed. Editora: Plátano Edições Técnicas. Lisboa, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: edições 70, 2011.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. **Uma abordagem histórica filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 224-248, ago. 2004.

CAMPOS, Geraldo Maia. **Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos - 14. A escolha do teste mais adequado**. 2000. Disponível em <http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap14.html>. Acessado em 14 jul. 2020.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral**. Porto Alegre; 2010. 184 p. Tese de doutorado Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS).

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. Ciênc. educ. (Bauru)vol.18no.1Bauru2012.

FERNANDES, Elisângela. **David Ausubel e a aprendizagem significativa**. Nova Escola, [online] ed. 248, dez, 2011. Disponível em: <<http://novaescola.org.br/formacao/david-ausubel-aprendizagem-significativa-662262.shtml>> Acesso em 09 ago. 2018.

FERREIRA, Marcello; LOGUERCIO, Rochele de Quadros. **A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em educação em ciências**. Revista de Educação, Linguagem e Literatura. v. 6 n. 2. , Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

Francisco Romário Vasconcelos Dias e Mairton Cavalcante Romeu. **Construção de Circuitos Elétricos utilizando o Simulador Phet Kit de Construção de Circuito (AC+DC)**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2018. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/services/download-servlet?filename=%2Factivities%2F4878%2Fphet-contribution-4878-8561.pdf>.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa**. Subsídios teóricos para o professor pesquisador no ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>> Acesso em 29 ago. 2020.

MORAES, José Uibson Pereira. **Representação do processo de Assimilação e Retenção do conhecimento de Ausubel**. In: VII CONNEPI – Congresso Norte

Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2124/2255>>. Acesso em 20 agost. 2020.

_____. **Afinal, o que é aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. *Curriculum, La Laguna*, Espanha, 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>> Acesso em 19 ago. 2020.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acessado em 10 set. 2020.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas -UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

NOVAK, J. D., GOWIN, D. B. **Learning How to Learn** . Cambridge. Cambridge University Press. 1984.

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

NUNES, Luiz Antonio Oliveira. **Eletrostática - Eletroscópio Eletrônico Elaborado**. Instituto de Física de São Carlos - USP, 2017. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=E0c2Z-vSrZ0&feature=youtu.be>>. Acesso em 15 agost. 2020.

OLIVEIRA, Edivaldo Marinho de. **Produto educacional: pluralismo metodológico e ensino de biologia na 2ª série do ensino médio**. Fortaleza, 2019. 21 p. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Ceará.

ONTORIA, A. **Mapas conceptuales - Una tecnica para aprender**. Quinta edição. Madrid: Ediciones Madrid, 1995.

ROMO, J.; DONCEL, M. G. **Faraday's initial mistake concerning the direction of induced currents and the manuscript of series I of his researches**. Archive for History of Exact Sciences, v. 47, p. 291-385, 1994.

SILVA, J; J. SOUZA, **O ensino de Física em Botucatu**, Revista Botucatuense de Ensino de Física, v. 97, n. 4, p. 1103-1125, 2010.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. **Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: O caso de Benjamin Franklin**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, SC, v.25, n.1, p. 141-159, abr. 2008.

SIEGIL, S.; CASTELLAN, Jr. N. J. **Estatística não paramétrica para Ciências do comportamento**. 2ª edição, Artmed Editora S.A., São Paulo: 2008.

SORANSO, S. C. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – Uma Proposta para o Ensino de Conceitos de Luz e Cores no Ensino de Óptica a Nível Médio.** Medianeira-PR, 2019.

VALA, J. **Metodologia das Ciências Sociais.** A Análise de conteúdo. In: SILVA, A. A.; PINTO, J. M. (Orgs.). Porto: Edições Afrontamento, 1986.

WHITTAKER, Edmund. **A history of the theories of aether and electricity.** New York: Humanities Press, 2 vols. 1973.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: Como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZENORINI, Rita da Penha Campos. **Estudos para a construção de uma Escala de Avaliação da Motivação para Aprendizagem – EMAPRE - Itatiba, 2007.**138 p.

7. APÊNDICES E ANEXOS DO PE

APÊNDICE 1 - ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM

APÊNDICE 2 - PRÉ-TESTE 1

APÊNDICE 3 - PRÉ-TESTE 2

APÊNDICE 4 - PÓS TESTE

APÊNDICE 5 - SIMULADOR CAMPO ELETROMAGNÉTICO

ANEXO 1 - SIMULADOR KIT DE CONSTRUÇÃO DE CIRCUITO (AC+DC)

APÊNDICE 1

ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM

As questões a seguir referem-se à sua motivação e às suas atitudes em relação à aprendizagem.

