

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE CAMPUS FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM**

MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO MOREIRA

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM EXPERIMENTAÇÃO
PARA APRENDIZAGEM DE ELETRODINÂMICA: UM ESTUDO DE CASO COM
ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA

2019

MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO MOREIRA

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM EXPERIMENTAÇÃO
PARA APRENDIZAGEM DE ELETRODINÂMICA: UM ESTUDO DE CASO COM
ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu
Coorientador: Prof. Dr. Francisco Regis Vieira Alves

Área de concentração: Ensino de Física

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M835c Moreira, Michele.

Contribuições de uma sequência didática com experimentação para aprendizagem de eletrodinâmica: um estudo de caso com alunos do ensino médio / Michele Moreira. - 2019.
144 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu.

Coorientação: Prof. Dr. Francisco Régis Vieira Alves.

1. Ensino de Física . 2. Eletrodinâmica. 3. Aprendizagem Significativa . 4. Sequência didática . 5. Prática experimental . I. Título.

CDD 510.07

MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO MOREIRA

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM EXPERIMENTAÇÃO
PARA APRENDIZAGEM DE ELETRODINÂMICA: UM ESTUDO DE CASO COM
ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado Acadêmico apresentada
ao Programa de Pós-graduação em Ensino de
Ciências e Matemática do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará –
IFCE – Campos Fortaleza, como exigência
parcial para a obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu
Coorientador: Prof. Dr. Francisco Regis Vieira
Alves

Área de concentração: Ensino de Física

Aprovada em: 13/12/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Prof. Dr. Francisco Regis Vieira Alves (Coorientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Prof^a. Dr^a. Eloisa Maia Vidal
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Bruno Tavares de Oliveira Abagaro
Universidade Estadual do Ceará – UECE

FORTALEZA - CE

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me ajudar a superar todas as dificuldades encontradas na realização deste objetivo.

A todos os professores do mestrado que de alguma forma contribuíram para minha formação e para a concretização deste trabalho.

Ao meu professor e orientador Dr. Mairton Cavalcante Romeu pelo apoio, dedicação, atenção, paciência e ensinamentos na orientação desta pesquisa que tornaram possível a conclusão dessa dissertação.

Agradeço a meu Coorientador Prof. Dr. Francisco Regis Vieira Alves, pelas colaborações e críticas, as quais foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Familiares que sempre apoiaram e acreditaram nos meus objetivos acadêmicos.

Agradeço aos meus companheiros e amigos, mestrandos do curso, pela convivência, apoio, carinho e por contribuírem com suas experiências profissionais e de vida.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo” (Albert Einstein).

RESUMO

No ensino de Física o modelo de educação tradicional é amplamente adotado, resistindo e coexistindo com as propostas emergentes. O predomínio dessa abordagem resulta em graves problemas nos alunos, como: deficiências cognitivas, falta de perspectiva e interesse. Com o intuito de romper com a aprendizagem mecânica, voltada para a memorização, este trabalho desenvolveu-se a partir dos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa (AS) de David Ausubel. Tal teoria ressalta a importância dos conhecimentos prévios, e a utilização de materiais motivadores como elementos fundamentais para a aprendizagem significativa. Dessa forma, esta pesquisa consistiu em investigar as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com experimentação no ensino de Eletrodinâmica, analisando sua potencialidade em promover motivação nos alunos para estudo da Física, e identificando indícios de uma aprendizagem significativa. Ao longo das etapas da UEPS foram usados materiais diversificados, como: vídeos, prática experimental com materiais de baixo custo e robótica, simulações do *PhET* e *quizzes*. Como meios para atingir os objetivos foi realizado um estudo de caso com alunos do 3ª série do ensino médio de uma escola pública, adotando um delineamento quase-experimental, o qual utiliza o grupo controle (GC) e o grupo experimental (GE). O primeiro grupo teve aulas tradicionais e o segundo foi submetido à metodologia UEPS. Para avaliar a potencialidade da UEPS foram aplicados o teste de conhecimento SMA e um questionário de opinião na escala Likert. De acordo com a análise estatística dos resultados do pré-teste, os grupos foram considerados semelhantes em nível de conhecimento ($p\text{-valor} = 0,382$) no início da pesquisa. Depois da intervenção didática foi aplicado o pós-teste, cujos resultados, após serem submetidos a procedimentos estatísticos, indicaram que houve diferença significativa entre os grupos ($p\text{-valor} = 0,011$). Dessa forma, para calcular o ganho de aprendizagem foi utilizado o ganho normalizado de Hake (g). Os resultados indicaram que o GC, o qual utilizou aulas convencionais, não obteve ganho de aprendizagem ($g = -0,087$), enquanto o GE obteve ganho normalizado baixo ($g = 0,21$), segundo classificação apontada por Hake (1998). Entretanto, os resultados mostram que houve um aumento significativo no aproveitamento dos alunos do GE, os quais obtiveram 38,42% de acertos no pré-teste e 51,42% no pós-teste. Além disso,

constatou-se que o ganho de Hake foi melhor para o GE, onde foi aplicada a metodologia UEPS do que para o GC. Os resultados do questionário mostraram que os alunos gostaram de participar de uma equipe para realizar atividades experimentais. Logo, estes resultados permitiram concluir que a estratégia de experimentação em uma sequência didática para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos foi considerada exitosa pelo fato de uma consequente evolução em suas estruturas cognitivas. Com a intervenção espera-se contribuir com mudanças na forma clássica de ensinar e aprender, visando alcançar maior rendimento na aprendizagem dos alunos por meio do uso da UEPS, além de estimular novas pesquisas na área.

Palavras-chave: Ensino de Física; Eletrodinâmica; Aprendizagem significativa; Sequência didática; Prática experimental.

ABSTRACT

In the teaching of Physics, the model of traditional teaching is widely adopted resisting and coexisting with the emerging proposals. The predominance of this approach results in serious problems in the students with: cognitive deficiencies, lack of perspective and interest. With the purpose to break with the mechanical learning, directed to the memorization, this work was done from the theoretical assumptions of significant learning (AS) of David Ausubel. Such theory emphasizes the importance of the previous knowledge and the use of the motivator materials as meaningful elements to the significant learning. This way, this research consisted in investigating the contributions of one Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) with the experimentation in the teaching of Electrodynamics, analyzing its potential in promoting the motivation in the students to the teaching of Physics and identifying the evidences of a significant learning. Throughout the stages of the UEPS, diversified materials were used as videos, experimental practice with low-cost materials and robotics, simulations with PhET and quizzes. As means to achieve the objectives, it was done a study of case with the students from the 3rd grade of the high school in a public school, adopting an almost-experimental design, which uses the control group (CG) and the experimental group (GE). The first group had traditional classes and the second group was submitted to the UEPS methodology. In order to evaluate the potential of the UEPS, it was applied the tests of knowledge SMA and a questionnaire of opinion in the scale of Likert. According to the statistical analysis of the pre-test results, the groups were considered similar in terms of knowledge ($p\text{-value} = 0.382$) in the beginning of the research. After the didactic intervention, it was applied the post-test, whose results, after being submitted to the statistical procedures, indicated that there was a significant difference between the groups ($p\text{-value} = 0.011$). This way, in order to calculate the learning gain, it was used the normalized gain of Hake (g). The results indicated that the CG, which used the conventional classes, did not obtain the gain of learning ($g = -0.087$), while the EG obtained a low normalized gain ($g = 0.21$), according to the classification pointed out by Hake (1998). However, the results showed that there was a significant increase in the performance of the students of the SG, who obtained 38.42% of the correct answers in the pre-test and 51.42% in the post-test. Besides this, it was verified that

the gain of Hake was better for the GE, where the UEPS methodology was applied than for the CG. The results of the questionnaire showed that the students liked to participate in a team to perform the experimental activities. Therefore, these results showed the conclusion that the experimentation strategy in a didactic sequence in order to motivate the students' potentially significant attitude was considered a successful due to the consequent evolution in their cognitive structures. The intervention is expected to contribute to the changes in the classic way of teaching and learning, aiming to achieve a greater performance in the student learning through the use of the UEPS, in addition to stimulate a new research in the area.

Keywords: The teaching of Physics; Electrodynamics; Significant learning; didactic sequence; Experimental practice.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Resultado e metas do IDEB do Ensino Médio a nível nacional.
- Figura 2 - Resultado e metas do IDEB do Ensino Médio no estado do Ceará.
- Figura 3 – Conceitos básicos da teoria da Aprendizagem Significativa.
- Figura 4 - Todas as sessões de pesquisa
- Figura 5 - Seleção dos Artigos
- Figura 6 - Palavras-chave mais frequentes nos estudos
- Figura 7 - Extração dos artigos
- Figura 8 - Quantificação de artigos por ano
- Figura 9 - Quantificação de artigos por periódicos
- Figura 10 - Resultado dos alunos da 3ª série do EM da EEMTI Irapuan Cavalcante Pinheiro no SPAECE - 2017
- Figura 11 - Delineamento Quase-experimental
- Figura 12 – *Quiz Plickers* sobre fundamentos de eletrodinâmica para verificar os conhecimentos prévios dos alunos
- Figura 13 - Simulação *PhET* Circuito bateria-resistor
- Figura 14 - Simulação *PhET* Sinal de Circuito
- Figura 15 - Prática experimental “investigando uma lâmpada com uma pilha”
- Figura 16 - Prática experimental “o fusível”
- Figura 17 - *Software* de apresentação *Prezi*
- Figura 18 - Prática experimental usando limões
- Figura 19 - Prática experimental usando batatas
- Figura 20 - Simulação lei de Ohm
- Figura 21 - Simulação Resistência em um fio
- Figura 22 - Simulação *Kit* de construção de circuito (DC+AC)
- Figura 23 - Simulação Gerador
- Figura 24 - Plataforma robótica - Roboard
- Figura 25 - Prática experimental com robótica
- Figura 26 - Comparativo entre os Ganhos Normalizados (g) do GE e GC
- Figura 27 - Aproveitamento dos grupos experimental e controle nos testes

Figura 28 - Aproveitamento percentual por questão obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste do GC e GE.

Figura 29 - Ganho Normalizado g por questões dos GC e GE

Figura 30 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 1 do questionário prévio e final

Figura 31 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 2 do questionário prévio e final

Figura 32 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 3 do questionário prévio e final

Figura 33 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 4 do questionário prévio e final

Figura 34 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 5 do questionário prévio e final

Figura 35 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 6 do questionário prévio e final

Figura 36 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 7 do questionário prévio e final

Figura 37 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 8 do questionário prévio e final

Figura 38 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 9 do questionário prévio e final

Figura 39 - Respostas dos alunos do GE à questão 11 do questionário final

Figura 40 - Respostas dos alunos do GE à questão 12 do questionário final

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologias/teorias de ensino

Tabela 2 - Conceitos e tópicos mais frequentes

Tabela 3 - Técnicas de coleta e extração de dados

Tabela 4 - Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk do pré-teste

Tabela 5 - Resultados do coeficiente de variação de Pearson (CV) do pré-teste

Tabela 6 - Resultados do teste U de Mann-Whitney para o pré-teste

Tabela 7 - Resultados do teste U de Mann-Whitney para o pós-teste

Tabela 8 - Dados comparativos do ganho de Hake

Tabela 9 - Teste de confiabilidade dos dados

Tabela 10 - Relação das palavras mais recorrentes no GE em resposta a questão 10 do questionário de opinião

Tabela 11 - Relação das palavras mais recorrentes no GC em resposta a questão 10 do questionário de opinião

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Informações da *String* de busca

Quadro 2: Critérios de Seleção dos Estudos

Quadro 3: Artigos selecionados

Quadro 4: Abordagens didáticas no ensino de eletrodinâmica

Quadro 5 - Descrição das etapas da UEPS

Quadro 6 - Questões sugeridas para o diálogo prévio

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS	Aprendizagem Significativa
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BNCCEM	Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio
CF	Constituição Federal
CV	Coeficiente de variação de Pearson
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FNDE	Fundo para o Desenvolvimento da Educação
GC	Grupo controle
GE	Grupo experimental
IBEEC	Instituto Brasileiro de Educação, Cultura e Ciências
IBTF	Instituto Brasileiro de Educação e Tecnologia de Formação a Distância
Ideb	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Protocolo de estudo
PISA	Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes
PNE	Plano Nacional de Educação
RS	Revisão Sistemática da Literatura
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contexto do Ensino Médio	19
1.2	Problema de pesquisa	22
1.3	Objetivos	24
1.4	Sequência do Trabalho	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1	A Teoria da Aprendizagem Significativa na Perspectiva de David Ausubel	26
2.1.1	<i>A Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integradora</i>	30
2.1.2	<i>Aprendizagem Significativa Subordinada e Superordenada</i>	31
2.1.3	<i>Os Tipos de Aprendizagem por recepção Significativa</i>	32
2.2	Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como Estratégia Didática para Favorecer a Aprendizagem Significativa	33
3	REVISÃO DA LITERATURA: ENSINO DE ELETRODINÂMICA	38
3.1	Método	38
3.2	Protocolo	39
3.3	Execução	41
3.4	Resultados	44
3.4.1	<i>Abordagens Implementadas em sala de aula</i>	47
3.4.2	<i>Proposta de atividade</i>	47
3.4.3	<i>Abordagem teórico-conceitual</i>	48
3.5	Análise das publicações	50
4	METODOLOGIA	52
4.1	Metodologia da Pesquisa	52
4.1.1	<i>Contexto de estudo</i>	52
4.1.2	<i>Abordagem Quantitativa</i>	54
4.1.3	<i>Instrumentos de coleta e análise de dados</i>	56
4.2	Metodologia de Ensino	57
4.2.1	<i>A proposta geral da UEPS</i>	58
4.2.2	<i>Unidade de ensino sobre Eletrodinâmica</i>	58
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	78

5.1	Resultados e discussão dos testes	78
5.1.1	<i>Resultados por questão entre os dois grupos</i>	84
5.2	Resultados e discussão dos questionários	89
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
	REFERÊNCIAS	109
	APÊNDICE A _ QUESTIONÁRIO PRÉVIO DE OPINIÃO/QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (GC).....	112
	APÊNDICE B _ QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (GE)	114
	APÊNDICE C _ TESTE DE CONHECIMENTO INICIAL E FINAL	116
	APÊNDICE D _ QUIZ PLICKERS PARA OBTENÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS	118
	APÊNDICE E _ RELATÓRIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL I.....	120
	APÊNDICE F _ QUIZ PLICKERS TÓPICO 1 - COMO AVALIAÇÃO FORMATIVA	123
	APÊNDICE G _ RELATÓRIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL II.....	125
	APÊNDICE H _ QUIZ PLICKERS TÓPICO 2 - COMO AVALIAÇÃO FORMATIVA.....	127
	APÊNDICE I _ QUIZ PLICKERS TÓPICO 3 - COMO AVALIAÇÃO FORMATIVA	129
	APÊNDICE J _ RELATÓRIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL III	131
	APÊNDICE K _ AVALIAÇÃO SOMATIVA	135
	APÊNDICE L _ RESULTADOS DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE.....	139
	APÊNDICE M _ PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP	142

1 INTRODUÇÃO

Na maioria das escolas, o ensino tradicional ainda é a principal forma de ensino, entretanto, esta metodologia está cada vez menos capaz de atender às expectativas dos alunos. Em geral, o ensino de Física é caracterizado por aulas expositivas e resolução de exercícios, quase sempre matemáticos, sem a realização de práticas em laboratório ou o uso de tecnologias, contribuindo para uma aprendizagem mecânica, longe da realidade dos estudantes (SANTOS; DICKMAN, 2019; RICARDO; FREIRE, 2007; PIETROCOLA, 2005).

Tal modelo colabora para deixar a Física desestimulante e de difícil compreensão, amargando altos índices de reprovação. Dentre os principais problemas no trabalho docente, Rezende, Lopes e Egg (2004) destacam aqueles relacionados ao currículo, ensino e aprendizagem, ou seja, deficiências cognitivas, falta de perspectiva e interesse por parte dos estudantes. Além disso, também retrataram as dificuldades dos professores na utilização de práticas didáticas diferente do livro-texto.

Nesse sentido, Moran (2004) e Heineck (1999) ressaltam a importância da integração entre teoria e prática, e do compreender com o vivenciar, na busca de uma aprendizagem significativa (AS), contextualizando o que se aprende intelectualmente e as situações reais, experimentais e profissionais. À vista disso, o profissional de ensino deve estar alerta contra as estratégias que excluem as ideias prévias dos estudantes como bases marginais do processo de ensino.

Também, sabe-se que a Física está amplamente relacionada aos avanços tecnológicos. Esta conexão possibilita a inserção de tais elementos da modernidade na sala de aula, contribuindo para uma prática mais participativa e atrativa, que permita maior interação dos estudantes. É importante que as decisões tomadas pelo professor e pela escola levem em conta a etapa posterior à vida escolar. Para isso, devem-se estabelecer inicialmente as competências a serem construídas, e depois escolher os conteúdos e metodologias que podem contribuir nessa direção (RICARDO; CUSTÓDIO; JUNIOR, 2008).

A implementação destas mudanças está prevista pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, a qual considera o Ensino Médio (EM) como etapa final da educação básica. Tal documento destaca a importância da interdisciplinaridade e da contextualização no ensino, o qual deve ser voltado para a realidade do aluno, priorizando conteúdos que ajudem a desenvolver a autonomia intelectual e o pensamento crítico e utilizando a tecnologia como objeto de estudo (RICARDO; FREIRE, 2007; MENEZES, 2000).

1.1 Contexto do Ensino Médio

No ensino médio (EM), os índices de aprendizagem, repetência e abandono são preocupantes. Uma das maneiras de confirmar estes resultados é por meio do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que foi desenvolvido com o intuito de verificar o desempenho do sistema educacional brasileiro a partir da combinação entre duas medidas: a proficiência dos estudantes em língua portuguesa e matemática e a taxa de aprovação (BRASIL, 2017).

Analizando os resultados do Ideb nas últimas edições (FIGURA 1), observa-se que o EM encontra-se no estado de estagnação. Após três edições sucessivas sem variar, o Ideb a nível nacional avançou 0,1 ponto em 2017, ficando distante da meta projetada. Vale destacar que a rede pública apresenta os piores resultados, e que as matrículas da rede estadual correspondem a mais de 97% do total das vagas deste setor (BRASIL, 2017).

Figura 1 - Resultado e metas do IDEB do Ensino Médio a nível nacional.

	IDEB Observado							Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Total	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.4	3.5	3.7	3.9	4.3	4.7	5.0	5.2
Dependência Administrativa															
Estadual	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.1	3.2	3.3	3.6	3.9	4.4	4.6	4.9
Privada	5.6	5.6	5.6	5.7	5.4	5.3	5.8	5.6	5.7	5.8	6.0	6.3	6.7	6.8	7.0
Pública	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.1	3.2	3.4	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9

Fonte: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultadoBrasil.seam?cid=1095701>

O estado do Ceará também apresenta um cenário preocupante. Apesar de superar as metas nas edições de 2009 e 2011 (FIGURA 2), nos anos seguintes se manteve abaixo dos objetivos esperados. Estas informações apontam para o complexo e grande desafio de promover uma educação básica de qualidade para todos. A formação escolar oferecida não tem atendido aos interesses dos estudantes e às exigências do mundo contemporâneo.

Isso resulta na necessidade de mudanças na estrutura e organização do EM, numa melhor definição e articulação entre os sistemas de ensino e unidades escolares, e na melhoria das condições de trabalho, valorização, formação e desenvolvimento profissional (BRASIL, 2018a; 2018b; 2014).

Figura 2 - Resultado e metas do Ideb do Ensino Médio no estado do Ceará.

Ensino Médio - Estado do Ceará															
Total	Ideb observado								Metas projetadas						
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
	3,3	3,4	3,6	3,7	3,6	3,7	4,1	3,3	3,4	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,1
Dependência Administrativa															
Estadual	3,0	3,1	3,4	3,4	3,3	3,4	3,8	3,0	3,1	3,2	3,5	3,9	4,3	4,5	4,8
Privada	5,5	5,2	5,5	5,9	5,3	5,5	5,7	5,6	5,6	5,8	6,0	6,3	6,6	6,8	7,0

Fonte: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/home.seam?cid=1119030>

Com a finalidade de melhorar a qualidade da educação no país, o governo tem adotado algumas medidas nos últimos anos, como o Plano Nacional de Educação¹ (PNE), sancionado em 2014, o qual visa direcionar esforços e investimentos para a educação, estabelecendo 20 metas a serem atingidas nos próximos 10 anos. Dentre as medidas para o EM, o PNE prevê a universalização progressiva do atendimento escolar, abordagens interdisciplinares e currículos flexíveis. Prevê, além disso, a ampliação da oferta da educação de tempo integral e ainda visa atingir a média nacional 5,2 para o Ideb (BRASIL, 2014).

O novo ensino médio está previsto no PNE de 2014 e surgiu a partir de mudanças recentes na LDB, nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e da elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em suma, o novo EM considera três pontos principais: o desenvolvimento do protagonismo dos estudantes e de seu projeto de vida, por meio da escolha do que querem estudar; a valorização da aprendizagem, com ampliação da carga horária de estudos; e a garantia de direitos de aprendizagem comum a todos os jovens, a partir da BNCC (BRASIL, 2018b).

A BNCC é um documento normativo previsto pela CF/88, LDB/96, DCN/2012 e PNE/2014 que visa nortear os currículos escolares de todo o país, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas. Tal documento estabelece conhecimentos, competências e habilidades essenciais garantidas a todos os estudantes, a serem desenvolvidas ao longo da escolaridade básica, preparando-os para o mundo do trabalho e para a sociedade do século XXI (BRASIL, 2018a).