Não há respostas certas ou erradas, o importante é que você seja sincero.

Marque com um X a opção que mais se ajusta a você:

Marque (X) 1 se você concorda com a afirmação, (X) 2 se você não sabe e (X) 3 se você discorda da afirmação.

1= Concordo 2= Não sei 3 =Discordo

		1	2	3
1	Se estudar bastante, consigo vencer as dificuldades para aprender.			
2	Acredito que não tem sentido fazer um bom trabalho escolar se mais ninguém souber disso.			
3	Não perco tempo em estudar as matérias que acho muito difícil.			
4	Quando vou mal numa prova, estudo mais para a próxima.			
5	Quando sei que não vou me sair bem em um trabalho, não me esforço em fazê-lo.			
6	Eu não desisto facilmente diante de uma tarefa difícil.			
7	Para mim, é importante fazer as coisas melhores que os demais.			
8	Sinto-me bem-sucedido quando entendo uma matéria realmente complicada.			
9	Eu prefiro tarefas desafiadoras, mesmo que eu não as faça bem. 10 É importante, para mim, fazer as tarefas melhores que os meus colegas.			
10	Evito qualquer situação que me faça sentir incompetente.			
11	Sinto-me bem quando sou o primeiro a responder corretamente às perguntas do professor em classe.			
12	Faço minhas tarefas escolares porque estou interessado nelas.			
13	Não respondo aos questionamentos feitos pelo professor, por medo de falar alguma "besteira".			
14	Gosto das matérias que despertam minha curiosidade, mesmo que sejam mais difíceis.			
15	Não participo dos debates em sala de aula, porque não quero que os colegas riam de mim.			
16	Sinto-me bem-sucedido na aula quando sei que o meu trabalho foi melhor que dos meus colegas.			
17	Uma razão importante pela qual faço as tarefas escolares é porque eu gosto de aprender coisas novas.			
18	Muitas vezes percebo que algumas matérias podem ser interessantes quando me aprofundo nelas.			
19	Quero que outras pessoas descubram o quanto realmente eu posso ser bom nas minhas atividades escolares.			
20	Não participo das aulas para evitar que meus colegas e professores me achem pouco inteligente.			

APÊNDICE 2 - PRÉ-TESTE 1

1- Que tipo de corrente elétrica é produzida em pilhas/baterias ou geradores?

- a) Alternada
- b) Eletrônica
- c) Contínua
- d) Elétrica

2- Qual é o processo de eletrização que ocorre entre a régua/colher e papel?

- a) Atrito
- b) Indução
- c) Condução
- d) Contato

3- Qual a função dos resistores no circuito apresentado?

- a) Facilitar a passagem de energia
- b) Dissipar calor
- c) Fechar o circuito
- d) Limitar a passagem de corrente elétrica

4- Para que servem os transistores no circuito?

- a) Controlar a entrada de corrente
- b) Interruptor
- c) Transmissão de sinal
- d) Gerador

5- Pilhas e baterias são classificadas como:

- a) Resistores
- b) Transistores
- c) receptores
- d) Geradores

GABARITO

QUESTÃO	1	2	3	4	5
GABARITO	c	a	d	b	d

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

APÊNDICE 3 - PRÉ-TESTE 2

1) Leia as afirmativas abaixo e julgue-as quanto a (C) certas ou (E) erradas e, em seguida, marque a alternativa correta.

I – O campo elétrico gerado numa região do espaço depende exclusivamente da carga fonte e do meio.

II – Em torno de uma carga elétrica sempre haverá um campo elétrico.

III – Se o campo elétrico de uma região não variar com o decorrer do tempo, ele será chamado de campo eletrostático.

IV– O campo elétrico gerado numa região do espaço depende exclusivamente do meio que o envolve.