A BNCC está organizada por áreas de conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), conforme estabelecido pela LDB. O documento explica que essa

¹O PNE foi elaborado com estes compromissos: enfrentar as barreiras para o acesso e a permanência; as desigualdades educacionais em cada território; a formação para o trabalho, identificando as potencialidades das dinâmicas locais; e o exercício da cidadania; incorporando os princípios do respeito aos direitos humanos, à sustentabilidade socioambiental, à valorização da diversidade e da inclusão, e à valorização dos profissionais que atuam na educação de milhares de pessoas todos os dias.

organização não significa a exclusão das disciplinas específicas, mas sim um novo tratamento destas. Nesse sentido, estimula que as redes organizem seus currículos de forma que os componentes de uma mesma área sejam trabalhados de forma integrada (BRASIL, 2018a; 2018b).

Apesar da BNCC não se constituir no currículo em si, permitindo aos sistemas de ensino e às escolas a elaboração de seus currículos e propostas pedagógicas de forma flexível, o documento traz como disciplinas obrigatórias para o EM apenas Matemática e Linguagens. Além disso, outra mudança se refere à parte do currículo que será escolhida pelo próprio aluno, denominada de itinerários formativos. Essa parte da carga horária consistirá de um conjunto de unidades curriculares que supõe um aprofundamento em uma ou mais áreas e também a formação técnica profissional do estudante (BRASIL, 2018a; 2018b).

Com relação à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, esta deve contribuir com uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos e tomar iniciativas diante dos desafios atuais. Além disso, propõe-se a utilização de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), sempre refletindo a respeito destas ferramentas, tanto em relação aos seus meios de produção e papel na sociedade como em relação às perspectivas futuras de desenvolvimento tecnológico (BRASIL, 2018a; 2017).

Apesar da importância da BNCC na reformulação do EM, o documento tem sido criticado em alguns aspectos. Quanto às disciplinas, a base só define o que será ensinado em língua portuguesa e matemática, únicas disciplinas obrigatórias nos três anos do ensino médio, não especificando os conteúdos das demais áreas. Ou seja, a base não define um mínimo de carga horária a ser cumprida para as demais ciências, as quais devem ser abordadas de forma interdisciplinar naquilo que é denominado formação geral básica e, além disso, organizadas por competências e habilidades.

Essa ênfase em Português e Matemática pode estar relacionada à busca de melhorar os resultados do Brasil no Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA)². No entanto, essa estratégia não favorece uma melhoria efetiva da qualidade da aprendizagem dos nossos jovens, pois a proposta exige pouco como o mínimo. Logo, essa valorização extrema da Linguagem e da Matemática pode significar um enfraquecimento das demais áreas.

² O Pisa é aplicado de forma amostral a estudantes matriculados a partir do 7º ano do ensino fundamental na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. O objetivo do Pisa é produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico (portal.inep.gov.br/pisa acesso em 20/07/2019).

De acordo com a proposta, os conteúdos e competências que compõem a formação geral básica correspondem a até 1800h da carga horária total prevista. Isto corresponde a 60% das atuais 2400h. As instituições de ensino têm, então, o desafio de implementar e construir os currículos com esta redução do período destinado aos conteúdos mínimos e às aprendizagens essenciais. Porém, haverá ainda 1200h reservadas para os itinerários formativos, em que o aluno escolhe a área que quer estudar. Com isto, a carga horária nos três anos será ampliada de 2400h para 3000h.

Essa “flexibilidade” proposta às redes na elaboração do currículo pode culminar na relevância de algumas disciplinas em detrimento de outras, hierarquizando ainda mais as áreas, pois a BNCC não estabelece critérios claros quanto aos conteúdos que devem ser ensinados nas disciplinas não obrigatórias. Teme-se então pela falta de ênfase a ser dada a cada corpo de conhecimento, cientificamente construído e consolidado ao longo de muitos anos e que são importantes na formação dos estudantes.

A BNCC, com uma formulação muito ampla, esconde de que forma serão abordadas essas competências. O foco em competências tira a ênfase nos conteúdos das disciplinas, apostando na aplicação e não na constituição do próprio conhecimento e nas formas de sua aquisição. Apesar da relevância dada ao papel da interdisciplinaridade, a base não sugere como inseri-la na prática. Além disso, diferentemente do texto da BNCC, algumas perspectivas de interdisciplinaridade preservam os objetos de estudo e ao mesmo tempo os integram e produzem novos objetos (MOZENA; OSTERMANN, 2014).

Além do mais, desconsiderar as disciplinas influi em vários aspectos, como no contrato de professores, limitações na formação dos atuais docentes, mudanças nos cursos de licenciaturas, além de alterações na estrutura do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e vestibulares. Portanto, é fundamental que mais ações e programas na área da educação façam mais pela BNCC, buscando maneiras de implementar as propostas, além de investimentos na formação dos docentes, avaliações e recursos didáticos.

1.2 Problema de pesquisa

A motivação desta pesquisa está no fato de que o professor não deve ser um simples transmissor de conhecimentos. Tem-se ensinado uma Física altamente abstrata, onde as aplicações não são percebidas pelos alunos. A regra geral entre professores é enfatizar a memorização de fatos e fórmulas e aplicá-los na resolução de exercício, deixando de lado o desenvolvimento do pensar científico (BORGES, 2006; PIETROCOLA, 2005). Vive-se a

implantação de uma era da facilidade que retira do pensamento científico o sentido de problema, logo, a mola do progresso (BACHELARD, 1996).

É importante que os alunos tomem consciência da construção dinâmica do conhecimento, das limitações, da constante luta em busca, não de certezas, mas de um melhor entendimento. Dessa forma, é necessário o exercício da imaginação e intuição intelectual, que deve estar presente na tentativa de resolução de problema e em todo o trabalho de produção científica. Diante de um mundo repleto de estímulos e desafios, os conhecimentos tornam-se obsoletos rapidamente (PIETROCOLA, 2005; PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002a).

Segundo Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), as concepções de ciência que os professores possuem interferem no modo como a ensinam e, assim, torna-se necessário criar espaços e momentos em que o professor possa conhecer as principais concepções em ciência, refletir sobre elas, discuti-las, confrontá-las, aprofundando as suas próprias concepções, e ajudando na escolha de estratégias, métodos e procedimentos a adotar no seu trabalho docente.

Dentre as dificuldades apontadas por professores no trabalho docente, estão: pouco tempo para planejar e preparar experimentos, número excessivo de alunos por sala, carência de recursos tecnológicos ou despreparo na utilização (REZENDE; LOPES; EGG, 2004). Nesse sentido, Gomes e Berllini (2009) defendem práticas docentes de Física onde o professor investiga o que o aluno já sabe, estimula a participação ativa dos alunos, realiza atividades experimentais desafiadoras e utiliza diversos tipos de metodologias, considerando que os alunos não aprendem todos da mesma maneira.

Acredita-se que trabalhos experimentais ligados a aplicações tecnológicas, podem contribuir para explorar conceitos físicos, e possibilitar uma formação mais ampla, com vistas a um maior domínio da linguagem científica. Além disso, com estas mudanças as aulas de Física tendem a se tornar mais atraentes e motivadoras. No entanto, Nardi e Castiblanco (2014) propõem a utilização de atividades experimentais que vão além do uso para motivar os alunos ou descontrair as aulas. Para os autores, esse momento deve permitir a construção de explicações pelos alunos, comparando argumentos e dialogando com a literatura científica.

Nesse contexto, Nardi e Castiblanco (2014) propõem que o professor não seja um mero utilizador das tecnologias disponíveis, pois o simples uso de recursos tecnológicos não garante vantagens no aprendizado. Portanto, é necessário que o professor trabalhe esses recursos a partir de novas perspectivas de seu uso, de forma complementar com outros recursos, como o livro didático, resultados de pesquisa e laboratórios.

Segundo Bachelard (1996), é imprescindível que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto. O autor relata que a experiência colocada antes e acima da crítica é um tipo de obstáculo epistemológico, denominado experiência primeira, visto que a crítica é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico.

Por meio deste panorama apresentado, é possível resumir a problemática da pesquisa como sendo a carência de estratégia didática de fácil implementação que facilite a compreensão de conceitos de Física de forma significativa, não mecânica. Portanto, a pergunta de pesquisa principal a ser analisada nesta dissertação pode ser formulada da seguinte maneira: Que estratégias e recursos didáticos podem contribuir em motivar os alunos a aprenderem conceitos de Física de forma significativa em escolas com poucos recursos disponíveis?

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral investigar as contribuições de uma sequência didática com experimentação em motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de Eletrodinâmica. Para atingir o objetivo geral proposto, os seguintes objetivos específicos foram elencados:

- a) elaborar uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) que envolva experimentação sobre o tema Eletrodinâmica e suas aplicações;
- b) analisar a potencialidade da UEPS em promover o engajamento dos alunos para aprendizagem;
- c) identificar indícios de uma aprendizagem significativa no âmbito do ensino de Eletrodinâmica a partir da utilização da UEPS;

O tópico central da UEPS é a Eletricidade, em que se discute desde os conhecimentos prévios do aluno até uma abordagem mais ampla. Os conteúdos de Eletrodinâmica que serão trabalhados na sequência didática serão:

- a) circuitos elétricos e corrente elétrica;
- b) transformação de Energia nos aparelhos elétricos/Caracterização dos aparelhos elétricos e suas fontes;
- c) resistência elétrica e efeito joule;
- d) associação de resistores, curto-circuito, fontes, geradores e receptores;

No tópico a seguir, será apresentada a sequência do trabalho.

1.4 Sequência do Trabalho

A dissertação foi escrita e estruturada em seis sessões. Na seção 1, encontra-se a uma abordagem sobre o contexto do estudo, alguns aspectos da problemática retratada e os objetivos gerais e específicos.

Na seção 2 é apresentado o referencial teórico da investigação, fundamentado na teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel. Ainda nesta unidade é apresentada, de maneira conceitual, a sequência didática proposta por Moreira (2011a).

A revisão da literatura, no que se refere ao ensino de Eletrodinâmica, é feita na seção 3, incluindo trabalhos relativos aos dez últimos anos, publicados nos principais periódicos de ensino de Física nacionais.

A seção 4 tem por finalidade descrever os métodos e as técnicas utilizados na pesquisa. Será apresentada ainda a UEPS aplicada, detalhando cada etapa de aplicação.

Na seção 5 serão apresentados os resultados obtidos na investigação e feita a análise e interpretação dos dados, por meio de verificação comparativa sobre os diversos dados obtidos antes e após a aplicação da UEPS.

Na seção 6, serão apresentadas as considerações finais do trabalho, e verificação se os objetivos propostos inicialmente foram alcançados. Por fim, são apresentadas as referências consultadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo traz a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento da proposta deste trabalho. Ou seja, as bases para a elaboração e implementação de uma Unidade de Ensino sobre Eletrodinâmica.

2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa na Perspectiva de David Ausubel

David Ausubel é o autor principal da Teoria da Assimilação, também conhecida como Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a qual faz parte da psicologia cognitiva e evidencia uma aprendizagem com significado. Este processo se evidencia quando novos conhecimentos passam a significar algo para o aprendiz, tornando-o capaz de explicar com suas palavras e aplicar os conhecimentos a novos problemas (AUSUBEL, 2000).

Ausubel defende que a aprendizagem significativa ocorre principalmente por meio da recepção, não pela descoberta. E que a aprendizagem significativa por recepção não é um processo passivo (AUSUBEL, 2000). Ao contrário, é um processo ativo, que envolve pelo menos três fatores:

- (1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo;
- (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados; e
- (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular (AUSUBEL, 2000, p.6).

Em termos gerais, essa teoria é descrita pela interação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios, já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Com isso, o conhecimento prévio sofre uma transformação, sendo ratificado ou alterado. O autor compreende a estrutura cognitiva como o conjunto total de ideias de um indivíduo, em que a organização e a integração acontecem. Esta interação é fundamental no processo de aprender com significado, e deve ocorrer de forma não-arbitrária e não-literal (MOREIRA, 2003).

De modo diferente, na aprendizagem mecânica, o aluno internaliza as novas informações de forma arbitrária, ou seja, com pouca ou nenhuma relação a conceitos

relevantes existentes na estrutura cognitiva, dificultando a retenção. A simples memorização de fórmulas matemáticas, leis e conceitos podem ser tomados como exemplo deste método (GONZALES; ROSA, 2014; MOREIRA, 2003).

No contexto da aprendizagem significativa, o professor tem o papel de mediador, ajudando o aluno a aprender a aprender. Para isso, é necessário identificar os conhecimentos prévios relevantes que o aluno possui e ensinar a partir deles. Além disso, cabe ao professor utilizar materiais potencialmente significativos que possam contribuir para uma atitude positiva por parte do estudante. Isto é possível por meio de estratégias e ferramentas didáticas motivadoras (MOREIRA, 2003).

Sobre a escolha e utilização de um material potencialmente significativo, Ausubel (2000) destaca a importância de que o material de aprendizagem se relacione aos conhecimentos prévios do estudante, citando dois pontos indispensáveis:

- (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e
 - (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material.
- (AUSUBEL, 2000, p.1)

Além disso, a valorização da problematização é uma das principais fontes de motivação inerente ao ser humano e pode contribuir no processo de aprendizagem significativa. Esta abordagem deve ser estimulada no sentido de se criar um ambiente de aprendizagem de desafio intelectual para os alunos, encorajando-os na busca do conhecimento. Os estudantes sentem-se mais motivados quando as atividades que realizam fazem sentido, e conseqüentemente, tendem a envolver-se mais (MOREIRA, 2003; PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002).

Manifestar o interesse em aprender é, portanto, uma condição importante para a aprendizagem significativa. Moreira (2003; p.1) entende a predisposição para aprender como “[...] um esforço deliberado, cognitivo e afetivo, para relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal os novos conhecimentos na estrutura cognitiva”. O ensino abrange responsabilidades mútuas, porém aprender de maneira significativa é uma atribuição do aluno que não pode ser compartilhada pelo professor (MOREIRA, 2003; AUSUBEL, 2000).

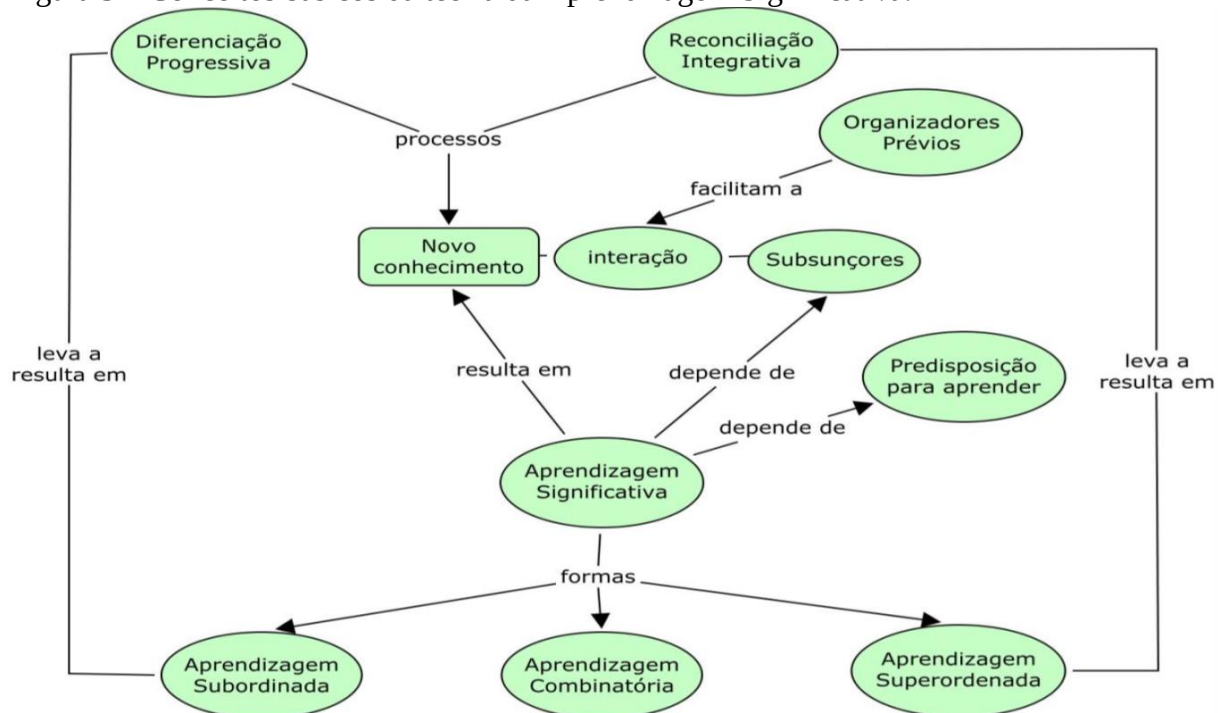
Nesta perspectiva, o termo não-literal indica que o novo conhecimento não deve ser apreendido ao pé da letra. Já o termo não-arbitrário aponta para conhecimentos prévios relevantes existente na estrutura cognitiva, que irão interagir com os novos conhecimentos,

atribuindo-lhes significados. Apesar da responsabilidade que o aluno possui neste processo, cabe ao professor verificar se os significados que o aluno adquiriu estão de acordo com aqueles aceitos pela comunidade científica (MOREIRA, 2003).

Entretanto, vale destacar que os elementos que caracterizam a aprendizagem significativa são condições necessárias, mas não suficientes. Isso significa que a aprendizagem não pode ser pensada isoladamente, devem-se considerar outros aspectos do fenômeno educacional, como o currículo, o ensino e o meio social em que se está inserido (MOREIRA, 2003). Além disso, o processo de aprendizagem significativa é altamente complexo, e por isso exige um extenso período de tempo para ser concluído (AUSUBEL, 2000).

Segundo Moreira (2006), é necessário satisfazer pelo menos três condições para aprender significativamente: primeiro, o aluno deve estar disposto a aprender; segundo, deve ser utilizado um material potencialmente significativo; e terceiro, ele deve dispor de conhecimentos prévios que possibilitem ancorar as novas informações. Na Figura 3, abaixo, resume-se os conceitos básicos desta teoria, os quais serão retratados ao longo desta seção.

Figura 3 – Conceitos básicos da teoria da Aprendizagem Significativa.



Fonte: Moreira e Buchweitz (1993)

O conhecimento prévio é designado por David Ausubel (2000) de subsunçor, porém, tais conhecimentos não podem ser qualquer ideia. São subsunçores os conhecimentos

específicos relevantes, que permitem dar significado ao novo conhecimento que lhe é apresentado ou descoberto por meio da interação com este.

Em outras palavras, o termo indica o conjunto organizado de conceitos, proposições ou ideias já existentes na estrutura cognitiva que servem de “âncora” para as novas informações contidas no material instrucional. Como explica Moreira (2012, p. 1, grifo do autor), “[...] conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com a nova informação funcionando como “âncoradouro”, ou seja, assimilando o novo material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem”. Com isto, uma nova ideia adquire significado para o indivíduo.

Em função da ancoragem, o subsunçor sofre alterações, podendo ser ratificado ou ampliado. Essas modificações são denominadas por Ausubel de assimilação. Vale ressaltar que o subsunçor pode estar consolidado cognitivamente em maior ou menor grau, como também estar mais ou menos elaborado em termos de significado. Assim, à medida que o subsunçor vai se relacionando com novos conhecimentos, ele vai evoluindo e ficando mais estável e rico em significados, podendo facilitar cada vez mais novas aprendizagens, além de possibilitar a geração de novos subsunçores (GONZALES; ROSA, 2014; MOREIRA, 2012).

Na visão de Ausubel, o conhecimento prévio é, portanto, o fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. No entanto, esta condição pode também ser um obstáculo à aprendizagem, quando o significado adquirido por meio desta interação resulta em concepções alternativas, ou seja, em conhecimentos aceitos apenas pessoalmente. Isto quer dizer que uma pessoa pode aprender significativamente, mesmo que tal significado não seja aceito no contexto de alguma matéria de ensino ou de um grupo de especialistas no assunto. Portanto, aprendizagem significativa não é sinônima de aprendizagem correta (MOREIRA, 2012).

Outro aspecto a considerar é que a aprendizagem significativa também pode ser esquecida. Mesmo um subsunçor muito rico e elaborado, com muitos significados claros e estáveis, se não for utilizado constantemente, pode sofrer o processo de obliteração ou encolhimento. A assimilação obliteradora é um processo espontâneo que ocorre na aprendizagem significativa e representa a perda de discriminação, de diferenciação de significado, não uma perda de significados em si (MOREIRA, 2012).

A aprendizagem deve sempre ser seguida de uma retenção e/ou esquecimento, que constituem os próprios resultados naturais de tudo o que se apreende. Apesar disso, em um modo normal de funcionamento cognitivo, e se tratando da aprendizagem significativa, a reaprendizagem é possível e relativamente rápida. Quando ocorre o esquecimento total,

provavelmente a aprendizagem foi mecânica. Nestes casos, em que há perda de discriminação, organizadores prévios podem ser usados para recuperar esse conhecimento obliterado (MOREIRA, 2012; AUSUBEL, 2000).

Organizadores prévios ou organizadores avançados são materiais introdutórios apresentados ao aluno antes de confrontá-lo com o próprio material de aprendizagem, indicados para facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos, ou sequência de ideias. São úteis para ajudar o aprendiz a perceber a relação entre os novos conhecimentos e aqueles que já possui, mas não estão evidentes. Para isto, devem ser retratados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade (MOREIRA, 2012; AUSUBEL, 2000).

Este recurso pode também ser útil quando não existem estruturas cognitivas relevantes e inclusivas que sirvam de ancoradouro para a nova aprendizagem. Nestes casos, os organizadores prévios funcionam como ancoradouro provisório, levando ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitam a aprendizagem posterior. Essa estratégia foi proposta por Ausubel para, propositalmente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa, evitando expor o aluno a uma tarefa de aprendizagem para a qual não esteja preparado (MOREIRA, 2012; AUSUBEL, 2000).

No entanto, determinar se um material é ou não um organizador prévio não é uma tarefa simples, pois essa identificação depende de alguns fatores, como da natureza do material, da familiaridade do aprendiz com a tarefa a ser aplicada, e do seu nível de desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 2012).

2.1.1A Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integradora

Segundo Moreira (2012), a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de um novo significado a um subsunçor (conceito, ideia, proposição), devido a diversas interações, para dar significado a novos conhecimentos. Dessa forma, o subsunçor vai ficando mais rico, refinado, diferenciado e preparado.

Este princípio estabelece que a aprendizagem em geral, assim como a organização das matérias, ocorre de forma hierárquica, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão. Ausubel destaca ainda a importância da presença dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora em aulas expositivas, as quais são duramente criticadas como método tradicional de ensino. Pois, com a inclusão destes elementos, essa abordagem comum pode também compor a aprendizagem por recepção significativa (AUSUBEL, 2000).

A reconciliação integradora é o processo, também característico da estrutura cognitiva, paralelo ao da diferenciação progressiva, que se baseia em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências e integrar significados (MOREIRA, 2012). Este conceito revela-se quando o professor e/ou os materiais de ensino confrontam explicitamente as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e os conhecimentos prévios relevantes presente na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL, 2000).

A diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada que ocorre com menos frequência. Os dois processos são importantes e devem ocorrer simultaneamente, pois assim como é importante perceber as diferenças entre os significados dos novos conhecimentos, também é necessário perceber as semelhanças e relações entre eles (MOREIRA, 2012).

2.1.2 Aprendizagem Significativa Subordinada e Superordenada

Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva tende a organizar-se hierarquicamente em termos do nível de abstração, generalização e inclusividade de seus conteúdos. Dessa forma, o surgimento de significados para materiais de aprendizagem reflete uma relação de subordinação na estrutura cognitiva. Conceitos e proposições potencialmente significativos ficam subordinados a ideias mais abstratas, gerais e inclusivas, os subsunçores. O subsunçor vai obtendo novos significados e, cada vez mais, servindo de ideia-âncora para novos conhecimentos. Esta aprendizagem, que é mais comum, se denomina aprendizagem significativa subordinada (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997).

O aprendizado subordinado pode ser classificado em dois tipos: derivativo ou correlativo, a partir da função do material de aprendizagem utilizado.

Se o novo material é apenas corroborador ou diretamente derivável de algum conceito ou proposição existente, com estabilidade e abrangência, na estrutura cognitiva, o aprendizado é chamado de derivativo. Quando o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou quantificação de conceitos ou proposições previamente aprendidas de forma significativa, o aprendizado subordinado é considerado correlativo (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997, p. 3).

Por outro lado, a Aprendizagem Significativa Superordenada é um processo relativamente raro. Ela ocorre quando uma nova ideia, conceito ou proposição mais ampla passa a subordinar conhecimentos prévios. Em outras palavras, um novo subsunçor é

construído e se torna subordinado aos conceitos ou proposições que permitiram tal composição (MOREIRA, 2012; MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997).

O material de aprendizagem tem uma relação de superordenação com a estrutura cognitiva quando o sujeito aprende um novo conceito ou uma proposição mais abrangente que pode subordinar conceitos ou proposições já existentes em sua estrutura de conhecimento. Esse tipo de aprendizado é muito importante na formação de conceitos e na reconciliação de unificação e integração de proposições aparentemente não relacionadas ou conflitantes (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997).

Entretanto, alguns conceitos de aprendizagem ou proposições não são subordinados, nem superordenados em relação a qualquer conceito ou proposição em particular já existentes na estrutura cognitiva. Este tipo de aprendizagem, designada de aprendizagem combinatória significativa, envolve as generalizações inclusivas e amplamente explicativas. Na aprendizagem combinatória, o significado vem da interação de novas informações com a estrutura cognitiva como um todo. É um processo semelhante ao da aprendizagem subordinada, com a diferença de que a nova informação, em vez de estar ancorada a um subsunçor particular, o faz em um conhecimento “relevante de um modo geral” (MOREIRA; CABALLERO, RODRÍGUEZ, 1997, grifo do autor).

2.1.3 Os Tipos de Aprendizagem por recepção Significativa

A aprendizagem significativa mais básica é a aprendizagem do significado de símbolos individuais, normalmente palavras, a qual é denominada de aprendizagem representacional. Como exemplo deste processo, pode-se citar as generalizações existentes na estrutura cognitiva de quase todas as pessoas, que ocorrem desde o primeiro ano de vida em relação à atribuição de um nome aos objetos, acontecimentos e conceitos (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997).

A aprendizagem representacional aproxima-se da aprendizagem por memorização, no entanto é significativa, pois tais proposições de equivalência representacional podem relacionar-se de forma não arbitrária. “Ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem” (AUSUBEL, 2000, p.1).

A aprendizagem conceitual é um caso especial de aprendizagem representacional, uma vez que os conceitos também são representados por símbolos individuais. Podem definir-se os conceitos como objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem

características comuns, e aos quais são atribuídos o mesmo signo (AUSUBEL, 2000). No entanto, segundo Moreira, Caballero e Rodríguez (1997), é importante diferenciar o significado de aprender a palavra-conceito, ou seja, aprender que o conceito é representado por uma dada palavra, e aprender o significado do conceito.

A aprendizagem conceitual pode ocorrer por formação conceitual, comum nas crianças pequenas, onde os atributos específicos do conceito obtêm-se por experiências diretas, mediante fases sucessivas de formulação de hipóteses, testes e generalização. Porém, conforme o vocabulário vai se enriquecendo, novos conceitos são adquiridos por meio de assimilação conceitual, que é a forma predominante nas crianças em idade escolar e nos adultos. Neste processo, os atributos específicos dos novos conceitos são definidos através de novas combinações de referentes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 2000).

O terceiro tipo de aprendizagem é denominada aprendizagem proposicional. De modo geral, refere-se aos significados das ideias expressas por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças, normalmente representando conceitos. Estas frases podem conter significados de palavras, quer denotativo, quer conotativo, funções sintáticas e relações entre as palavras (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997).

Embora mais complexa, é semelhante à aprendizagem representacional, na medida em que surgem novos significados após a interação da tarefa de aprendizagem, ou proposição potencialmente significativa com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do sujeito. O ganho cognitivo deste processo é um produto exclusivo desta interação, podendo ocorrer por meio de uma relação subordinada, subordinante ou por uma combinação das duas maneiras (AUSUBEL, 2000; MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997).

2.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como Estratégia Didática para Favorecer a Aprendizagem Significativa

O ensino em geral ainda tem se caracterizado pela maneira clássica de ensinar, ou seja, pela narrativa do professor, e aprendizagem mecânica dos alunos. Nesse modelo, o professor transmite o conhecimento e os alunos copiam tudo e memorizam para as provas. Passando-se essa etapa, tudo é esquecido. Esse padrão, que caracteriza uma aprendizagem mecânica, tem sido aceito pela comunidade em geral como o tipo correto de “aprendizagem” (MOREIRA, 2011a, grifo do autor).

No entanto, Moreira (2011a, p. 67) afirma que as teorias da educação e as pesquisas em ensino propõem uma abordagem diferenciada nesse processo, ao afirmar que “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim”. Porém, estas mudanças não têm alcançado satisfatoriamente a sala de aula.

Na TAS, Ausubel valoriza a aprendizagem significativa em oposição à aprendizagem mecânica, bem como o importante papel da estrutura cognitiva na aquisição e ancoragem de novos conhecimentos. Entretanto, segundo Andrade *et al.* (2018), a teoria da aprendizagem significativa deixa duas lacunas: como ter acesso à estrutura de conhecimento e como organizar o conteúdo de modo a oportunizar a aprendizagem significativa.

Ausubel (2000) retrata a importância de haver um mecanismo de aprendizagem significativa, mas não aborda de forma clara, em sua teoria, sobre como desenvolver tal procedimento, ou seja, como aplicar a TAS no dia a dia da sala de aula.

A aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo. Em primeiro lugar, o material de aprendizagem apenas é potencialmente significativo. Em segundo, deve existir um mecanismo de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 200, p.1).

Com o objetivo de facilitar a aprendizagem significativa (AS) de tópicos específicos de conhecimento declarativo ou procedimental, Moreira (2011a, p. 67) propõe a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), as quais podem ser descritas como “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”. Trata-se de unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento.

Segundo Moreira (2011a), o princípio que mais influencia na AS e que embasa a elaboração das sequências didáticas são os conhecimentos prévios do estudante. Além disso, destaca a importância de considerar a integração entre pensamentos, sentimentos e ações no ser que aprende. Isto se relaciona à responsabilidade que o aluno possui neste processo, em ter predisposição para aprender significativamente. No entanto, não é um procedimento simples considerar o que se passa na mente dos alunos, estimulando-os a serem criativos e auxiliando-os a progredir no nível de compreensão científica.

Porém, uma ferramenta que pode auxiliar o professor neste processo consiste na utilização de situações problema em níveis crescentes de complexidade em várias etapas da

sequência didática. Moreira (2011a) retrata que a resolução de problemas possui um papel importante na TAS, pois a estrutura cognitiva preexistente do indivíduo sofre readaptações diante de uma situação-problemática. Entende-se por problemas quaisquer atividades ou situações que exijam mais do que memorização e aplicação de fórmulas, aquelas que necessitam do conhecimento específico e lógico (MOREIRA, 2011a; COSTA; MOREIRA, 2001).

Portanto, o professor tem o papel de mediador no processo de captação de significados pelo aluno, ao promover situações-problema, cuidadosamente selecionadas, que podem funcionar tanto como organizadores prévios, mostrando relação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios, como também dando sentido aos novos conhecimentos (MOREIRA, 2011a). Neste processo, o aluno, em busca de atingir o objetivo desafiador, verifica e elimina concepções alternativas, e adquire novos conceitos e exemplos. Portanto, a resolução de problemas pode ser considerada um tipo especial de aprendizagem significativa (COSTA; MOREIRA, 2001).

Barros Filho e Silva (2002) afirmam que, para obter a aprendizagem esperada, as atividades devem ser propostas como situações-problema que gerem desafios cognitivos nos educandos. Além disso, tais atividades devem contemplar vários instrumentos de avaliação, que permitam ao professor acompanhar o desenvolvimento dos estudantes.

Enquanto muitos educadores julgam que a resolução desse tipo de problema não possibilita uma aprendizagem significativa, pois seriam vistos como exercício de fixação de regras já estudadas, Costa e Moreira (2001) se contrapõem a esta visão, mostrando que neste processo há a necessidade do aprendiz representar internamente cada situação problemática proposta, na tentativa de resgatar seus conhecimentos, com o objetivo de elaborar um caminho para interpretação, reavaliação e desenvolvimento do mesmo. Os autores explicam a diferença entre a utilização de situações problemáticas e a simples aplicação mecânica de exercícios:

Identificamos como problemas as situações problemáticas de papel e lápis encontradas nos textos de Física com os quais trabalhamos em sala de aula e que se diferenciam de um exercício na medida em que exigem muito mais do que memorização e aplicação mecânicas de fórmulas (COSTA; MOREIRA, 2001, p. 264).

Moreira (2003) sugere a utilização de situações-problema de cunho experimental no ensino de ciências, as quais podem ser atribuídas aos alunos como tarefas de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS. Pois dessa forma os alunos podem percebê-

los diretamente e construir modelos mentais não só funcionais para si, mas também coerentes com os modelos científicos.

Além da ênfase em situações-problema, a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino e elaboração da UEPS. Outro fator importante é o papel da linguagem e da interação social na captação de significados. Neste sentido, a UEPS deve beneficiar atividades colaborativas, mas não exclui a possibilidade de conter atividades individuais (MOREIRA, 2011a).

Por fim, Moreira (2011a) destaca que em todas as etapas da UEPS devem ser utilizados materiais e estratégias de ensino diversificadas. Também se deve favorecer o questionamento, o diálogo e o pensamento crítico, ao invés da memorização de respostas conhecidas. Nessa perspectiva, Moreira (2011a) estabelece oito passos para a elaboração da UEPS:

- a) definição do tópico específico a ser abordado (etapa 1);
- b) proposição de situações que visem a externalização dos conhecimentos prévios dos alunos (etapa 2);
- c) proposição de situações-problema em nível bem introdutório, que podem funcionar como organizadores prévios, ou seja, dando sentido aos novos conhecimentos (etapa 3);
- d) apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido levando em conta a diferenciação progressiva, partindo dos aspectos mais geral para os mais específicos, seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos (etapa 4);
- e) retomada dos aspectos mais gerais, promovendo a reconciliação integradora por meio de uma nova apresentação com maior complexidade; propor novas situações-problema em nível crescente de complexidade, promovendo a reconciliação integradora. Em seguida propor outra atividade colaborativa (etapa 5);
- f) conclusão da unidade, retomando as características mais relevantes do conteúdo através de uma nova apresentação, levando em conta a diferenciação progressiva numa perspectiva integradora. Em seguida, propor novas situações-problema em nível mais alto de complexidade que as anteriores, as quais devem ser resolvidas de forma colaborativa e apresentadas ao grande grupo (etapa 6);
- g) avaliação da aprendizagem ao longo de toda a UEPS, buscando evidências de aprendizagem significativa. Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo. A avaliação do desempenho do aluno deve ser

baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa como na avaliação somativa (etapa 7);

- h) a UEPS terá um resultado satisfatório quando for evidenciada captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema, por parte dos alunos. Tais situações expressam indícios de AS. A ênfase em evidências se dá porque a AS é progressiva, ou melhor, o domínio de um campo conceitual é progressivo. Portanto, não se busca como resultados determinados comportamentos finais (etapa 8).

Na próxima seção é apresentada uma revisão sistemática da literatura que relata o estudo de diversos artigos publicados nas principais revistas de pesquisa em ensino de Física, sobre as principais abordagens e estratégias no âmbito do ensino de Eletrodinâmica. Dessa forma, buscou-se contribuir com a elaboração UEPS proposta nesta pesquisa.

3 REVISÃO DA LITERATURA: ENSINO DE ELETRODINÂMICA

A eletricidade está presente na maioria dos elementos do cotidiano. Segundo Barros Filho e Silva (2002), obter conhecimentos básicos sobre essa temática contribui para que o indivíduo seja capaz de acompanhar os avanços das tecnologias. Porém, na maioria das escolas, o ensino de eletrodinâmica caracteriza-se pela ênfase na resolução de exercícios teóricos, e memorização de soluções padronizadas de exercícios modelos. Não há critério na escolha dos conteúdos abordados, situações físicas não são apresentadas e os alunos são avaliados pontualmente.

Nesse sentido, pretende-se apresentar os trabalhos mais relevantes realizados por pesquisadores no âmbito do ensino de eletrodinâmica dos últimos dez anos, disponíveis nas principais revistas na área do ensino de Física, voltados para a educação básica. A seleção dos artigos foi feita de forma que estes pudessem contribuir na construção conceitual e na elaboração das estratégias didáticas da UEPS.

3.1 Método

Uma revisão sistemática da literatura (RS) é uma metodologia de estudo secundária, que, assim como outros tipos de revisão, utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Entretanto, esse tipo de investigação fornece um resumo dos indícios relacionados a uma estratégia de intervenção específica, através da aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

Para tanto, o processo de pesquisa é conduzido segundo uma sequência metodologicamente bem definida de etapas, de acordo com um protocolo de estudo previamente planejado. Ao disponibilizar, de forma clara e objetiva, um resumo de todos os estudos sobre determinada intervenção, as revisões sistemáticas permitem obter uma visão mais ampla dos resultados relevantes, ao invés de balizar as conclusões à leitura de somente alguns artigos (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

Como ferramenta instrumental para o processo de realização da RS, foi utilizado o software *StArt* (*State of the Art through Systematic Review*), desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LAPES), do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

O software *StArt* é dividido em três fases, a saber: planejamento, que inclui o protocolo de estudo; execução, que abrange as etapas de inclusão e seleção dos estudos, bem como a etapa de extração de dados; e sumarização, onde são registrados os resultados finais da RS. Ou seja, essa ferramenta oferece suporte a todos os passos da RS, bem como à produção de vários relatórios que podem contribuir na caracterização do estado da arte, independente do assunto ou área de pesquisa, tornando-a mais ágil, precisa e replicável.

3.2 Protocolo

O protocolo de estudo (PE) faz parte da etapa de planejamento da RS, e parte da identificação da necessidade do estudo. A criação do PE é necessária à formalização da pesquisa, uma vez que este norteia a condução do levantamento bibliográfico de forma sistemática, e torna possível a reprodução desta RS. Logo, o PE tem como objetivo auxiliar na construção conceitual e na elaboração das estratégias de ensino de uma sequência didática sobre eletrodinâmica e na posterior análise e implementação da mesma. Vale destacar que ao longo das fases da revisão, o PE pode ser atualizado quando necessário.

Inicialmente foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- a) QP1: Quais estratégias e abordagens de ensino têm sido utilizadas no ensino de eletrodinâmica?
- b) QP2: Qual tem sido o foco das pesquisas na área de ensino de eletrodinâmica?
- c) QP3: Como têm sido avaliadas as pesquisas em ensino de eletrodinâmica?

Em seguida, foram definidas as *strings* de busca com vistas a permitir uma pesquisa mais ampla nas bases de dados. A *string* de busca consiste da combinação de termos diferentes relacionados ao ensino de eletrodinâmica, a fim de estabelecer uma busca ampla em estudos relacionados ao tema de pesquisa. O quadro 1 apresenta os termos usados na *string* de busca.

A *string* de busca completa usada nas bases de dados escolhidas é apresentada na sequência:

((“eletrodinâmica” or “corrente elétrica” or “eletricidade” or “circuito elétrico” or “potência elétrica” or “energia elétrica”) and (“ensino de física” or “ensino de eletrodinâmica” or “ensino de ciências” or “ensino de eletricidade” or “ensino” or “física” or “ciências”))³

³ A *string* foi adaptada de acordo com cada base de dados pesquisada. Para algumas bases, os termos principais da pesquisa foram buscados separadamente ou em combinações de poucas palavras e em alguns casos todo processo de seleção feito por meio de uma abordagem manual.

Quadro 1 - Informações da *String* de busca

Quadro de termos	
Termo principal	Termos sinônimos
Eletricidade	Corrente elétrica Circuito elétrico Energia elétrica Eletrodinâmica
Eletrodinâmica	Ensino de eletrodinâmica Ensino de física Eletricidade
Ensino de física	Física Ciências Ensino de Ciências Ensino
Ensino de eletrodinâmica	Eletrodinâmica Ensino de eletricidade

Fonte: elaborado pelo autor

Foram selecionadas algumas bases de dados que disponibilizam pesquisas ligadas a educação em ciências, como: *Scielo*; *Science Direct*; Periódicos da Capes. Além destes, foram utilizados alguns dos principais periódicos nacionais voltados para o ensino de Física e Ciências, dentre os quais: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF); Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF); Revista *Acta Scientiae* (RAS).

Para escolha das bases, foram adotados alguns critérios: possuir artigos na área de ensino de Física; permitir baixar o arquivo em PDF, serem periódicos nacionais; e preferencialmente as que permitem exportar artigos no formato *BibTex* para a ferramenta *StArt*. No entanto, para as bases de dados que não forneciam esse formato, foi feito o registro manual dos dados dos artigos na ferramenta *StArt*. De modo geral, o método de pesquisa das fontes seguiu as seguintes etapas:

- definir as *strings* de busca em cada máquina de busca cadastrada no protocolo;
- executar as buscas e salvar o arquivo *BibTex*;
- importar os arquivos *BibTex* na ferramenta e gravar a *string* usada pela máquina de busca;
- aplicar os critérios de inclusão/exclusão: ler os títulos e resumos e classificar os estudos (aceito, rejeitado, duplicado – prioridade de leitura: muito alta, alta, baixa e muito baixa);
- ler os estudos aceitos por completo;
- coletar as informações relevantes de cada estudo;
- escrever um relato resumindo todos os estudos selecionados.

Com o objetivo de identificar os artigos que realmente respondam às questões de pesquisa, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão. O Quadro 2 apresenta os

critérios definidos neste estudo. Para o artigo ser incluído, foi necessário satisfazer a pelo menos três dos critérios de inclusão. Já a exclusão ocorreu ao atender no mínimo um critério de exclusão.

Quadro 2 - Critérios de Seleção dos Estudos

Inclusão	Exclusão
O artigo está disponível na web com acesso livre	Artigo não disponível na web
Está escrito em português	Não está escrito em português
É voltado para a educação básica	É voltado para o ensino superior
Aborda estratégias didático-metodológicas sobre o ensino de eletrodinâmica	Tipo de material: monografias, dissertações, teses, capítulos de livro
Aborda conteúdos de eletrodinâmica	Não aborda conteúdos de eletrodinâmica
	Não possui resumo/abstract/palavras-chave

Fonte: elaborado pelo autor

Para concluir a etapa de elaboração do PE, foram definidas quais as diferentes informações que seriam extraídas de cada artigo selecionado, entre elas: referências; título; autores; fonte; ano; resumo; palavras-chave; pergunta ou hipótese do estudo; metodologia/teoria de ensino; recurso/estratégia/abordagem didática; conteúdo específico abordado; técnicas de extração de dados/avaliação; resultados.