- a) CECC
- b) CCEC
- c) EECE
- d) EEEE
- e) CCCE

2) (Mackenzie-SP) A intensidade do campo elétrico, num ponto situado a 3,0 mm de uma carga elétrica puntiforme $Q = 2,7 \mu\text{C}$ no vácuo ($K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$) é:

- a) $2,7 \cdot 10^3 \text{N/C}$
- b) $8,1 \cdot 10^3 \text{N/C}$
- c) $2,7 \cdot 10^6 \text{N/C}$
- d) $8,1 \cdot 10^6 \text{N/C}$
- e) $2,7 \cdot 10^9 \text{N/C}$

3) UFRGS – 2018 Uma carga negativa Q é aproximada de uma esfera condutora isolada, eletricamente neutra. A esfera é, então, aterrada com um fio condutor. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. Se a carga Q for afastada para bem longe enquanto a esfera está aterrada, e, a seguir, for desfeito o aterramento, a esfera ficará _____. Por outro lado, se primeiramente o aterramento for desfeito e, depois, a carga Q for afastada, a esfera ficará _____.

- a) Eletricamente neutra – positivamente carregada

- b) Eletricamente neutra – negativamente carregada
- c) Positivamente carregada – eletricamente neutra
- d) Positivamente carregada – negativamente carregada
- e) Negativamente carregada – positivamente carregada

4) (UECE-CE) A matéria, em seu estado normal, não manifesta propriedades elétricas. No atual estágio de conhecimentos da estrutura atômica, isso nos permite concluir que a matéria:

- a) É constituída somente de nêutrons.
- b) Possui maior número de nêutrons que de prótons.
- c) Possui quantidades iguais de prótons e elétrons.
- d) É constituída somente de prótons.

Obs.: “em seu estado normal, não manifesta” quando o autor cita essa frase ele se refere a um corpo em equilíbrio eletrostático.

5) (PUC-SP) Não é possível eletrizar uma barra metálica segurando-a com a mão, porque:

- a) A barra metálica é isolante e o corpo humano é bom condutor.
- b) A barra metálica é condutora e o corpo humano é isolante.
- c) Tanto a barra metálica como o corpo humano são bons condutores.
- d) A barra metálica é condutora e o corpo humano é semicondutor.
- e) Tanto a barra metálica como o corpo humano são isolantes.

Gabarito referente ao pré-teste 2.

QUESTÃO	1	2	3	4	5
GABARITO	E	E	A	C	C

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

APÊNDICE 4 - PÓS-TESTE

Pós-teste

1) Que tipo de corrente elétrica é produzida em pilhas/baterias ou geradores?

- a) Alternada
- b) Eletrônica
- c) Continua
- d) Elétrica

2) Qual é o processo de eletrização que ocorre entre a régua/colher e papel?

- a) Atrito
- b) Indução
- c) Condução
- d) Contato

3) Qual a função dos resistores no circuito apresentado?

- a) Facilitar a passagem de energia
- b) Dissipar calor
- c) Fechar o circuito
- d) Limitar a passagem de corrente elétrica

4-Para que servem os transistores no circuito?

- a) Controlar a entrada de corrente
- b) Interruptor
- c) Transmissão de sinal
- d) Gerador

5) Pilhas e baterias são classificadas como:

- a) Resistores
- b) Transistores
- c) Receptores
- d) Geradores

6) Leia as afirmativas abaixo e julgue-as quanto a (C) certas ou (E) erradas e, em seguida, marque a alternativa correta.

I – O campo elétrico gerado numa região do espaço depende exclusivamente da carga fonte e do meio.

II – Em torno de uma carga elétrica sempre haverá um campo elétrico.

III – Se o campo elétrico de uma região não variar com o decorrer do tempo, ele será chamado de campo eletrostático.

IV– O campo elétrico gerado numa região do espaço depende exclusivamente do meio que o envolve.

- a) CECC
- b) CCEC
- c) EECE
- d) EEEE
- e) CCCE

7) (Mackenzie-SP) A intensidade do campo elétrico, num ponto situado a 3,0 mm de uma carga elétrica puntiforme $Q = 2,7 \mu\text{C}$ no vácuo ($K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$) é:

- a) $2,7 \cdot 10^3 \text{N/C}$
- b) $8,1 \cdot 10^3 \text{N/C}$
- c) $2,7 \cdot 10^6 \text{N/C}$
- d) $8,1 \cdot 10^6 \text{N/C}$
- e) $2,7 \cdot 10^9 \text{N/C}$

8) UFRGS – 2018 Uma carga negativa Q é aproximada de uma esfera condutora isolada, eletricamente neutra. A esfera é, então, aterrada com um fio condutor. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. Se a carga Q for afastada para bem longe enquanto a esfera está aterrada, e, a seguir, for desfeito o aterramento, a esfera ficará _____ Por outro lado, se primeiramente o aterramento for desfeito e, depois, a carga Q for afastada, a esfera ficará _____.