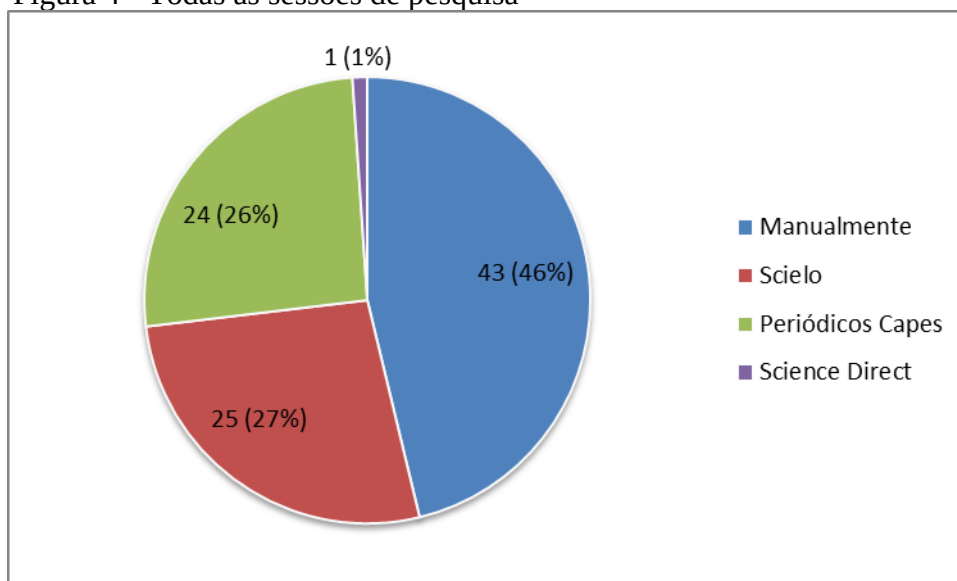
3.3 Execução

Esta fase corresponde à execução propriamente dita do PE, ou seja, a realização do processo de busca, catalogação, seleção, leitura e extração de dados. As buscas se iniciaram com a utilização das *strings* em cada uma das bases de dados escolhidas. Neste processo foram coletados 93 artigos, dos quais 50 foram importados via *BibTex* pela ferramenta *Start*, e 43 tiveram os dados transferidos manualmente. Na Figura 4, mostra-se a quantidade de arquivos referentes a cada base de dados.

A partir dos 93 artigos coletados, foi realizado o 1º filtro, a este processo denomina-se seleção dos artigos, onde serão aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Os artigos foram analisados um a um, por meio do título, palavras-chave e resumo, classificando-os em: aceito, rejeitado ou duplicado. Vale destacar que a ferramenta *StArt* possui uma função automática de identificar e classificar os artigos repetidos como tal. Isto se torna uma vantagem, acelerando o processo.

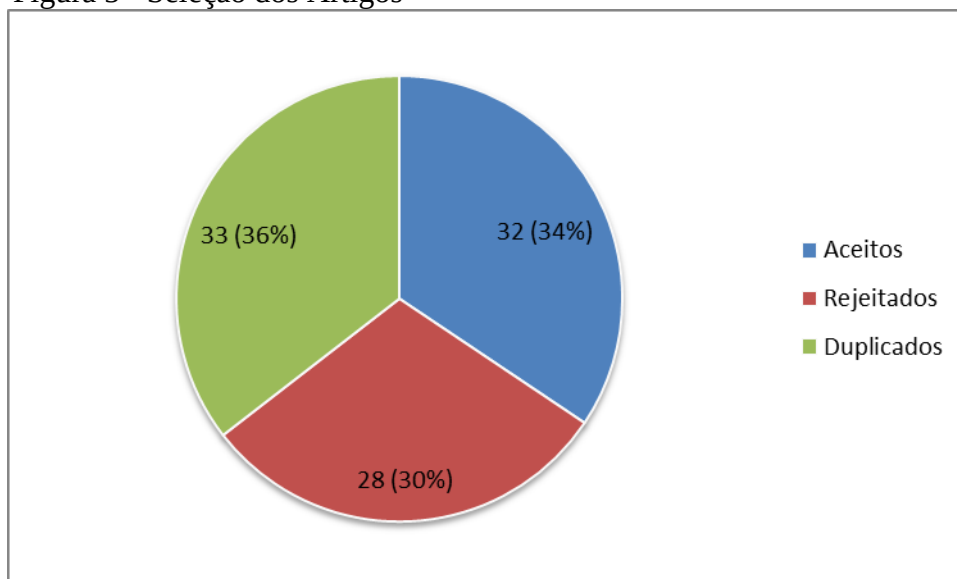
Também é definida nesta etapa a prioridade de leitura dos artigos aceitos em: muito baixa, baixa, alta e muito alta. Na Figura 5, mostra-se o percentual de artigos aceitos, rejeitados e duplicados neste processo.

Figura 4 - Todas as sessões de pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor

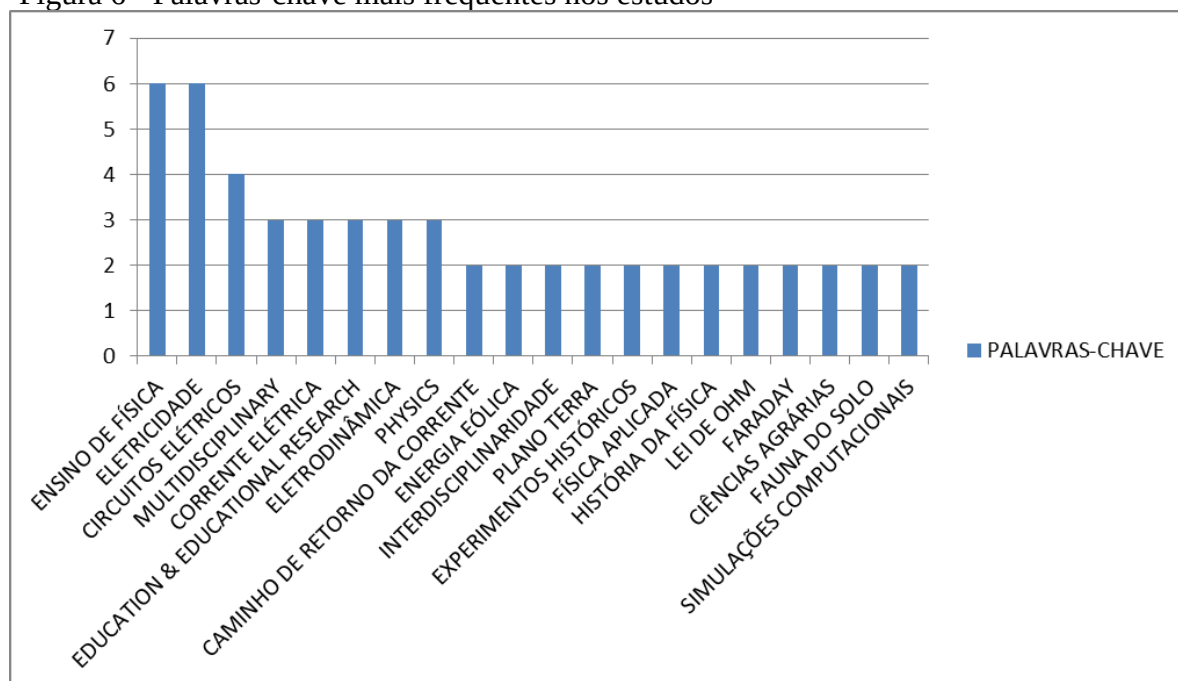
Figura 5 - Seleção dos Artigos



Fonte: elaborado pelo autor

Ao final desta etapa, foi possível identificar as palavras-chave mais frequentes nos artigos desta seleção, que pode ser conferido na figura 6.

Figura 6 - Palavras-chave mais frequentes nos estudos

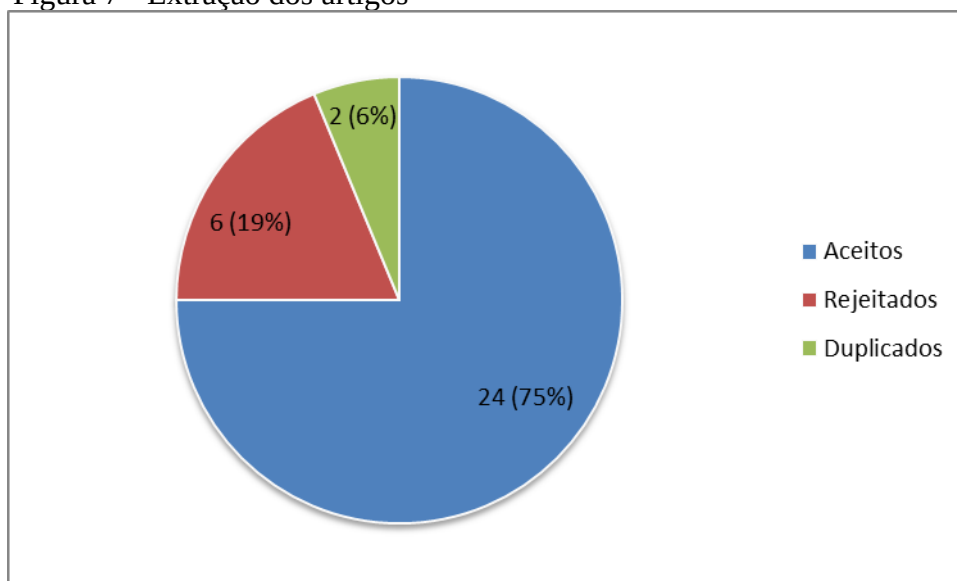


Fonte: elaborado pelo autor

Após o primeiro filtro, foi realizado o segundo filtro, por meio do qual os 32 artigos aceitos na etapa anterior foram lidos por completo e reclassificados em aceitos, rejeitados ou duplicados. Pois é neste momento que o pesquisador pode se apropriar do conhecimento disponível no estudo, e verificar se atende aos objetivos e questões de pesquisa colocados inicialmente. No caso de artigos que mudarem de status em relação à seleção anterior, devem-se atualizar os critérios de inclusão e exclusão na ferramenta *StArt*. Na figura 7, mostra-se o resultado deste processo.

Para os 24 artigos aceitos, foram respondidos o formulário de extração de dados, que busca extrair as seguintes informações: se as propostas foram implementadas em sala de aula, quais os recursos didáticos e metodologias de ensino adotadas, quais conteúdos abordados, dentre outras coisas. Além disso, nesta etapa podem-se escrever comentários relevantes sobre o estudo em um campo disponível no programa.

Figura 7 - Extração dos artigos



Fonte: elaborado pelo autor

3.4 Resultados

Esta etapa tem por objetivo sumarizar os resultados obtidos por meio deste estudo, a partir do processo de extração de dados das publicações analisadas. Os 24 artigos selecionados estão organizados no Quadro 3, onde é possível visualizar o título completo de cada estudo, antecedido por um código de identificação, que será usado para se referir ao estudo a partir de então, com o objetivo de facilitar o entendimento dos resultados obtidos.

Quadro 3 - Artigos selecionados

(continua)

Id	Título
A01	Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados
A02	Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples
A03	Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio
A04	Ensino interativo na abordagem de Eletricidade numa escola portuguesa
A05	Atividade experimental “hands-on” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um recetor (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo
A06	Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa
A07	Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio

Quadro 3 - Artigos selecionados

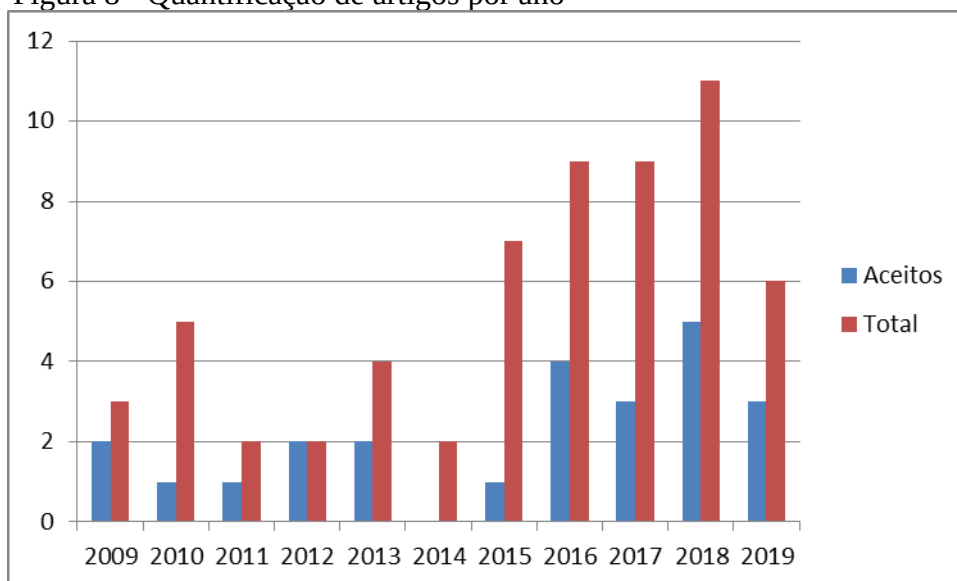
(conclusão)

Id	Título
A08	Estudo comparativo de um experimento de eletrodinâmica: Laboratório Tradicional x Laboratório Remoto
A09	Simulações Computacionais como Ferramentas para o Ensino de Conceitos Básicos de Eletricidade
A10	Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual
A11	Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais
A12	Comunicação alternativa no ensino de física: uma proposta de abordagem de eletricidade
A13	Kit educacional para estudo de geração elétrica a partir de energia eólica
A14	Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica
A15	Gerador trifásico de baixo custo para o ensino de física
A16	Pilha voltaica: entre rãs, acasos e necessidades
A17	Experimentos com supercapacitores e lâmpadas
A18	Benjamin Franklin e a formação de temporais com raios e trovões: tradução comentada de uma carta a John Mitchel
A19	Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica
A20	Distorções científicas perenes e suas consequências para o ensino de ciências: a relação entre eletricidade, magnetismo e calor
A21	História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média
A22	Dois problemas práticos de Eletricidade Vitoriana e sua discussão no ensino secundário e universitário
A23	Pesquisas experimentais em eletricidade
A24	Geração de energia por pipas

Fonte: elaborado pelo autor

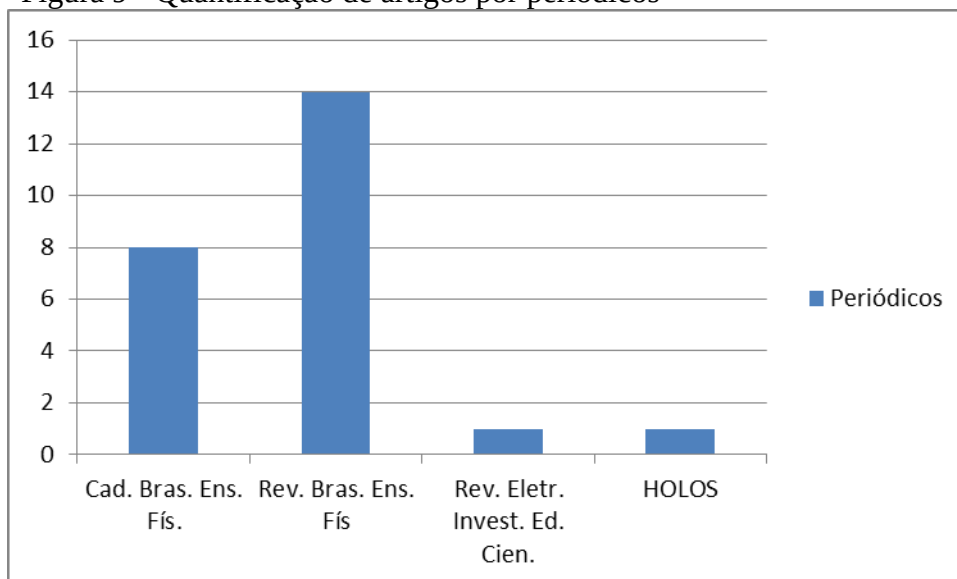
Os resultados desta revisão permitiram perceber que tem ocorrido um aumento na quantidade de pesquisas sobre o ensino de eletrodinâmica nos últimos anos. Considerando o total de artigos (seleção prévia), constatamos que no ano de 2009, 3 estudos foram publicados. No ano de 2018, um total de 11 estudos foram publicados, mais que o triplo, como é possível observar na Figura 8. Além disso, na Figura 9, podem-se observar quais os periódicos foram utilizados nesta RS após o processo dos filtros, e a quantidade de artigos correspondentes a cada um.

Figura 8 - Quantificação de artigos por ano



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 9 - Quantificação de artigos por periódicos



Fonte: elaborado pelo autor

A fim de responder as questões de pesquisa do PE, extraíram-se dos artigos as abordagens didáticas usadas. A fim de responder esta questão de pesquisa, os artigos selecionados foram separados de acordo com sua abordagem: 11 estudos foram implementados em sala de aula, 6 estudos correspondem a propostas de atividade não testadas, e 7 apresentam uma abordagem teórico/conceitual. Alguns artigos poderiam se enquadrar em mais de uma categoria, porém foram inseridos na categoria em que apresentavam um maior destaque no trabalho. O quadro 4 resume o uso dessas abordagens.

Quadro 4 - Abordagens didáticas no ensino de eletrodinâmica

Implementados em sala de aula	Concepções Alternativas	A01, A02
	Prática Experimental	A03, A04, A05, A06, A07, A08
	Recursos Computacionais	A09, A10
	Outras metodologias	A11
Proposta de atividade	Educação Inclusiva	A12
	Prática Experimental	A13, A14, A15, A16, A17
Abordagem Teórico-conceitual	Levantamento histórico	A18, A19, A20, A21, A22
	Conceitos e fenômenos	A23, A24

Fonte: elaborado pelo autor

3.4.1 Abordagens Implementadas em sala de aula

Abrange 11 pesquisas que apresentam, discutem e avaliam propostas didático-pedagógicas aplicadas em sala de aula, que foram divididas nas seguintes subcategorias de acordo com a estratégia de ensino utilizada: Concepções Alternativas, Prática Experimental, Recursos Computacionais, e Outras Metodologias. A categoria “Concepções Alternativas”, possui dois artigos: A01 e A02. Vale ressaltar que A01, além de trabalhar neste objetivo, utilizou experimentos simples em seu trabalho.

Entre as abordagens com práticas experimentais, dois utilizaram materiais de baixo-custo: A03 e A05; e três combinaram atividades práticas de laboratório com recursos educacionais digitais: A04, A07, A08. Além dos experimentos, A04 trouxe uma perspectiva do ensino interativo, com vídeos, *softwares* e *quiz*; A07 utilizou simulações de experimentos por meio do *PhET*; e A08 comparou o laboratório tradicional com o laboratório remoto, fazendo uso de recursos tecnológicos e computacionais, como internet e placa Arduino. Por fim, A06 utilizou os experimentos de maneira demonstrativa e utilizou o aplicativo de *quiz Plickers* para auxiliar na coleta de dados.

A subcategoria “Recursos Computacionais” apresenta dois artigos que utilizaram experimentos virtuais. A09 utilizou as simulações computacionais *PhET* e A10, os experimentos denominados *KS2 Bitesize*. Já na categoria de “Outras metodologias”, encontra-se o artigo A11, que utilizou o desenho como um instrumento pedagógico para identificar dificuldades de aprendizagem.

3.4.2 Proposta de atividade

Abrange pesquisas que apenas apresentam e discutem propostas didático-pedagógicas, mas que não foram ainda implementadas. Seis artigos fazem parte desta categoria, que foi dividida nas subcategorias: Educação Inclusiva e Prática Experimental. A subcategoria

“Educação Inclusiva” abrange o artigo A12, o qual utiliza símbolos de comunicação pictórica (PCS) com alunos com dificuldade de comunicação oral.

No tópico de “Práticas Experimentais” estão cinco artigos. Entre eles, A13, A14, A15 e A16 retratam o assunto da geração de energia elétrica. Neste sentido, A13 utiliza fontes alternativas de energia, A14 propõe a construção de uma maquete como modelo de uma rede trifásica, A15 apresenta um gerador de corrente alternada, e A16 um gerador de corrente galvânica. Por fim, A17 demonstra a aplicação de supercapacitores no estudo de circuitos RC. Duas dessas práticas utilizam materiais de baixo custo: A15 e A16.

3.4.3 Abordagem teórico-conceitual

Contempla sete artigos que apresentam uma discussão conceitual sobre assuntos relacionado à eletricidade, e foi dividida nas subcategorias: Levantamento histórico, e Conceitos e Fenômenos.

Na subcategoria “Levantamento histórico” estão quatro artigos. A18 apresenta a tradução de uma carta escrita por Benjamin Franklin no século XVIII; A19 discute práticas extra laboratoriais dos cientistas, inerente ao processo de construção da Pilha de Volta; A20 detalha um caso histórico envolvendo experimentos em que a divulgação de um resultado à época, levou a uma interpretação totalmente distorcida; A21 apresenta fatos e narrativas acerca da história da eletricidade e do magnetismo; e A22 apresenta dois problemas do final do século 19 que exemplificam as intrincadas relações que envolvem a Física teórica e aplicada e o mundo real dos interesses financeiros e da indústria.

Por último, está a subcategoria “Conceitos e fenômenos” com apenas dois artigos: A23 apresenta uma tradução para o português do trabalho de Faraday de 1831; e A24 apresenta o conceito de geração de energia elétrica através de pipas, assim como sua capacidade energética e vantagens em relação ao sistema atual.

Após esse breve resumo das abordagens de cada artigo, buscou-se responder outras questões de pesquisa. Dentre elas, quais abordagens metodológicas de ensino e/ou bases teóricas mais adotadas no ensino de eletrodinâmica? Para isso, extraiu-se dos artigos a abordagem metodológica de pesquisa utilizada.

Foi possível identificar que a maioria dos estudos que tiveram aplicação e coleta de dados fez uso de abordagens quantitativas, alguns com análise estatística dos dados obtidos. Especificamente, cinco estudos usaram abordagens quantitativas: A1, A5, A6, A7, A8; enquanto quatro usaram abordagens qualitativas: A3, A9, A10, A11; e apenas dois usaram

abordagens mistas: A2, A4. Nos demais estudos, não foi possível identificar a abordagem metodológica utilizada, pois não houve aplicação nem coleta de dados.

Quanto à metodologia de ensino utilizada, em 16 estudos não foi possível identificar a abordagem usada. Nos demais, a maioria fez uso de metodologias ativas, por meio do *Peer Instruction*. Também foram utilizadas Sequências didáticas; e os Três Momentos Pedagógicos, seguidos das metodologias e teorias de ensino: “hands-on”; taxonomia de Ausubel-Klausmeier; e Modelo de mudança conceitual. A tabela 1 resume esses resultados.

Tabela 1 - Metodologias/teorias de ensino

Momentos Pedagógicos de <i>Delizoicov</i>	A01, A09
Sequência didática/ UEPS	A02, A06
<i>Peer Instruction</i>	A04, A06
Ensino “hands-on”.	A05
Taxonomia de Ausubel-Klausmeier	A10
Modelo de mudança conceitual	A11
Não utilizado/informado	A03, A07, A08, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24

Fonte: elaborado pelo autor

A fim de responder esta pergunta de pesquisa “qual tem sido o foco das pesquisas na área de ensino de eletrodinâmica?”, foram identificados nos artigos os principais assuntos e conceitos desenvolvidos. O assunto mais recorrente é o de corrente elétrica, seguido de circuitos elétricos simples. A seguir, na Tabela 2, apresentam-se os demais tópicos trabalhados.

Tabela 2 - Conceitos e tópicos mais frequentes

Raios	A01, A18
Corrente elétrica	A02, A09, A10, A11, A12, A13, A15, A16, A22, A23
Circuitos elétricos simples	A02, A06, A07, A09, A10, A16, A17
Lei de Ohm	A03, A07, A08, A22
Associação de resistores	A03, A08, A17
Leis de Kirchhoff	A03
Eleticidade	A04, A19, A20, A21
Geradores e receptores	A05, A15
Energia elétrica	A10, A24
Resistência elétrica	A11
Diferença de potencial	A11, A16

Fonte: elaborado pelo autor

Por fim, buscou-se verificar como as pesquisas em ensino de eletrodinâmica têm sido avaliadas, ou seja, quais os métodos de coleta e extração de dados mais utilizados. Foi

observado uma maior frequência na utilização de testes de conhecimento para avaliar uma determinada intervenção. Na Tabela 3, apresenta-se essa e outras técnicas utilizadas.

Tabela 3 - Técnicas de coleta e extração de dados

Teste de conhecimento	A01, A02, A05, A06, A07, A08, A09, A10
Questionário	A03
Relatório de experimentos	A03, A05
Ficha de Caracterização	A04
Teste diagnóstico	A04
Inquérito	A04
Entrevistas	A04
Questionário de opinião	A05
Entrevista semiestruturada	A10
Desenhos individuais	A11
Entrevistas vídeo-gravadas	A11

Fonte: elaborado pelo autor

3.5 Análise das publicações

Esta pesquisa contribui na construção das UEPS através da escolha e adaptação de algumas abordagens didáticas, ferramentas de ensino, métodos de obtenção de dados, e atividades encontradas. Através desta análise, foi possível observar qual o foco de pesquisa dos trabalhos envolvendo Eletrodinâmica no período pesquisado. Os conceitos mais abordados nos trabalhos pesquisados foram corrente elétrica e circuitos elétricos simples. Tais conceitos foram os conceitos-chave da UEPS desenvolvida.

Quanto às abordagens didáticas, a mais recorrente nos trabalhos pesquisados foi a prática experimental. A utilização de recursos computacionais, apesar de aparecer poucas vezes na tabela 4, foi usada em conjunto com outras abordagens em alguns trabalhos. Estas duas abordagens constituíram as estratégias didáticas da UEPS.

Dessa forma, os trabalhos presentes na categoria de prática experimental auxiliaram na escolha dos experimentos desta UEPS com utilização de materiais simples e de baixo custo, num contexto de escolas sem laboratório, como nos artigos A03 e A05. Também contribuíram com a proposta de ensino interativo por meio do uso de diferentes recursos, como nos artigos A04 e A06. Nesse sentido, a UEPS de eletrodinâmica buscou utilizar simulações, *quizzes*, vídeos e experimentos em suas etapas.

Os artigos da categoria recursos computacionais contribuíram na escolha e utilização de algumas ferramentas, como o simulador *PhET*. Já os trabalhos pertencentes à categoria: Abordagem Teórico/Conceitual foram importantes para o aprofundamento conceitual dos temas envolvidos na UEPS. Por último, os artigos que abordam as concepções alternativas

dos estudantes foram de fundamental importância na identificação e análise dos conhecimentos prévios obtidos e para a elaboração da UEPS.

A RS também foi útil na escolha dos métodos de obtenção de dados. Pode-se observar na Tabela 7 que a maioria dos trabalhos optou pela utilização de testes de conhecimentos para obtenção de dados, a maioria em formato pré e pós intervenção. Na presente pesquisa também foi utilizado este método para avaliar as contribuições da UEPS.

O artigo A02 contribuiu com a escolha do tipo de teste, pois neste artigo foi utilizado o teste “Silveira, Moreira e Artx” (Teste SMA) em uma turma, o qual foi elaborado e validado em 1989 para verificar se alunos de engenharia possuíam concepções científicas sobre os conceitos de circuitos elétricos simples. Além deste método, foram também adotados o questionário de opinião, e relatórios de experimentos e *quizzes* para avaliação formativa.

Nesse sentido, na seção seguinte são apresentados, de forma sistematizada, os aspectos relacionados à metodologia de investigação da presente pesquisa, a qual foi dividida em duas partes: metodologia de ensino e metodologia de pesquisa.

4 METODOLOGIA

Para verificar se a sequência didática desenvolvida é potencialmente significativa, foi elaborada uma metodologia de investigação baseada nos princípios descritos na proposta geral das UEPS (MOREIRA, 2011a). Dessa forma, esta seção tem por finalidade descrever os métodos e as técnicas utilizadas nesta pesquisa, o local de aplicação, área de investigação, o tipo de pesquisa utilizada, a abordagem adotada, o delineamento, os sujeitos da pesquisa, os tipos de instrumentos de coleta e análise de dados. Para facilitar a compreensão, o capítulo está organizado em dois tópicos: Metodologia de Pesquisa e Metodologia de Ensino.

4.1 Metodologia da Pesquisa

A pesquisa apresenta aspectos de uma pesquisa quantitativa. Partindo do pressuposto de que a realidade é objetiva e independente das crenças dos indivíduos, Moreira (2011b) ressalta que a pesquisa quantitativa está apoiada numa filosofia positivista, cujo objetivo é estudar causas e mudanças em fatos, basicamente através de medição objetiva e análise quantitativa de produção de ideias que permitirão antecipar os fatos ou permitir controlá-los através da manipulação de uma ou mais variáveis.

Nessa abordagem, as variáveis podem ser dependentes ou independentes. Segundo Moreira (2011b), a variável independente pode ser certo método de ensino ou um tipo de material instrucional. Já as variáveis dependentes são mudanças medidas no desempenho dos alunos atribuíveis à influência da variável independente.

Neste sentido, a variável independente da presente pesquisa será representada pela UEPS de Eletrodinâmica. Enquanto a variável dependente se referirá aos indícios de aprendizagem significativa. Neste sentido, este estudo visa verificar as contribuições de uma UEPS com experimentação na aprendizagem de eletrodinâmica pelos alunos do ensino médio (MOREIRA, 2011b).

4.1.1 Contexto de estudo

A UEPS foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Médio de Tempo Integral Dep. Irapuan Cavalcante Pinheiro, localizada em Fortaleza – CE. Os sujeitos da pesquisa foram os alunos de duas turmas da 3ª série do EM diurno. As turmas em questão possuem em sua carga horária semanal duas aulas de Física com duração de 50 minutos cada. A escola é localizada

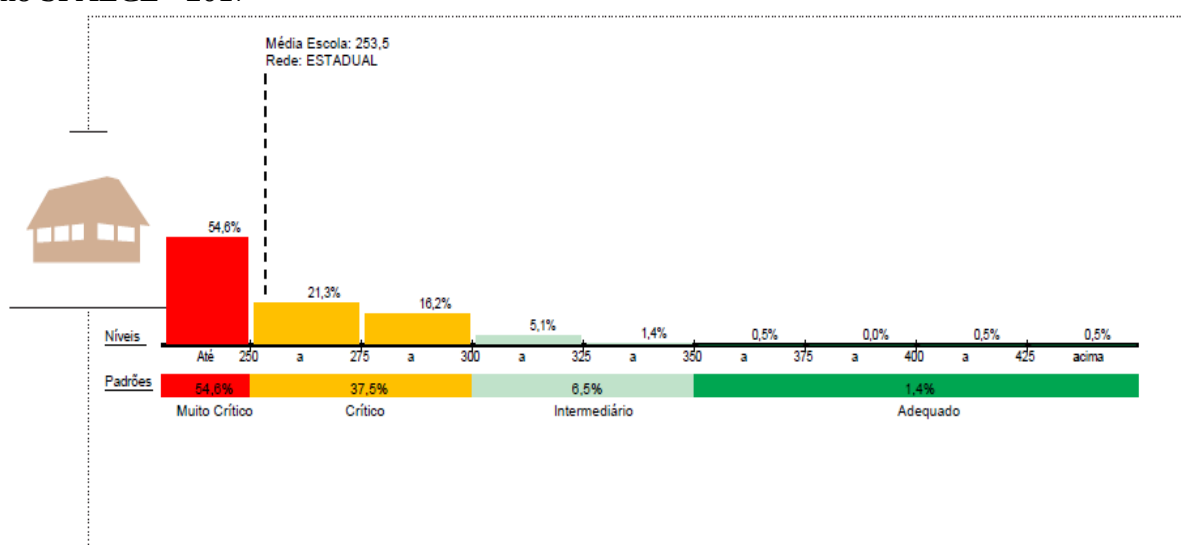
no Bairro Conjunto Esperança, um conjunto habitacional de classe média baixa, apresentando situações de risco em regiões periféricas do bairro.

A escola dispõe em sua estrutura de laboratório de informática, sala de multimeios, auditório, quadra de esportes e 13 salas em funcionamento no período diurno. Porém, não dispõe de laboratório de ciências, nem equipamentos de laboratório ou kits de experiência. No entanto, a escola possui aparelhos de multimídias, dos quais um se mantém fixo no auditório, e os outros dois podem ser utilizados nas salas de aula por meio da reserva prévia. Esse material inclui projetor de imagens, notebook, caixa de som e cabos.

Na ocasião da pesquisa, a escola estava em fase de implantação do sistema integral, o qual ainda não havia sido aplicado a todas as séries do EM desta instituição, como é o caso dos alunos da 3ª série do EM. Dessa forma, os alunos participantes da pesquisa tinham aula em horário regular, no período da manhã, não realizando atividades eletivas no contra turno escolar.

É importante destacar que o resultado dos alunos no SPAECE 2017 em Matemática foi preocupante, revelando que 54,6% estão classificados como em situação muito crítica, 37,5% em situação crítica, 6,5% em nível intermediário e apenas 1,4% na situação adequada, como pode ser observado na Figura 10. Tais dados revelam uma grande deficiência dos alunos em Matemática, o que pode refletir consideravelmente no ensino de Física. Desse modo, a sequência didática foi desenvolvida visando atender as especificidades dos estudantes e respeitando suas limitações em relação ao nível de aprendizagem em Matemática.

Figura 10 - Resultado dos alunos da 3ª série do EM da EEMTI Irapuan Cavalcante Pinheiro no SPAECE - 2017



Fonte: SPAECE – 2017

Considerando que o conhecimento prévio, a predisposição para a aprendizagem e as relações sociais e emocionais são fatores que interferem na aprendizagem significativa, todos os dados e informações do contexto escolar serão considerados para a elaboração da unidade de ensino.

4.1.2 Abordagem Quantitativa

Como foi citada na sessão anterior, a variável independente deste estudo se refere ao método de ensino utilizado e pode ser também denominada de tratamento. Neste caso, o tratamento ou método de ensino utilizado será uma UEPS. Com sua aplicação, busca-se testar algumas hipóteses, dentre as quais, se uma sequência de ensino elaborada segundo os passos sequenciais propostos por Moreira (2011a) pode contribuir para a aprendizagem significativa de Eletrodinâmica, e ainda, se a experimentação inserida em uma UEPS pode auxiliar neste processo.

Portanto, para verificar tais hipóteses foi adotado como estratégia metodológica de pesquisa o estudo de caso, o qual pode ser definido “como uma descrição intensiva, holística e uma análise profunda de uma entidade singular, um fenômeno ou uma unidade social” (MOREIRA, 2011b, p. 87). Ainda segundo o autor, o estudo de caso pode ser utilizado para obter indicadores que possam ser utilizados em estudos quantitativos.

Nesse sentido, buscou-se fazer um planejamento em cima de um delineamento de pesquisa. De acordo com Moreira (2011b), o delineamento visa responder a perguntas como: Quem expor ao tratamento? Quem serão os sujeitos da pesquisa? Como medir os efeitos previstos? Quando e quantas vezes medi-los? Assim, o delineamento de pesquisa pode ser entendido como o plano e a estrutura da pesquisa.

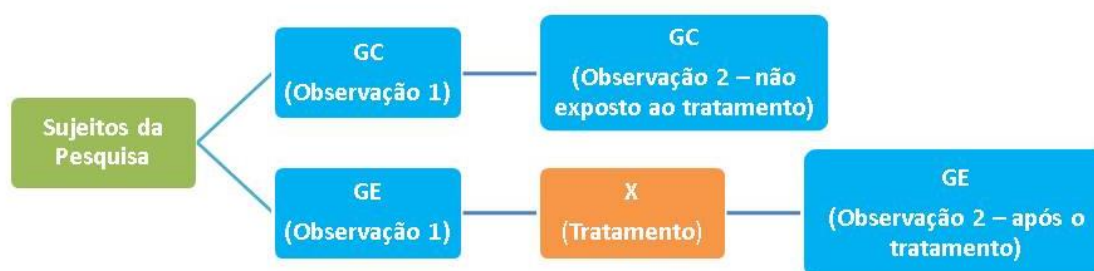
O delineamento escolhido foi o quase-experimental. Neste delineamento, falta ao pesquisador o pleno controle da aplicação dos tratamentos experimentais, ou seja, a aleatoriedade na escolha dos sujeitos participantes da pesquisa. O processo de aleatoriedade ou casualização reduz ao mínimo a probabilidade de que os grupos observados sejam diferentes. Neste processo, a escolha dos sujeitos de um universo a subconjuntos do universo deveria se dar de tal forma que, ao considerar como universo todos os alunos da 3ª série do EM de uma escola, todo membro desse universo tivesse igual probabilidade de ser escolhido para compor os grupos da pesquisa.

No entanto, não foi possível realizar tão procedimento, pois as turmas já estavam previamente formadas na ocasião da pesquisa. Portanto, como não foi possível usar a

aleatoriedade na escolha dos grupos, foi utilizado o delineamento quase-experimental envolvendo grupo controle (GC) e grupo experimental (GE) (Figura 10). Neste contexto, o GC e o GE não possuem equivalência amostral. Os grupos são constituídos naturalmente e previamente à ação do pesquisador. Cabe ao pesquisador unicamente a decisão sobre qual dos grupos receberá o tratamento e quando.

Por questões práticas, foram selecionadas duas turmas da 3ª série do EM do turno da manhã. As turmas foram escolhidas por sugestão do professor da disciplina de Física da escola, e por questões de adequações ao horário. Uma das turmas, composta por 36 alunos, foi considerada grupo controle (GC), tendo aulas predominantemente tradicionais com o professor de Física, enquanto a outra turma, composta por 35 alunos, denominada grupo experimental (GE), teve aulas ministradas pelo professor pesquisador e foi subordinada ao tratamento, ou seja, à aplicação da UEPS. Ambas as turmas possuem alunos com a faixa etária entre 16 a 21 anos.

Figura 11 - Delineamento Quase-experimental



Fonte: elaborado pelo autor

Observou-se os dois grupos antes da aplicação do tratamento X. Esse processo foi realizado por meio da aplicação de um pré-teste e um questionário prévio de opinião aos dois grupos, ou seja, a observação foi a mesma em ambos. Em seguida, o GE foi submetido ao tratamento X, enquanto o GC não foi submetido. Após essa etapa, observam-se novamente os grupos, aplicando o mesmo pós-teste e o questionário final de opinião (MOREIRA, 2011b).

A utilização de pré-testes visa verificar estatisticamente se os dois grupos estavam em condições semelhantes antes da aplicação do tratamento, visto que não houve aleatoriedade na escolha dos sujeitos. Logo, é uma etapa importante para minimizar as limitações da pesquisa quase-experimental. Além disso, os testes aplicados antes e após a intervenção buscam verificar se houve evolução conceitual nas turmas, enquanto os questionários de opinião permitem avaliar o nível de motivação no estudo da Física.

4.1.3 Instrumentos de coleta e análise de dados

A coleta de dados se constituiu dos testes de conhecimento respondido pelos estudantes antes e depois das discussões dos conceitos de Eletrodinâmica, e de um questionário de levantamento de opinião.

4.1.3.1 Questionário prévio de opinião

Esse questionário (apêndice A) é importante para verificar os fatores motivacionais e atitudinais que afetam diretamente na aprendizagem, os quais podem interferir na atenção, no esforço, na persistência e concentração do aluno. Os questionários se mostraram o método mais adequado para obter tais informações nesta investigação, devido a limitações relativas ao tempo na prática docente, impossibilitando outros meios, como a entrevista.

As questões relativas ao interesse dos alunos pela Física foram adaptadas de outros questionários (LOPES, 2014) para o presente estudo, consistindo de oito questões objetivas, onde as respostas estão associadas em uma escala que varia na ordem: concordo totalmente, concordo parcialmente, indiferente, discordo parcialmente, discordo totalmente. E duas questões abertas a partir das quais os estudantes podem expressar sua opinião quanto a Física e outras disciplinas de seu interesse. As respostas dadas pelos alunos serão categorizadas e analisadas de acordo com suas características.

4.1.3.2 Questionário final de opinião

A TAS (AUSUBEL, 2000) considera que a predisposição para a aprendizagem é um fator primordial para que o aluno aprenda significativamente. Ou seja, apenas analisar o desempenho dos alunos nos testes não é suficiente para indicar a eficiência ou ineficiência da estratégia metodológica utilizada.

Nesta perspectiva, o questionário final de opinião (apêndice A e B) teve o objetivo de investigar se houve evolução na opinião dos alunos sobre o estudo da Física. Além disso, também foi utilizado para verificar se a metodologia utilizada provocou motivação. Pois seria incoerente os alunos obterem bons resultados nos testes de conhecimento, mas ficarem desmotivados e descontentes com a metodologia de ensino. Da mesma forma, se eles tivessem ficado satisfeitos e motivados com a metodologia, mas tirassem notas ruins.

O mesmo questionário foi aplicado antes e após a abordagem dos conteúdos, no GC e GE. No entanto, foram acrescentadas três questões no questionário final do GE, relativas à metodologia de ensino utilizada, UEPS. Para avaliar a qualidade dos questionários de opinião, buscou-se inicialmente verificar a fidedignidade do instrumento de medida por meio do cálculo estatístico do coeficiente alfa de Cronbach.

4.1.3.3 Pré-teste e pós-teste: Teste Silveira, Moreira e Artx (Teste SMA)

Aplicada antes e após a unidade de ensino, o teste SMA (apêndice C) representou a observação antes e após o tratamento (aplicação da UEPS), que ocorre no delineamento quase-experimental, e foi o mecanismo de verificação quantitativa dos indícios de aprendizagem significativa. Ou seja, os dados obtidos por meio desse teste foram submetidos a um tratamento estatístico. Vale ressaltar que os mesmos testes também foram aplicados no GC antes e após a abordagem dos conteúdos de eletrodinâmica, os quais, neste caso, foram apresentados numa metodologia tradicional de ensino.

O Teste SMA adotado para esta etapa foi elaborado e validado em 1989 para verificar se alunos de engenharia possuíam concepções científicas sobre os conceitos de circuitos elétricos simples. O teste é constituído por 14 questões elaboradas pelos autores e tiradas da literatura. Todas as questões possuem três alternativas, das quais uma corresponde à concepção científica e as outras duas referem-se a concepções alternativas (ANDRADE *et al.*, 2018).

Para facilitar a aplicação nas turmas, foram utilizadas apenas as dez primeiras questões. Os pré e pós-testes foram analisados estatisticamente por meio do teste de ganho normalizado de Hake, o qual visa verificar o ganho de aprendizagem, considerando a porcentagem de acertos no pré e pós-teste. Para verificar por meio dos pré-testes se as duas turmas eram semelhantes antes do tratamento, foi utilizado o teste U de Mann-Whitney para comparar as duas amostras independentes.

4.2 Metodologia de Ensino

Esta seção apresenta o processo de utilização da metodologia de ensino escolhida para desenvolver este trabalho, à qual é denominada Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Dessa forma, são abordados alguns conceitos relativos à UEPS, bem como a proposta de unidade de ensino sobre eletrodinâmica, motivo de estudo desta pesquisa.

4.2.1 A proposta geral da UEPS

Devido às dificuldades de desenvolver a prática experimental no ensino de Física na escola, a UEPS de eletrodinâmica propõe incentivar e investigar a realização de experimentação em sala de aula, adotando como alternativa viável a utilização de materiais simples e de baixo custo nas práticas experimentais, bem como a utilização de experimentos virtuais através de simulações computacionais e outras atividades interativas.

As UEPS são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, que em todas as etapas devem obedecer alguns princípios citados por Moreira (2011a):

- a) o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa;
- b) organizadores prévios relacionam os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios;
- c) situações-problema podem funcionar como organizadores prévios, despertando a pré-disposição do aluno para a aprendizagem significativa, e devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
- d) a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
- e) a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- f) um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos;
- g) a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica.

4.2.2 Unidade de ensino sobre Eletrodinâmica

Este tópico expõe as particularidades da sequência didática sobre os conceitos de eletrodinâmica. Ela foi dividida em etapas, conforme visto na seção 2. No Quadro 5, apresentam-se estas etapas, no qual é possível ter uma visão geral das atividades desenvolvidas, a descrição dos objetivos, e o tempo previsto para o desenvolvimento de cada uma delas. Vale ressaltar que após a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos fez-

se necessário realizar algumas adaptações na unidade de ensino, com vistas a atender as especificidades da turma.