- a) Eletricamente neutra – positivamente carregada
- b) Eletricamente neutra – negativamente carregada
- c) Positivamente carregada – eletricamente neutra
- d) Positivamente carregada – negativamente carregada

e) Negativamente carregada – positivamente carregada

9) (UECE-CE) A matéria, em seu estado normal, não manifesta propriedades elétricas. No atual estágio de conhecimentos da estrutura atômica, isso nos permite concluir que a matéria:

- a) É constituída somente de nêutrons.
- b) Possui maior número de nêutrons que de prótons.
- c) Possui quantidades iguais de prótons e elétrons.
- d) É constituída somente de prótons.

Obs.: “Em seu estado normal, não manifesta” quando o autor cita essa frase ele se refere a um corpo em equilíbrio eletrostático.

10) (PUC-SP) Não é possível eletrizar uma barra metálica segurando-a com a mão, porque:

- a) A barra metálica é isolante e o corpo humano é bom condutor.
- b) A barra metálica é condutora e o corpo humano é isolante.
- c) Tanto a barra metálica como o corpo humano são bons condutores.
- d) A barra metálica é condutora e o corpo humano é semicondutor.
- e) Tanto a barra metálica como o corpo humano são isolantes.

Gabarito resposta ao pós-teste.

QUESTÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GABARITO	C	A	D	B	D	E	E	A	C	C

Fonte: Elaborado e organizado pelo autor.

APÊNDICE 5 - SIMULADOR CAMPO ELETROMAGNÉTICO

Aluno(a) _____ Data _____ Turma _____

PhET: campos elétricos e magnéticos
Simulador: Encargos e Campos

Encargos e campos



Link para acesso:

https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_en.html

Abra a simulação e pressione a seta para iniciar.

Marque a caixa à direita para “Somente direção”.

Arraste um dos pontos vermelhos +1 nC para o meio da tela. Isso representa uma carga elétrica positiva.



QUESTÕES PROPOSTAS:

1) Para qual direção as setas apontam?

RESPOSTA: Longe do ponto vermelho

Remova o ponto (carga vermelha) da tela.

Arraste um dos pontos azuis -1 nC para o meio da tela. Isso representa uma carga elétrica negativa.



2) Para qual direção as setas apontam?

RESPOSTA: Em direção ao ponto azul.

Arraste um dos pontos vermelhos +1 nC para o meio da tela juntamente com a carga azul (-1nC)

3) Para qual direção as setas apontam agora?

RESPOSTA: Longe do ponto vermelho e em direção ao ponto azul.

OBSERVAÇÃO AO PROFESSOR: Deixe seus alunos interagir com o simulador com cargas de mesmo sinal, de sinais contrários, com duas ou mais cargas e peça que anotem as observações feitas em seu caderno.

ANEXO 1 - SIMULADOR KIT DE CONSTRUÇÃO DE CIRCUITO (AC+DC)



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CEARÁ**

Aluno: _____ **Turma:** _____ **Turno:** _____

Disciplina: Física

Assunto: Circuitos elétricos e primeira lei de Ohm

Professor: _____ **Data:** ___ / ___ / ___

PLANO DE AULA

Objetivos	Conteúdo	Recursos
-Diferenciar condutores e isolantes; -Reconhecer as características de uma corrente elétrica; -Calcular a intensidade de corrente elétrica no condutor; -Relacionar a ddp entre dois pontos a corrente elétrica gerada no condutor; -Calcular a resistência equivalente de uma associação e aplicar a lei de Ohm nas situações problemas.	-Corrente elétrica; -Circuitos simples; -Resistência elétrica; -Primeira lei de Ohm; -Associação de resistores; -Potência elétrica dissipada no resistor; -Instrumentos elétricos de medida.	-Quadro; -Pincel; -Livro didático; -Computador; -AO Phet Kit de Construção de Circuito (AC+DC).