Quadro 5 - Descrição das etapas da UEPS

(continua)			
ETAPA DA UEPS	ATIVIDADE/RECURSO UTILIZADO	DESCRIÇÃO E/OU OBJETIVOS	TEMPO PREVISTO (H/A)
CIRCUITOS ELÉTRICOS/ TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA NOS APARELHOS ELÉTRICOS/ CORRENTE ELÉTRICA			
2	Diálogo prévio; Aplicação do quiz Plickers (avaliação diagnóstica);	Levar o aluno a externalizar os conhecimentos prévios;	1
3	Exibição dos vídeos: “De onde vem a energia elétrica”; “Os curiosos – corrente elétrica”; Apresentação das simulações Phet: “circuito-bateria-resistor”; “sinal de circuito”.	Geração de subsunçores e organizadores prévios;	1
3	Prática Experimental: “Investigando uma lâmpada com uma pilha”; “os fusíveis”.	Situação problema em nível introdutório, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento;	2
4	Apresentação do conhecimento utilizando o programa Prezi; Aplicação do quiz Plickers.	Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva; Consolidar os conhecimentos.	2
RESISTÊNCIA ELÉTRICA E EFEITO JOULE			
5	Prática experimental “Como montar um limão elétrico”; Resolução de exercícios do livro em equipes.	Situações-problema/atividade colaborativa em níveis crescentes de complexidade, promovendo a reconciliação integradora;	2
5	Exibição dos vídeos “A eletricidade – choque elétrico”; “circuitos elétricos - resistores”; Apresentação das simulações Phet: “Lei de Ohm”; “Resistência em um fio”; Apresentação do conhecimento usando o programa Prezi; Aplicação do quiz Plickers.	Apresentação do conteúdo, retomando os aspectos mais gerais e estruturantes, porém em nível mais alto de complexidade; Consolidar os conhecimentos.	2

Quadro 5 - Descrição das etapas da UEPS

			(conclusão)
ETAPA DA UEPS	ATIVIDADE/RECURSO UTILIZADO	DESCRIÇÃO E/OU OBJETIVOS	TEMPO PREVISTO (H/A)
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES, CURTO-CIRCUITO, GERADORES E RECEPTORES			
6	Apresentação do conhecimento usando o programa Prezi; Apresentação das simulações Phet “Kit de construção de circuito (DC+AC)”, “Gerador”; Aplicação do quiz Plickers;	Apresentar o conhecimento dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora; Consolidar os conhecimentos.	2
6	Prática experimental com Robótica;	Propor novas situações-problema/ atividades colaborativas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores.	2
7, 8	Aula final integradora; Avaliação Somativa Individual;	Na avaliação somativa individual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência;	2

Fonte: elaborado pelo autor

Nos tópicos seguintes, serão abordados os estágios da implementação da UEPS em sala de aula, ou seja, as seguintes etapas: situação inicial, organizadores prévios, situações-problema, apresentação e aprofundamento do conhecimento, avaliação de aprendizagem e encontro final integrador.

4.2.2.1 Definição do tópico específico e contrato didático

O objetivo da UEPS foi auxiliar na compreensão dos conceitos relativos ao ensino de eletrodinâmica, os quais foram divididos em três tópicos:

- circuitos elétricos; transformação de energia nos aparelhos elétricos; e corrente elétrica;
- resistência elétrica e efeito joule;
- associação de resistores, curto-circuito, geradores e receptores.

Todos estes conteúdos foram trabalhados no período de um bimestre escolar. Ao concluir a abordagem de cada conjunto de tópicos, foi aplicado um *quiz*. Dessa forma, no total

foram aplicados três *quizzes* como avaliação formativa. Inicialmente, foram apresentados aos alunos o plano da disciplina, as regras e os objetivos a serem atingidos. Explicou-se que os conteúdos seriam trabalhados com uma abordagem diferente, utilizando recursos como: experimentos, simulações, *quizzes*, vídeos, debates, entre outros, e que seria fundamental a participação dos alunos nas atividades individuais e colaborativas para aprofundamento do conhecimento e obtenção das notas.

Foi estabelecido que as atividades de prática experimental com preenchimento do relatório, e aplicação de *quizzes*, valeriam como instrumentos de avaliação formativa. Neste caso equivaleram a duas notas parciais do bimestre. A terceira nota consistiu de uma avaliação somativa, que seria aplicada ao final da sequência didática. Essa nota também foi denominada como “nota bimestral”. Por meio da média aritmética dessas três notas seria obtida a nota final do aluno naquele bimestre para a disciplina de Física.

4.2.2.2 Situação inicial

Após os esclarecimentos sobre o contrato didático, foram criadas situações para instigar o aluno a externalizar seus conhecimentos prévios, recurso imprescindível para a aprendizagem significativa. Nesse sentido, inicialmente foi realizado um debate com o grande grupo utilizando questões que relacionam a eletrodinâmica a situações do dia-a-dia do aluno (QUADRO 6).

Quadro 6 - Questões sugeridas para o diálogo prévio

Q1	Já perceberam que em baterias, tais como a de celulares, há a descrição de sua voltagem? O que é a voltagem das baterias? Quais são as semelhanças e diferenças entre voltagem, tensão elétrica e diferença de potencial?
Q2	Alguém já tomou choque tocando em uma bateria de celular? Para tomar choque o que deve ocorrer? O que é o choque elétrico? E o que acontece no curto-circuito?
Q3	O que é corrente elétrica? Qual é a unidade de medida de corrente elétrica? O que é corrente contínua e corrente alternada? Qual é a diferença entre elas?
Q4	O ar conduz corrente elétrica? O que é o raio e por qual motivo ele passa pelo ar?
Q5	Já viram a descrição da potência elétrica em algum aparelho? Exemplifique. O que é potência elétrica e qual é sua unidade de medida?
Q6	Quais são as condições mínimas para que haja corrente elétrica em um circuito elétrico?
Q7	Quais elementos de circuito elétrico vocês conhecem? Qual é o papel de cada um desses elementos?

Fonte: LOPES (2014)

Como esse era o primeiro contato com o conteúdo, as questões foram trabalhadas em nível introdutório. O diálogo foi mediado pelo professor, o qual estimulou a exposição de ideias dos alunos sem fazer uma intervenção corretiva. O áudio dessa aula foi gravado para uma melhor conferência das concepções prévias dos estudantes, tendo sido transcritas num momento posterior.

Após o debate, foi realizado um *quiz Plickers* (FIGURA 12) com a turma sobre aparelhos elétricos de uso doméstico. Segundo Gonçalves Filho e Toscano (2016), a familiaridade dos alunos com esses aparelhos facilita a discussão sobre diversos temas, como: transformações de energia, potência, corrente elétrica, tensão e resistência elétrica. Além disso, a aplicação desse instrumento permitiu obter algumas concepções dos alunos sobre o tema (APÊNDICE D).

Figura 12 - Plickers sobre fundamentos de eletrodinâmica para verificar os conhecimentos prévios dos alunos

81%

Liquidificador, ventilador, batedeira, furadeira, barbeador elétrico... O que há de comum entre estes aparelhos elétricos?

- ☐ **A** Transformam outras formas de energia (mecânica, química,...) em energia elétrica e são denominados de fontes.
- ☐ **B** São elementos de comunicação e informação.
- ☐ **C** São dispositivos de segurança em um circuito elétrico.
- ☒ **D** Transformam a maior parte da energia elétrica que recebem da fonte em energia mecânica.

Fonte: elaborado pelo autor

Foram utilizadas 10 perguntas enfatizando questões do tipo: “o que há de comum entre estes aparelhos elétricos?”; “qual transformação de energia ocorreu nestes aparelhos?”; “o que acontece se uma geladeira for ligada numa tensão maior que a indicada pelo fabricante?”. As perguntas foram projetadas em *datashow* e os alunos escolheram a alternativa correta utilizando os cartões-resposta padrão do *Plickers*.

O *Plickers* apresenta algumas vantagens em comparação com outros recursos disponíveis. É necessário apenas um tablet ou celular para a leitura e armazenamento das

respostas, não requerendo internet durante a votação. Além disso, o *Plickers* disponibiliza a porcentagem de acertos da turma, tanto por questão quanto por aluno, fornecendo, assim, um *feedback* imediato. Durante a aplicação do *Plickers*, o professor fez, quando necessário, comentários sobre as questões antes de partir para a próxima pergunta.

4.2.2.3 Organizadores prévios

Após a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, foram verificadas poucas estruturas cognitivas relevantes nos estudantes, optou-se pela utilização de organizadores prévios. Segundo Moreira (2012), a aprendizagem significativa pressupõe a presença na estrutura cognitiva, de conceitos e ideias relevantes. Quando isso não ocorre, devem ser apresentados materiais introdutórios em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, os quais irão fornecer ancoradouro para o novo conhecimento.

Nesse sentido, foram utilizados vídeos e simulações computacionais com o objetivo de preparar o terreno para a introdução do conhecimento a ser ensinado. As atividades foram desenvolvidas buscando-se sempre envolver os alunos por meio de questionamentos e discussão sobre a temática e tiveram a duração de uma aula de 50 minutos.

Inicialmente, foram exibidos os vídeos: “De onde vem a energia elétrica” e “Os curiosos – corrente elétrica”. O primeiro vídeo faz parte de uma série de desenho animado de foco educacional, produzida pela TV Pinguim para a TV Escola. O vídeo está disponível no canal do YouTube “De onde vem?”⁴. O segundo faz parte do projeto ACESSA Física, promovido pelo Ministério da Educação (MEC), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e Fundo para o Desenvolvimento da Educação (FNDE), e desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Educação e Tecnologia de Formação a Distância (IBTF).

Os recursos educacionais produzidos por meio do projeto ACESSA Física estão disponíveis no Portal do Professor⁵ e no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)⁶. Os dois vídeos abordam assuntos mais gerais, como: a geração de energia elétrica, transformações de energia, e corrente elétrica, com uma discussão em torno da importância da eletricidade no cotidiano moderno.

⁴ <https://www.youtube.com/channel/UCEqlxM3b47mxLyStbDGa8xw>

⁵ <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>

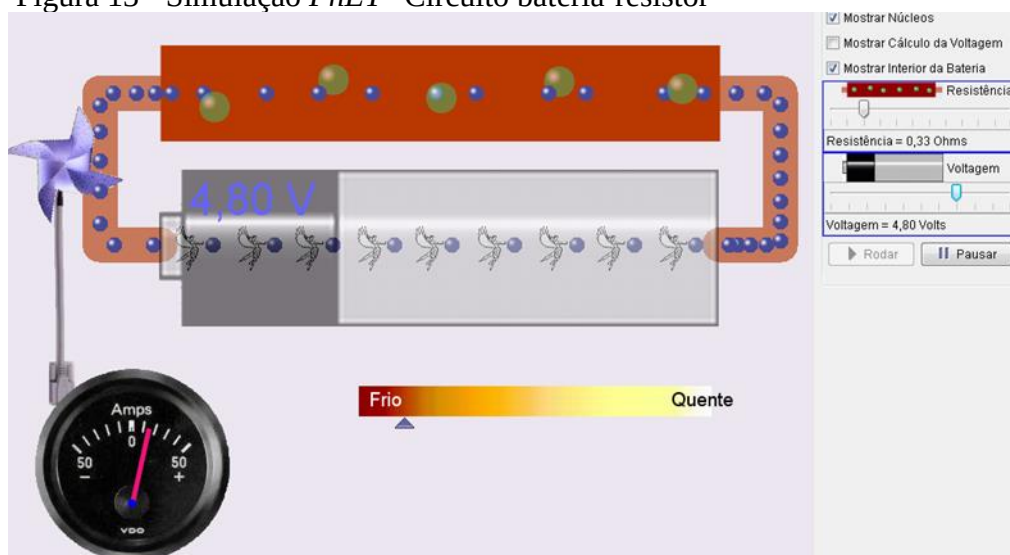
⁶ <https://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/587>

Em seguida, foram apresentadas as simulações *PhET*⁷: “circuito-bateria-resistor” e “sinal de circuito”. Vale ressaltar que o uso das simulações ao longo da UEPS foi feita de forma demonstrativa pelo professor, ou seja, os alunos não interagiram diretamente com a ferramenta.

O software de simulações *PhET* da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências. Nele estão disponíveis 99 simulações para a disciplina de Física. A utilização do *software* foi feita numa abordagem demonstrativa pelo professor, apresentando os experimentos virtuais por meio do *datashow*. Durante a atividade, à medida que o professor ia alterando uma variável, questionava os alunos quanto ao que aconteceria com as outras, enfatizando a relação entre elas.

A simulação “circuito-bateria-resistor” (FIGURA 13) visa demonstrar por meio de um circuito elétrico simples, a movimentação dos elétrons, à medida que se altera a resistência e a voltagem. Neste momento o professor fez os seguintes questionamentos aos alunos: Quando se aumenta ou diminui a resistência do resistor, o que acontece com a corrente no circuito? E com a velocidade das esferas azuis? E com a temperatura do resistor? E com as partículas verdes? E repetiu as mesmas perguntas para o caso de se aumentar ou diminuir a voltagem.

Figura 13 - Simulação *PhET* “Circuito bateria-resistor”



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/battery-resistor-circuit

Com a simulação “sinal de circuito” (FIGURA 14), foi possível visualizar o sentido de deslocamento dos elétrons ao acender as lâmpadas. Dessa forma, o aluno pôde entender o que ocorre quando o interruptor é ligado e identificar se as esferas azuis representam cargas

⁷ https://phet.colorado.edu/pt_BR/

positivas ou negativas. Os alunos foram questionados se ao ligar o interruptor, a lâmpada acende imediatamente, e por quê.

Um assunto que pode ser trabalhado na primeira simulação é quanto à origem dos elétrons formadores da corrente elétrica, pois os alunos podem exprimir concepções alternativas sobre este tema. Na segunda simulação, alguns assuntos podem ser explorados, como: o sentido real e convencional da corrente elétrica, e a diferença entre circuito aberto e fechado.

Figura 14 - Simulação *PhET* “Sinal de Circuito”



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/signal-circuit

Logo, espera-se que os conceitos trabalhados nesta simulação possam contribuir na construção de concepções científicas na estrutura cognitiva dos alunos de forma interativa e motivadora.

4.2.2.4 Situação-problema inicial

Neste momento, foram propostas situações-problema em nível introdutório com intuito de dar sentido aos novos conhecimentos, ou seja, para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2011a), o papel do professor é, entre outras coisas, de provedor de situações-problema cuidadosamente selecionadas. Nessa abordagem, as situações-problema podem envolver o tópico em pauta, mas não ainda para ensiná-lo. Entretanto, é fundamental que os alunos possam enxergá-las como problemas.

Para isso, foram escolhidas duas atividades de prática experimental com materiais de baixo custo e simples execução. A escolha dos experimentos levou em conta alguns aspectos, como a ausência de laboratório de Física na escola, e o nível de conhecimento dos alunos. As atividades foram realizadas em grupos com duração de duas aulas de 50 minutos cada. Os alunos foram direcionados para a sala de multimeios, pelo fato do local fornecer uma estrutura Física mais adequada para a realização da atividade. Ao final, retornaram para sala de aula habitual. O mesmo procedimento foi adotado nos demais dias que ocorreram atividades práticas experimentais.

Os alunos receberam um relatório do experimento impresso (APÊNDICE E), constando o título do experimento, os objetivos esperados, materiais utilizados e procedimentos a seguir. Dessa forma, os alunos puderam acompanhar o passo a passo da atividade. Ao concluir a parte prática, os alunos responderam um pequeno questionário para aferir a compreensão dos mesmos quanto às atividades desenvolvidas.

A primeira prática, denominada “investigando uma lâmpada com uma pilha”, buscou introduzir o conceito de circuito elétrico. O aluno pôde testar várias possibilidades de ligar a pilha à lâmpada com o fio, para fazer a lâmpada acender (FIGURA 15). Alternando a quantidade de pilhas, o aluno pôde observar mudanças na intensidade do brilho da lâmpada.

Figura 15 - Prática experimental “investigando uma lâmpada com uma pilha”



Fonte: elaborado pelo autor

A segunda prática está relacionada aos dispositivos de segurança nos circuitos elétricos e é intitulada “o fusível”. Com essa tarefa, os alunos puderam compreender o funcionamento do fusível e sua função de interromper o circuito ao ser percorrido por uma corrente muito excessiva utilizando um fiapo de palha de aço para representar esse dispositivo (FIGURA 16).

Figura 16 - Prática experimental “o fusível”



Fonte: elaborado pelo autor

Por meio das práticas experimentais realizadas nesta etapa, conseguiu-se trazer o conteúdo para mais próximo da realidade do aluno, contribuindo para que este se sinta mais atraído no processo de ensino, e conseqüentemente, para uma aprendizagem mais significativa.

4.2.2.5 Apresentação do conhecimento

Nesta etapa foram apresentados os conhecimentos a serem ensinados, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, abordando os assuntos mais importantes da unidade de ensino, mas sempre exemplificando, apresentando alguns aspectos específicos. Segundo

Moreira (2012), a aprendizagem seria facilitada se o professor começasse com uma visão geral, em nível de abstração mais alto, procurando fazer a “ponte” entre aquilo que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente o conteúdo da aula.

Nesta perspectiva, foram abordados o primeiro tópico da UEPS de eletrodinâmica: circuitos elétricos; transformações de energia nos aparelhos elétricos; caracterização dos aparelhos elétricos e de suas fontes; e corrente elétrica (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2016). Foi adotada como estratégia a aula expositiva dialogada, na qual o conteúdo é exposto ao mesmo tempo em que o professor leva os estudantes a questionarem, interpretar e discutirem o objeto de estudo. Para isso, é fundamental que os conhecimentos prévios dos estudantes sejam considerados e tomados como ponto de partida.

Para auxiliar neste processo, foi utilizado um recurso computacional, o software de apresentação *Prezi* (FIGURA 17). O *Prezi* é uma ferramenta para construção de apresentação de slides organizado em HTML5, que utiliza as vantagens da computação em nuvem, e possui diferentes modalidades de zoom e rotações, oferecendo um grande impacto e apelo visual. A plataforma utiliza o conceito de mapas mentais, e dessa forma permite a liberdade criativa e a possibilidade de adicionar elementos às apresentações, em um formato não linear.

Figura 17 - Software de apresentação Prezi



Fonte: elaborado pelo autor

Além disso, disponibiliza uma versão gratuita que roda a partir do navegador. A apresentação utilizada nesta etapa está disponível para acesso público em: <https://prezi.com/p/sbt1xt3q8nx7/eletrodinamica-aparelhos-e-circuitos-eletricos-parte-1/>.

Por fim, foi aplicado um *quiz Plickers* com 10 perguntas, como avaliação formativa referente ao primeiro tópico de ensino da UEPS (APÊNDICE F). O intuito desta atividade é consolidar os novos conhecimentos adquiridos, de forma que todos os alunos possam participar ativamente. Durante a aplicação, os alunos podem obter um *feedback* imediato, visualizando por meio do projetor de imagens a porcentagem de respostas para cada item das questões, e ao final do *quiz*, a porcentagem de acertos de cada aluno é disponibilizada, bem como o aproveitamento da turma de modo geral.

4.2.2.6 Novas situações-problema

Após a apresentação do conhecimento, novas situações-problema foram propostas em níveis crescentes de complexidade, promovendo a reconciliação integradora, ou seja, destacando as semelhanças e diferenças em relação à primeira prática experimental e exemplos já trabalhados.

A atividade foi realizada em pequenos grupos, visto que a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (MOREIRA, 2011a). Da mesma forma, como na prática anterior, os alunos receberam um relatório impresso para auxiliar na atividade (APÊNDICE G). O experimento denominado “Como montar um limão elétrico” consistiu em construir uma pequena pilha usando um par de metais e alguns limões ou batatas. O objetivo era acender uma pequena lâmpada ou leds (FIGURA 18).

Para isso, os alunos foram direcionados a investigar se isso era possível, testando várias possibilidades de montagens e identificando as diferenças entre elas. Nesta atividade, os alunos também realizaram medições de tensão utilizando um multímetro. Com essa atividade, foi possível trabalhar conceitos relativos aos circuitos elétricos, elementos do circuito, diferença de potencial, instrumentos de medidas e associações em série e paralelo (FIGURA 19). Durante os procedimentos, os alunos foram respondendo algumas questões presentes no relatório.

Figura 18 - Prática experimental usando limões



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 19 - Prática experimental usando batatas



Fonte: elaborado pelo autor

Em seguida, foi proposta outra atividade colaborativa que também levou os alunos a interagirem socialmente, negociando significados. Essa atividade consistiu na resolução de problemas do livro didático, tendo o professor como mediador do processo. Os alunos foram estimulados a apresentar pelo menos uma das resoluções para os demais colegas no quadro branco.

Apesar do descrédito que a utilização de exercícios vem sofrendo, Ausubel (2000) destaca a importância da utilização desta prática pedagógica no processo de ensino, pois segundo o autor, essa atividade eleva a aprendizagem por meio da exposição do aprendiz às tentativas multicontextuais e, além disso, diferencia, simultaneamente, de outras, de formação de conceitos, semelhantes e competitivas.