PROCEDIMENTOS

Introdução	Desenvolvimento	Conclusão
O professor fará uma breve explicação dos conceitos físicos que serão estudados, e em seguida relacionar estes conceitos com o cotidiano dos alunos.	Com o auxílio do professor os alunos irão manipular o objeto da aprendizagem Phet kit de construção de circuitos elétricos, identificar os conceitos físicos durante a	Após, a conclusão da atividade, o professor juntamente com os alunos irão debater os conceitos físicos e resultados encontrados durante a



	aula e resolver a atividade solicitada pelo docente.	atividade.
--	--	------------

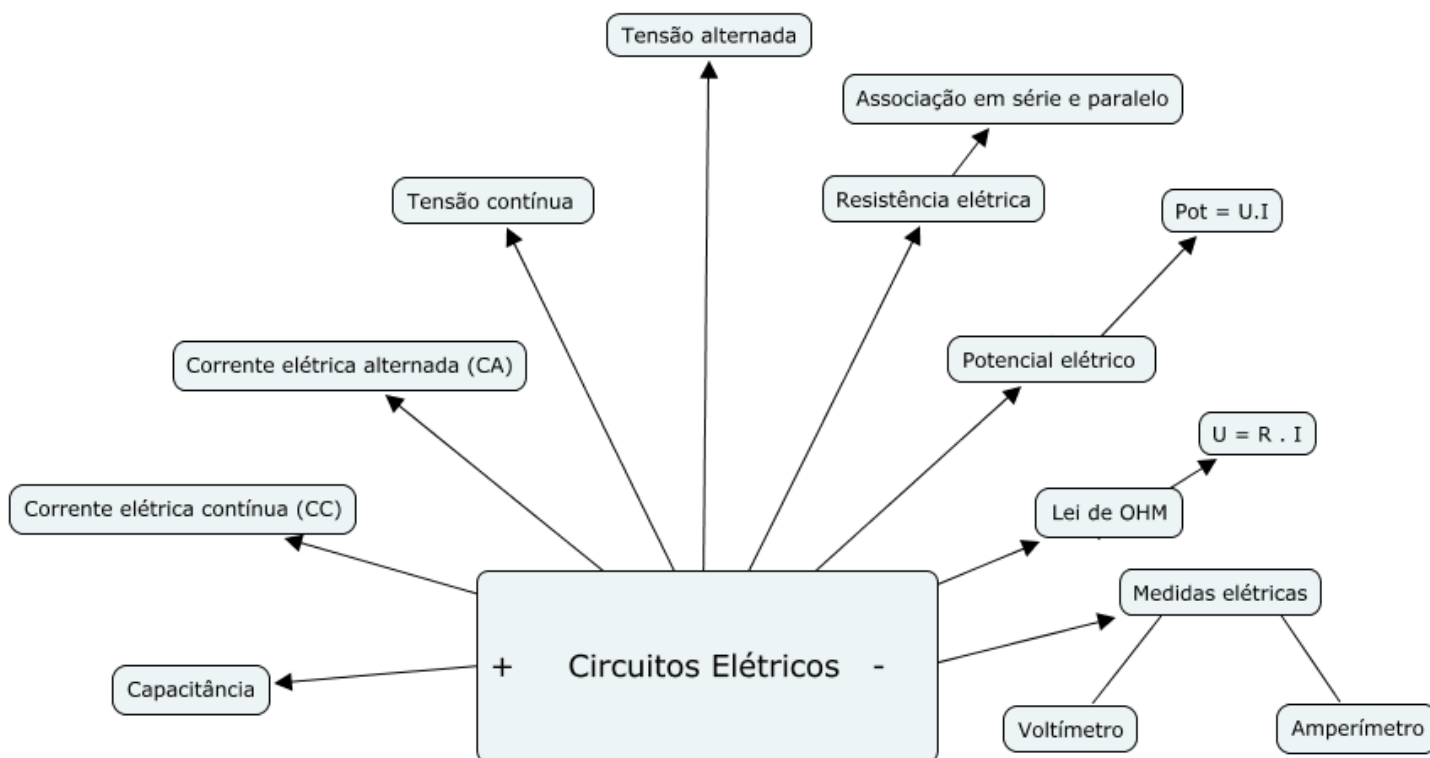
ATIVIDADE:

CONSTRUÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS UTILIZANDO O SIMULADOR PHET KIT DE CONSTRUÇÃO DE CIRCUITO (AC+DC)

O que se pretende:

Discutir as relações básicas da eletricidade de forma com que os alunos possam aprender e ao mesmo tempo, construir com a ajuda do simulador, circuitos elétricos que contribuam para o seu aprendizado em sala de aula.

Conceitos relacionados:





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CEARÁ

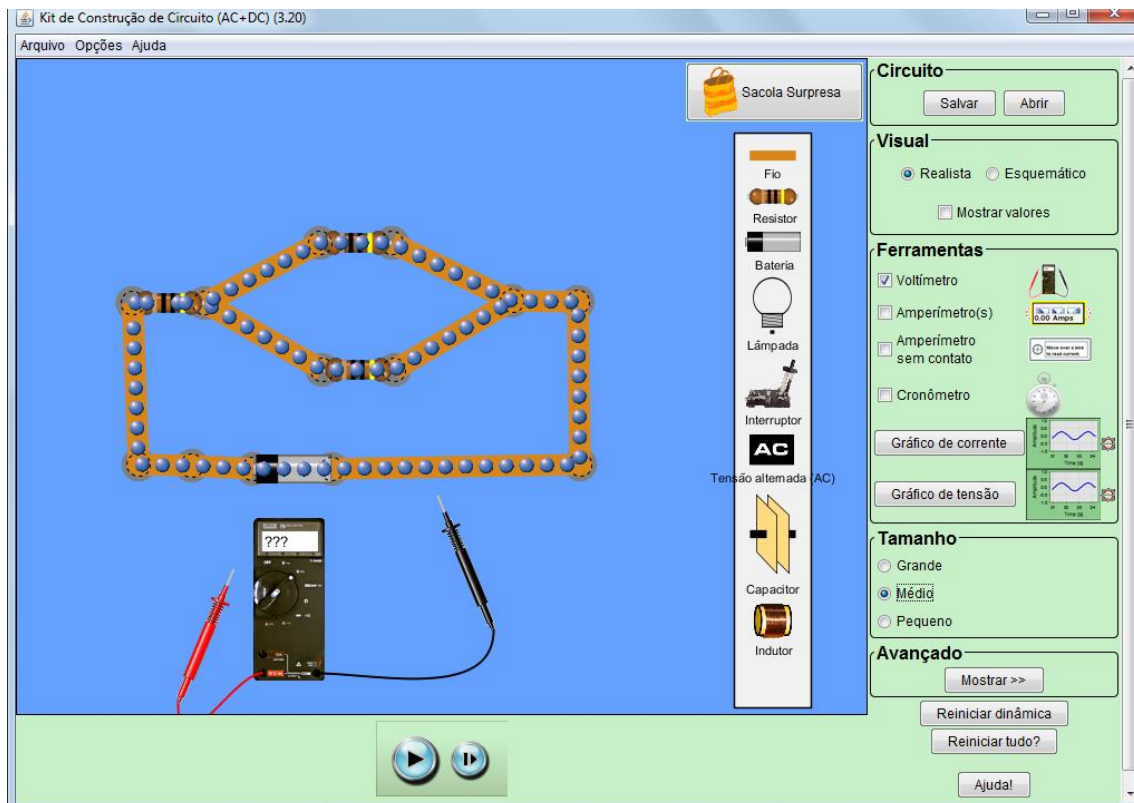
Onde encontrar a simulação:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab

Como utilizar a simulação:

Com o kit de construção de circuitos elétricos, você terá em mãos todos os equipamentos e componentes necessários para criar o seu próprio circuito e saber como o mesmo funciona. A simulação é composta de: resistores, capacitores, lâmpadas, baterias, interruptores, amperímetro, voltímetro, indutores e voltagem de corrente alternada.

1º Passo: Crie um circuito elétrico, com um resistor em série e dois em paralelo, ambos ligados a uma bateria. Os valores dos resistores são de $10\ \Omega$ e a bateria 9 V. Em seguida, utilizando o voltímetro calcule a tensão adquirida em cada resistor.





**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
CEARÁ

2º Passo: Em seguida usando a lei de Ohm ($U = R \cdot I$) calcule a corrente que passa nos três resistores. Confira os resultados usando o amperímetro.