4.2.2.7 Aprofundando o conhecimento

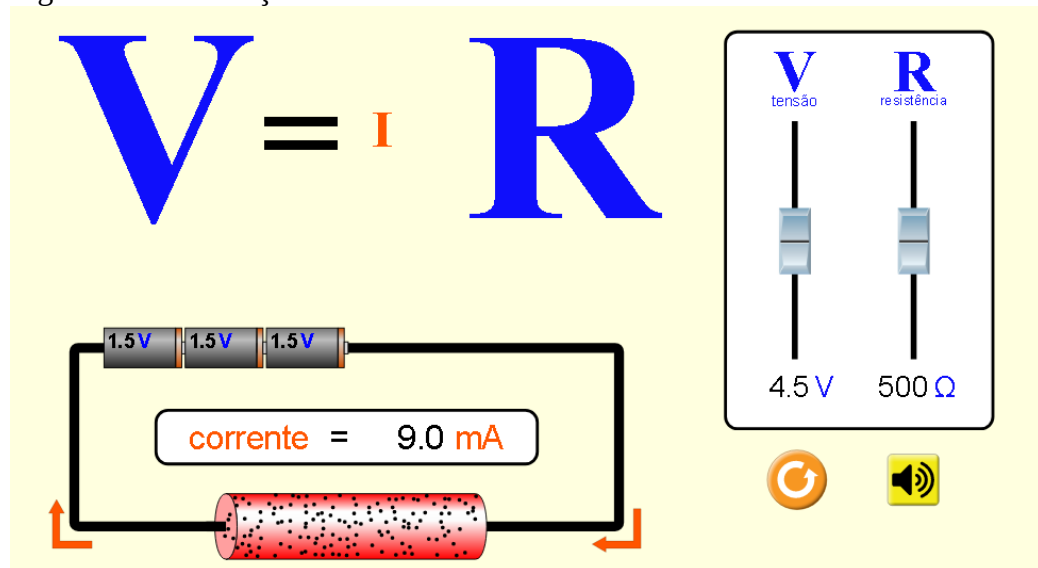
Nesta etapa foi trabalhado o segundo tópico de conhecimentos da UEPS de eletrodinâmica, ou seja, os conceitos de resistência elétrica e efeito Joule. Inicialmente, foram apresentados dois vídeos, que fazem parte do projeto audiovisual “Física Vivencial: uma aventura do conhecimento”⁸, promovido pelo MEC, MCT, e FNDE, com execução do Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE). Um trabalho que contempla mais de 2000 objetos educacionais digitais.

O primeiro vídeo, denominado “A eletricidade nossa de cada dia”, retrata assuntos como: choque elétrico, riscos e cuidados necessários, exemplificando com situações do cotidiano. O segundo vídeo, intitulado “Circuitos elétricos”, retomou os assuntos: transformações de energia, corrente elétrica e curto-circuito do tópico anterior. E introduziu os conceitos de resistência elétrica, leis de Ohm, materiais condutores e efeito joule.

Na sequência, foram trabalhadas duas simulações computacionais projetadas por meio do aparelho de *datashow*. O simulador *PhET* – “lei de Ohm” (FIGURA 20) tem o intuito de levar o aluno a identificar a relação de proporção entre as grandezas elétricas: tensão, corrente e resistência, permitindo que se altere o valor da resistência e da voltagem. Normalmente os estudantes não têm ideia da relação entre estas três grandezas físicas no circuito elétrico simples. Por isso, é importante que sejam bem abordados.

⁸ <http://www.fisicavivencial.pro.br/>

Figura 20 – Simulação *PhET* “lei de Ohm”



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_pt_BR.html

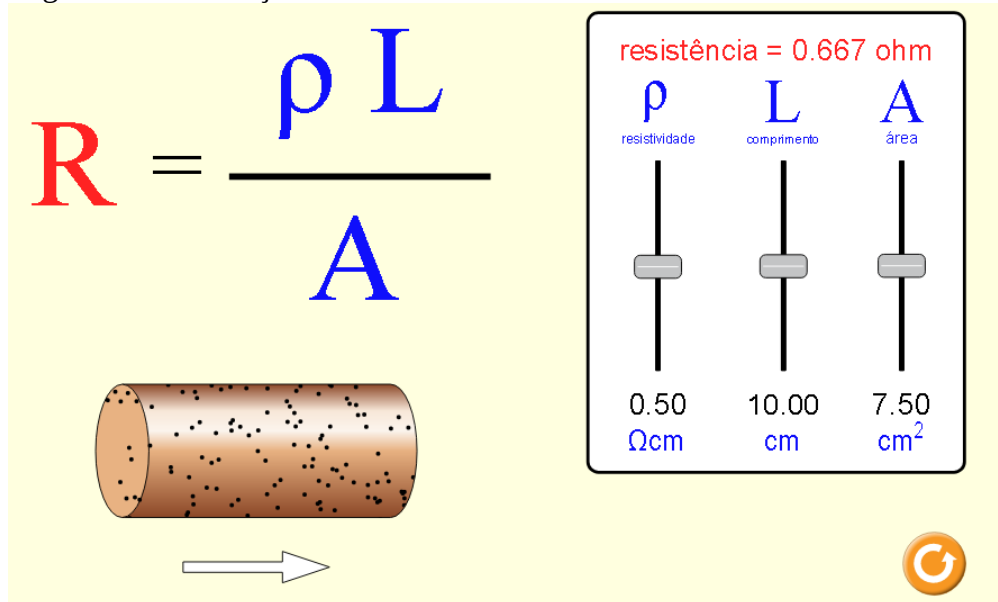
O simulador *PhET* – “resistência em um fio” (FIGURA 21) visa identificar quais grandezas interferem na resistência elétrica de um condutor e as relações de proporcionalidades entre elas. Ao mexer nos controles deslizantes, a equação é alterada e a estrutura do fio, modificada. As letras que representam as grandezas aumentam ou diminuem de tamanho, de acordo com os valores adotados, facilitando a percepção dos alunos. Podem-se trabalhar as seguintes questões: Como aumentar ou diminuir a resistência no fio? Se a área de um fio é dobrada, como a resistência muda? A resistividade de um material pode ser alterada? O que acontece com a corrente elétrica quando o fio se torna mais longo ou mais fino?

Vale ressaltar que neste período os alunos puderam participar, fazendo observações, perguntas e intervenções sobre o assunto. Com a exposição dos vídeos e simulações, o tópico em estudo foi introduzido e discutido. Porém, essa abordagem foi complementada por meio da apresentação do conhecimento de forma mais organizada, usando o programa *Prezi*, numa breve exposição oral feita pelo professor. Foram retomados aspectos mais gerais sobre os circuitos elétricos, porém em níveis mais altos de complexidade e, em seguida, especificando e aprofundando com seguintes assuntos: estudo dos resistores e leis de Ohm.

Para finalizar, foi aplicado o segundo *quiz Plickers* como avaliação formativa, pois como previsto antes, seria aplicado um *quiz* ao final de cada tópico para verificar a compreensão dos estudantes, envolvê-los no processo de ensino e aprendizagem e para que

eles pudessem obter um retorno imediato quanto ao nível do próprio desenvolvimento (APÊNDICE H).

Figura 21 - Simulação *PhET* “Resistência em um fio”



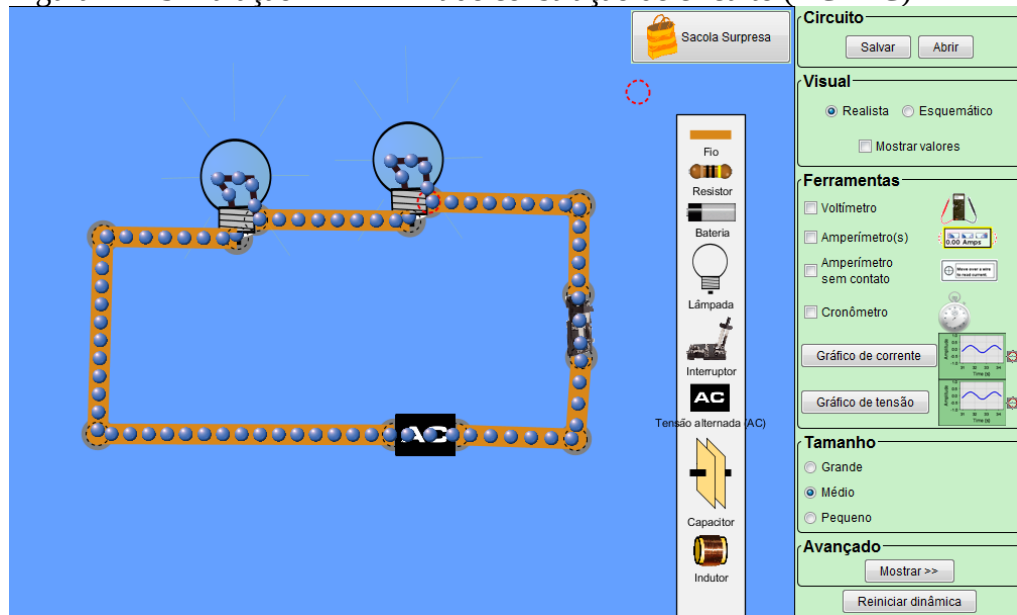
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_pt_BR.html

No encontro seguinte, o conhecimento foi aprofundamento, por meio da abordagem do tópico 3: associação de resistores, curto-circuito, geradores e receptores, numa duração de 2 horas/aula de 50 minutos. Para introduzir os novos conceitos, foram apresentadas de forma demonstrativa as simulações *PhET* “Kit de construção de circuito (DC+AC)” (FIGURA 22) e “Gerador” (FIGURA 23).

Com o simulador *PhET* Kit de construção de circuito, foi possível montar circuitos mais complexos com associações de resistores em série, em paralelo e mista, aplicar as leis de ohm para obter medidas e utilizar o voltímetro e o amperímetro do simulador para conferir os resultados. Nesta simulação, os componentes são arrastados da caixa de ferramentas para criar circuitos. A versão também disponibiliza os gráficos da corrente e tensão em função do tempo.

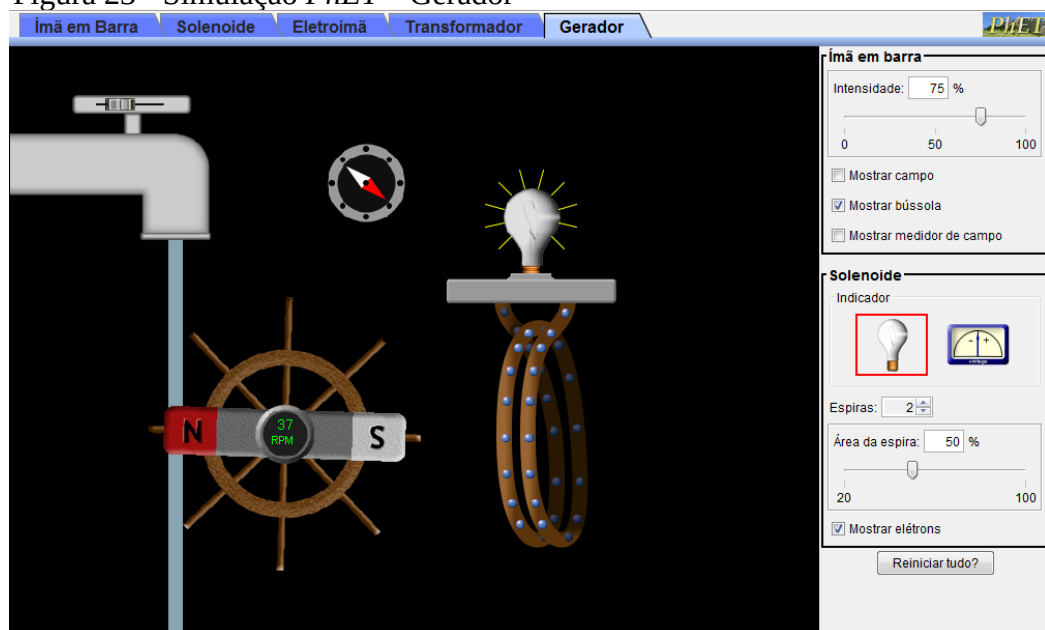
Além disso, a simulação “Gerador” foi útil para exemplificar o funcionamento de um gerador elétrico, mostrando como um ímã pode fazer uma lâmpada acender. No entanto, não foram retratados os tópicos sobre indução, lei de Faraday e campo magnético, visto que este aprofundamento não fazia parte dos conteúdos desta UEPS.

Figura 22 - Simulação *PhET* “Kit de construção de circuito (DC+AC)”



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac

Figura 23 - Simulação *PhET* “Gerador”



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator

Em seguida, com o auxílio do programa de apresentação *Prezi*, o conteúdo foi apresentando, reforçando os tipos de associação de resistores e suas características, e como calcular a resistência equivalente nos circuitos. Foi citado quando ocorre um curto-circuito e sua representação. E, por fim, foram retratados as equações, representações e gráficos dos geradores e receptores. Durante essa exposição oral dialogada, alguns exercícios foram resolvidos para exemplificar cada caso. Ao final do encontro, foram aplicados o terceiro e

último *quiz Plickers* como avaliação formativa, com 10 perguntas relativas a esse tópico de estudo (APÊNDICE I).

4.2.2.8 Situações-problema mais complexas

Concluindo a unidade de ensino, foram propostas novas situações-problema em nível mais alto de complexidade em relação às situações anteriores. A atividade consistiu de uma prática experimental, envolvendo Robótica educacional (APÊNDICE J). A plataforma utilizada no experimento, denominada de “Roboard”, é uma plataforma que utiliza dois motores de corrente contínua de 3 - 6 volts acoplados em engrenagens que aumentam seu torque sem diminuir a sua velocidade. Na parte superior da plataforma há uma matriz de contatos de 400 furos, um interruptor, barras de terminais para conexões dos motores e da bateria e um LED indicador (FIGURA 24).

Vale ressaltar que antes de iniciar a prática, os alunos receberam uma breve orientação sobre o funcionamento da *protoboard*, destacando a importância da sua utilização com circuitos elétricos em laboratório. Com o relatório impresso em mãos, os alunos seguiram o passo a passo das tarefas para fazer o Roboard se movimentar.

Figura 24 - Plataforma robótica - Roboard

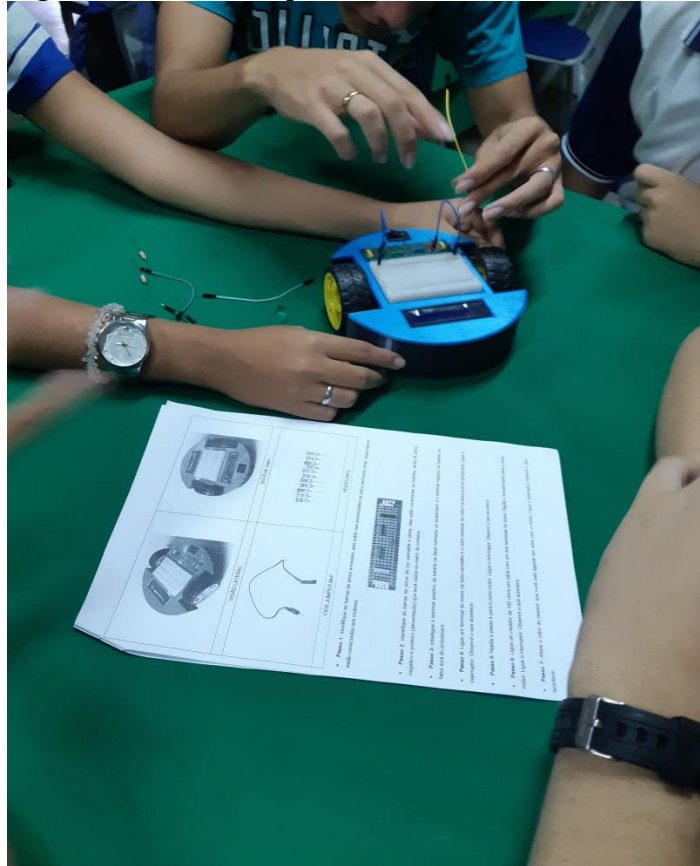


Fonte: elaborado pelo autor

Neste processo, eles completaram o circuito da plataforma robótica através da utilização de resistores de diferentes resistências e fios jumpers, na matriz de contatos (*protoboard*). Por meio de diferentes arranjos, os alunos puderam observar mudanças na

movimentação do Roboard, pois ora a plataforma se movia para frente, ora para trás, ou girava no sentido horário ou anti-horário (FIGURA 25).

Figura 25 - Prática experimental com robótica



Fonte: elaborado pelo autor

A atividade foi realizada em pequenos grupos, com os quais, além dos procedimentos práticos, os alunos responderam um questionário de 6 questões relativas ao experimento. A prática foi finalizada com a discussão em grande grupo mediada pelo professor. Após esta atividade, foi realizada uma aula expositiva dialogada integradora final

4.2.2.9 Encontro final integrador

Nesta aula foi retomado todo o conteúdo ensinado, revisando os conteúdos e atividades desenvolvidas. Destacaram-se os fundamentos da eletrodinâmica, enfatizando o estudo da corrente elétrica e da resistência elétrica no circuito simples. Por meio dos *quizzes* aplicados anteriormente, foram verificados os assuntos em que os alunos encontraram maiores dificuldades de compreensão. Isso foi feito conferindo-se a porcentagem de acertos em cada

questão. Aquelas que obtiveram uma porcentagem relativamente baixa (menos que 60% de acertos) foram retomadas por meio de situações-problema semelhantes, as quais foram resolvidas em equipes e discutidas no grande grupo com a mediação docente.

Nesse momento, os alunos também foram estimulados a externalizar suas dúvidas sobre o conteúdo ou possíveis exercícios do livro didático que não conseguiram desenvolver. E o professor procurou esclarecê-las todas, apresentando a solução no quadro branco, quando necessário.

4.2.2.10 Avaliação Somativa

Quanto à avaliação somativa individual, foram selecionadas 10 questões objetivas de ENEM e outros vestibulares, das quais algumas foram adaptadas (APÊNDICE K). De acordo com Moreira (2011a), após o sexto passo da UEPS, devem ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e alguma capacidade de transferência. Entretanto, a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa.

Portanto, neste capítulo foram retratados alguns aspectos referentes à metodologia de pesquisa e de ensino relativos ao desenvolvimento deste trabalho. Consequentemente, a próxima seção abordará a apresentação e análise dos resultados, a qual abrange um conjunto de respostas obtidas por meio dos questionários e testes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção apresenta os resultados obtidos por meio do teste SMA e questionário de opinião, suas análises e reflexões, buscando assim verificar o potencial significativo da unidade de ensino. Dessa forma, a subseção 5.1 apresenta e discute os resultados obtidos por meio do pré-teste e pós-teste, comparando o desempenho dos alunos do GE e GC. Em seguida, na subseção 5.2, analisam-se os resultados dos questionários de opinião para avaliar se a metodologia proporcionou motivação nos alunos.

5.1 Resultados e discussão dos testes

Conforme descrito na subseção 4.1.2, a pesquisa foi realizada em duas turmas da 3ª série do EM da EEMTI Irapuan Cavalcante Ribeiro, denominadas grupo experimental (GE) e grupo controle (GC), durante o primeiro bimestre de 2018. Em ambos os grupos, foram aplicados testes em dois momentos: antes do início das aulas, denominado pré-teste, e após o encerramento do conteúdo, denominado pós-teste.

O pré-teste foi aplicado em 26 alunos do GE e 32 alunos do GC. Já no pós-teste, apenas 24 alunos do GE e 23 alunos do GC responderam às questões. Considerando que nem todos os alunos responderam o pré-teste e/ou o pós-teste, decidiu-se utilizar apenas os dados referentes aos alunos que responderam aos dois instrumentos, a fim de propiciar condições equivalentes. Dessa forma, a amostra analisada ficou com 19 alunos do GE e 23 alunos do GC. Os resultados dos pré-testes estão disponíveis no Apêndice L, onde está detalhado a porcentagem de acertos por aluno e por questão.

Para analisar os resultados dos testes e questionários, foi utilizada como ferramenta a estatística. De acordo com Moreira (2011b), esta é uma boa estratégia para abordar a análise dos dados antes de coletá-los, evitando-se assim que os números obtidos não tenham muito a ver com as questões elencadas.

Inicialmente foi utilizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk nos resultados do pré-teste, para verificar se os dados apresentavam uma distribuição normal ou não, e consequentemente definir se a estatística a ser trabalhada deveria ser paramétrica ou não paramétrica. Vale ressaltar que esse teste é indicado em caso de amostras com menos de 50 elementos. Para isso, foram utilizadas as seguintes hipóteses para testes de normalidade:

- a) hipótese inicial (H_0): Os dados da variável estudada se originam de uma distribuição normal;

b) hipótese alternativa (H_1): Os dados da variável estudada não se originam de uma distribuição normal.

Por convenção, o nível de significância adotado é de 5%. Portanto, se $p\text{-valor} > 0,05$, não se rejeita a hipótese nula. Os resultados demonstraram uma diferença de significância do valor p entre os grupos (TABELA 4). O grupo controle, com $p = 0,010$, atende a hipótese alternativa, ou seja, de acordo com o resultado, os dados não se originam de uma distribuição normal. Enquanto o grupo experimental, com $p = 0,062$ confirma a hipótese nula, que diz que os dados apresentam uma distribuição normal. Considerando que se trata de uma amostra relativamente pequena ($N < 30$), estes resultados mostraram indícios de que os dados não apresentam uma distribuição normal, o que aponta, portanto, a utilização de uma estatística não-paramétrica.

Tabela 4 - Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk do pré-teste

Pré-teste	Shapiro-Wilk		
	Estatística	Tamanho da amostra (N)	Significância
Grupo Controle	0,879	23	0,010
Grupo Experimental	0,906	19	0,062

Fonte: elaborado pelo autor

No entanto, devido à diferença de resultado entre os dois grupos, utilizou-se o coeficiente de variação de Pearson (CV) para verificar se as amostras são homogêneas ou heterogêneas, pois esta é uma outra maneira de identificar uma distribuição normal ou não. O coeficiente de variação trata-se de uma medida relativa de dispersão, e é calculado por meio da expressão (EQUAÇÃO 1):

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde: S = desvio-padrão amostral e $\bar{X}$ = média amostral

Como é possível observar na Tabela 5, o grupo experimental apresenta $CV = 50,78368\%$ e o grupo controle $CV = 41,01761\%$. De acordo com as regras empíricas para interpretação do coeficiente de variação, se $CV \geq 30\%$, há uma elevada dispersão, ou seja, os dados são heterogêneos. Nesses casos, a representatividade da média aritmética como medida de posição é ruim (MARTINS; DOMINGUES, 2014). Estes resultados reforçam os obtidos por meio do teste Shapiro-Wilk e nos levam a concluir que a estatística não-paramétrica é a mais indicada neste caso.