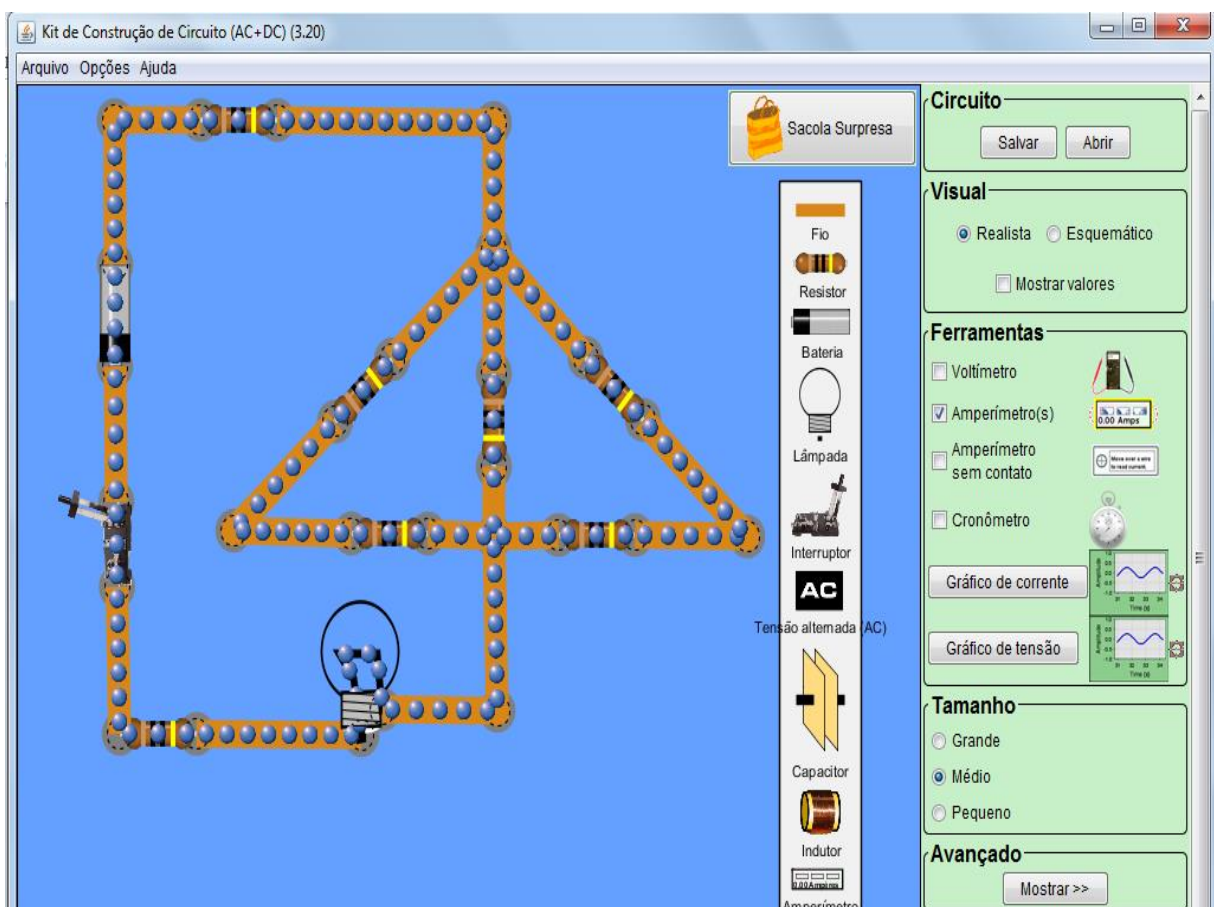


ATIVIDADE PROPOSTA

1 - Agora é a sua vez. Construa o circuito conforme a figura abaixo e calcule a corrente elétrica utilizando a primeira lei de Ohm e a potência dissipada de cada resistor utilizando a equação $P_{ot} = R \cdot I^2$.

Material:

- Um interruptor
- Uma lâmpada
- Sete resistores de 10Ω cada
- Uma bateria de 50 V (para mudar a voltagem da bateria selecione a mesma e com o botão direito escolha a opção mudar tensão).





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CEARÁ



2 – Utilizando a opção (Gráfico de tensão) construa o gráfico do circuito.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Agora chegou à vez de você explorar o simulador de circuitos elétricos fazendo o seu próprio circuito e aprendendo como funciona cada componente e ao mesmo tempo medindo o seu comportamento no mesmo. Mãos a obra e divirta-se!



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CEARÁ

Para saber mais:

http://pt.slideshare.net/douglasrodrigues357284/circuitos-eltricos-corrente-contnua-e-corrente-alternada-marco-markus?qid=fb07a254-168f-413f-a62e-1bf73496305e&v=default&b=&from_search=1

<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/corrente.php>

<http://www.sofisica.com.br/ProvasOnline/prova.php>

<https://www.youtube.com/watch?v=7rISKeg3NeM>

Helou, Gualter e Newton. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. Editora Saraiva.