Tabela 5 - Resultados do coeficiente de variação de Pearson (CV) do pré-teste

	Grupo experimental	Grupo controle
Média ($\bar{X}$)	3,8421	4,0870
Desvio padrão (S)	1,95116	1,67639
Coeficiente de variação (CV)	50,78368%	41,01761%

Fonte: elaborado pelo autor

Após a identificação da estatística a ser utilizada, buscou-se verificar se as turmas eram semelhantes entre si em termos de conhecimento antes da aplicação da UEPS, ou seja, se elas foram tiradas da mesma população. Para isso, os resultados do pré-teste foram submetidos ao Teste estatístico U de Mann-Whitney, o qual é um teste não-paramétrico que pode ser utilizado quando as amostras são consideradas independentes. Ao contrário do Teste t, que testa a igualdade das médias, o Teste de Mann-Whitney (U) testa a igualdade das medianas.

O teste paramétrico (Teste t) para igualdade de médias exige populações com distribuições normais de mesma variância (S^2). Já o Teste U de Mann-Whitney pode ser aplicado para variáveis intervalares ou ordinais (MARTINS; DOMINGUES, 2014). No caso em estudo, têm-se os valores de variância diferentes, no GC ($S^2 = 2,810$) e no GE, ($S^2 = 3,807$).

Portanto, para verificar a semelhança no desempenho entre os dois grupos, são adotadas duas hipóteses mostradas a seguir:

- a) hipótese inicial (H_0): não há diferença estatística entre o desempenho do grupo controle e o desempenho do grupo experimental antes da aplicação do tratamento;
- b) hipótese alternativa (H_1): há diferença estatística entre o desempenho do grupo controle e o desempenho do grupo experimental antes da aplicação do tratamento.

O Teste U de Mann-Whitney para o pré-teste obteve os valores $U = 184,5$ e $p\text{-valor} = 0,382$ (TABELA 6). Como $p\text{-valor} > 0,05$ (nível de significância), conclui-se que os dois grupos são estatisticamente semelhantes. Logo, a hipótese alternativa é rejeitada e pode-se considerar que os grupos são equivalentes em termos de conhecimentos prévios antes do início das aulas.

Depois da comprovação de semelhanças estatísticas, os grupos foram submetidos às intervenções didáticas. No GE foi aplicada a UEPS de Eletrodinâmica, e no GC houve aulas tradicionais, exclusivamente expositivas. Ao final deste período, os alunos foram submetidos novamente, após aviso prévio, ao teste de conhecimento com 10 questões, idêntico ao inicial.

Os resultados do pós-teste para as turmas controle e experimental estão disponíveis no apêndice L, com a porcentagem de acertos por aluno e por questão.

Tabela 6 - Resultados do Teste U de Mann-Whitney para o pré-teste

	Tamanho da amostra (N)	Posto Médio	Soma de Postos
Grupo controle	23	22,98	528,5
Grupo experimental	19	19,71	374,5
U de Mann-Whitney = 184,5			
Z = -0,874			
p-valor = 0,382			

Fonte: elaborado pelo autor

Para verificar se após a intervenção as turmas continuavam estatisticamente semelhantes ou se houve mudanças de desempenho entre elas, evidenciando aprendizagem, foi aplicado novamente o Teste U de Mann-Whitney, agora no pós-teste. Foram adotadas as mesmas hipóteses do pré-teste:

- a) hipótese inicial (H_0): não há diferença estatística entre o desempenho do grupo controle e o desempenho do grupo experimental após a aplicação do tratamento.
- b) hipótese alternativa (H_1): há diferença estatística entre o desempenho do grupo controle e o desempenho do grupo experimental após a aplicação do tratamento.

Nesta análise, foi obtido $U = 119$ e $p\text{-valor} = 0,011$ (TABELA 7). Para nível de significância de 5%, observou-se que houve diferenças significativas entre os grupos, pois $p\text{-valor} < 0,05$. Isto comprova a hipótese alternativa que diz que há diferença estatística entre o desempenho do grupo controle e o desempenho do grupo experimental após a aplicação do tratamento.

Tabela 7 - Resultados do Teste U de Mann-Whitney para o pós-teste

	Tamanho da amostra (N)	Posto Médio	Soma de Postos
Grupo controle	23	17,17	395
Grupo experimental	19	26,74	508
U de Mann-Whitney = 119			
Z = -2,549			
p-valor = 0,011			

Fonte: elaborado pelo autor

Por meio dos resultados do Teste U de Mann-Whitney para o pós-teste, pode-se inferir que houve influência da metodologia de ensino utilizada no GE, ou seja, na utilização da sequência didática proposta por Moreira (2011a), podendo implicar em indícios de aprendizagem significativa em comparação à metodologia tradicional.

Ao verificar que a UEPS com experimentação aplicada ao GE contribuiu para a aprendizagem dos alunos, buscou-se medir qual o ganho de aprendizagem nos grupos. Para isso, foi utilizado o teste denominado ganho normalizado (g) ou ganho de Hake. O ganho normalizado g , modelo proposto por Hake (1998), é definido como (EQUAÇÃO 2):

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré} \quad (2)$$

Onde %pré corresponde à nota do pré-teste e %pós corresponde à nota do pós-teste.

De acordo com Hake (1998), o ganho de aprendizagem é classificado da seguinte maneira: ganho baixo $g < 0,30$; ganho médio $0,30 \leq g < 0,70$; e ganho alto $g \geq 0,70$ para metodologias de engajamento interativo. Os resultados para o GC e GE foram respectivamente $g_{GC} = -0,087$ e $g_{GE} = 0,21$ (TABELA 8). Estes resultados mostram que o GE obteve um ganho baixo, diferente do esperado para métodos não-tradicionais de ensino. Portanto, segundo a classificação do ganho de Hake, a metodologia não foi efetiva, ou seja, não houve um ganho significativo de aprendizagem.

Tabela 8 - Dados comparativos do ganho de Hake

	Grupo Controle	Grupo Experimental
Número de alunos	23	19
Porcentagem de acertos no pré-teste (%pré)	40,86%	38,42%
Porcentagem de acertos no pós-teste (%pós)	35,65%	51,42%
Média de acertos no pré-teste	4,09	3,84
Média de acertos no pós-teste	3,57	5,16
Ganho absoluto	-	13,15%
Ganho normalizado	-0,087	0,21

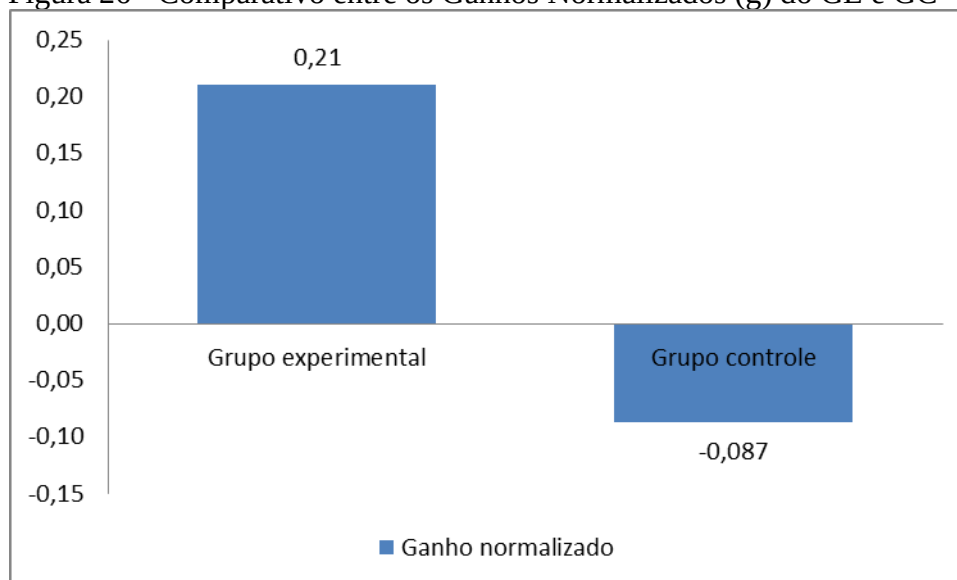
Fonte: elaborado pelo autor

Porém o ganho de aprendizagem do GE pode ser considerado relevante, pois foi superior ao do GC, o qual não obteve evidências de ganho de aprendizagem (FIGURA 26). A literatura internacional mostra que as aulas tradicionais têm um ganho normalizado entre 0,1 e 0,2, e os métodos de aprendizagem interativa têm um ganho entre 0,49 e 0,74 (HAKE, 1998). No entanto, esses valores correspondem a realidades educacionais diferentes com populações diferentes. Na literatura nacional, os valores encontrados são bem diferentes do que o autor sugere.

Em uma pesquisa recente, Diniz (2015) utilizou a metodologia *Peer instruction* com 28 alunos da 1ª série do ensino médio do colégio público federal João XXIII, vinculado à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O ganho de Hake da turma foi de 0,10.

Segundo o autor, a metodologia não foi efetiva segundo o ganho de Hake, porém houve evolução nas notas dos alunos. O GE da presente pesquisa obteve ganho maior do que encontrado em Diniz (2015).

Figura 26 - Comparativo entre os Ganhos Normalizados (g) do GE e GC



Fonte: elaborado pelo autor

Em outro trabalho, Santos (2015) utilizou a metodologia da Instrução pelos Colegas (IpC) nos cursos de Ciências Exatas e Engenharia da Universidade Federal de Itajubá em comparação com a metodologia tradicional e obteve ganho g 0,20 e 0,17 para as duas turmas em que foi utilizada a metodologia IpC. O autor destaca que, apesar dos resultados estarem abaixo dos estimados por Hake (1998), indicam que a compreensão dos conceitos na turma em que foi utilizada a metodologia IpC foi superior ao da turma que utilizou a metodologia tradicional. Os valores do ganho g encontrados em Santos (2015) são semelhantes aos valores encontrado nesta pesquisa.

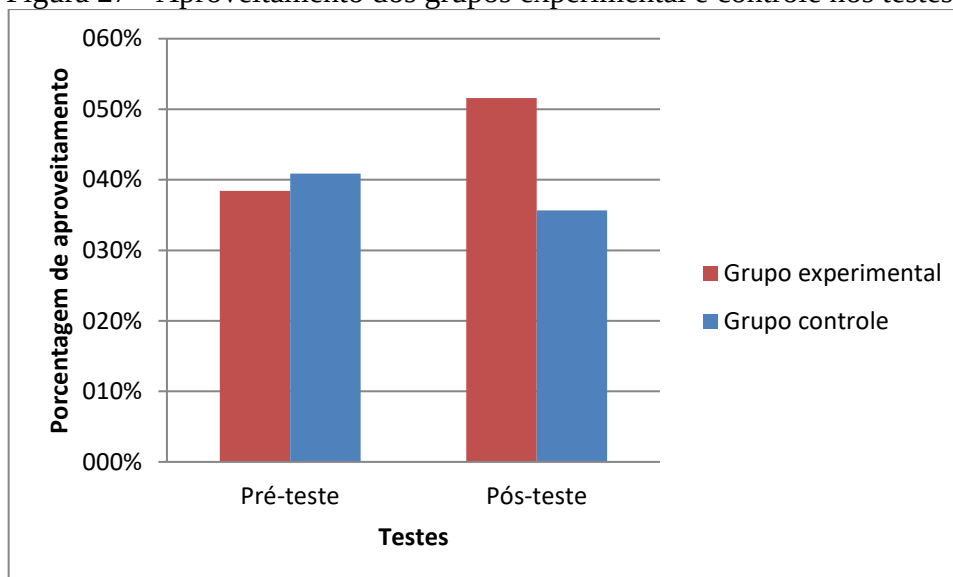
Araújo *et al.* (2017) publicou resultados de uma pesquisa aplicada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus Pinheiral, em sete turmas do ensino médio regular, nas quais foi utilizado o método de aprendizagem *Peer Instruction*. Como resultado, 4 turmas obtiveram ganhos g baixo, com valores entre 0,12 e 0,26. E 3 turmas tiveram ganho g médio, com valores entre 0,33 e 0,37. Por meio destes exemplos, pode-se concluir que os números apresentados por Hake são relativamente altos, quando comparados aos descritos na literatura nacional.

Portanto, nesta pesquisa, apesar dos resultados não serem estatisticamente satisfatórios, segundo o ganho de Hake, eles indicam certa evolução em termos de notas. As

notas dos alunos do pós-teste do GE aumentaram cerca de 34,37% em relação ao pré-teste, enquanto que o GC que responderam aos mesmos testes sob as mesmas condições, porém com a metodologia tradicional, tiveram uma diminuição das notas em aproximadamente 12,71%.

O comparativo entre o aproveitamento das turmas confirma estes resultados, pois observou-se que o GE obteve um valor 38,42% de acertos no pré-teste e 51,42% no pós-teste., enquanto o GC não mostrou evolução, com uma porcentagem de acertos de 40,86% no pré-teste e 35,65% no pós-teste (figura 26). Como visto, o GE alcançou uma maior porcentagem de acertos, e consequentemente, uma maior captação de conceitos e significados em sua estrutura cognitiva.

Figura 27 - Aproveitamento dos grupos experimental e controle nos testes



Fonte: elaborado pelo autor

No tópico seguinte será comparado o ganho de aprendizagem entre os dois grupos, por questão.

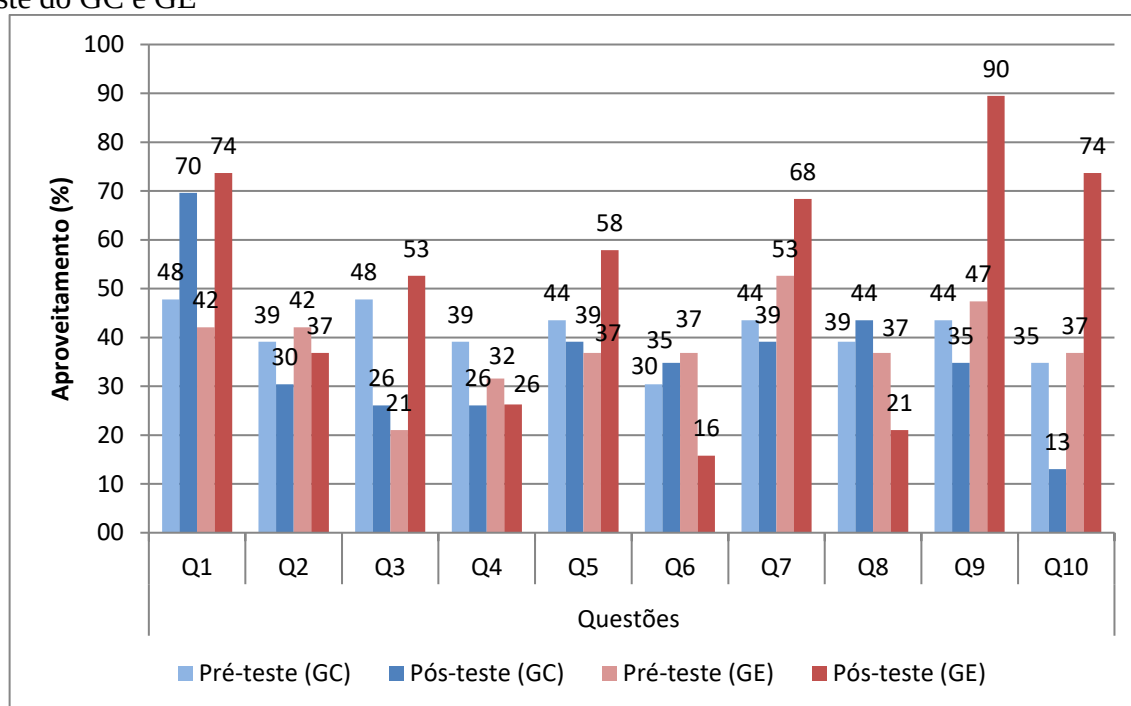
5.1.1 Resultados por questão entre os dois grupos

Nesta seção serão abordados e discutidos os objetivos de cada questão do teste SMA (APÊNDICE C) e resultados obtidos pelos alunos dos GE e GC. Também serão retratados os conceitos de Eletrodinâmica que foram melhor compreendidos e os que apresentaram maior dificuldade. Na Figura 28, mostra-se o percentual de aproveitamento por questão dos dois grupos no pré-teste e pós-teste, e na Figura 29 apresenta-se o ganho normalizado dos dois

grupos, também por questão. Vale lembrar que o cálculo do ganho normalizado por questão foi realizado utilizando a mesma Equação (2) descrita na Seção 5.1, em que se utilizou a média de aproveitamento no pré-teste e a média de aproveitamento no pós-teste de cada questão.

A questão 1 trata-se de uma das clássicas questões usadas para testar o entendimento errôneo de que a corrente é consumida ao longo do circuito. Os resultados mostraram que os dois grupos apresentaram uma boa compreensão deste conceito. Isto se tornou mais evidente porque foi a única questão em que os dois grupos obtiveram aumento no aproveitamento, com uma pequena diferença na porcentagem de acertos no pós-teste entre os dois grupos (69,6% do GC contra 73,7% do GE).

Figura 28: Aproveitamento percentual por questão obtidos na aplicação do pré-teste e pós-teste do GC e GE

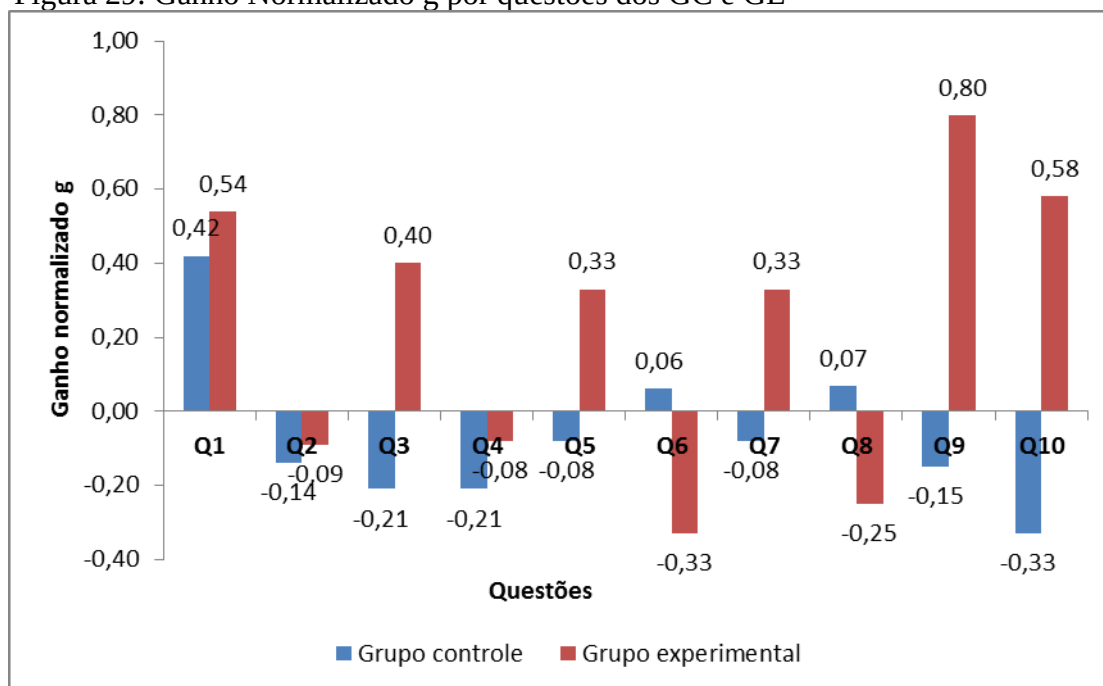


Fonte: elaborado pelo autor

Todavia, com relação aos ganhos de aprendizagem, os dois grupos apresentaram valores classificados como de nível médio, segundo a classificação de Hake (1998). O GE obteve ganho normalizado ($g = 0,54$) superior ao GC ($g = 0,42$). Com relação ao GC, esta foi a única questão em que o grupo apresentou ganho efetivo, ou seja, foi o maior valor para este grupo, pois nas demais questões foram encontrados resultados bem próximos ou abaixo de zero, evidenciando consequências da metodologia tradicional de ensino aplicada.

O objetivo da questão 2 foi semelhante ao da questão 1, ou seja, investigar se os alunos possuem a concepção alternativa de que a corrente elétrica é consumida durante sua passagem no circuito, de modo que sua intensidade diminui ao ultrapassar algum elemento do circuito. Os resultados mostraram que os dois grupos tiveram uma diminuição na porcentagem de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste. O GC passou de 39,1% no pré-teste para 30,4% no pós-teste, e o GE passou de 42,1% no pré-teste para 36,8% de acertos no pós-teste, no entanto o GE manteve um aproveitamento melhor que o GC.

Figura 29: Ganho Normalizado g por questões dos GC e GE



Fonte: elaborado pelo autor

Quanto ao ganho do GC, na questão 2 foram encontrados $g = -0,14$ e $g = -0,09$. No GE, os valores revelam que não houve ganho de aprendizagem em nenhum dos grupos, mostrando que os alunos ainda continuam encontrando dificuldades em confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum. Embora não haja mudança conceitual entre as questões 1 e 2, os alunos podem confundir-se com a inserção do elemento resistor no circuito elétrico.

A questão 3 tem objetivos similares às questões 1 e 2. Embora não haja diferença conceitual entre essas questões, os estudantes podem confundir-se com as diferenças na topologia do circuito. Ou seja, o aluno pode fazer uso diferente do seu modelo mental em relação ao circuito em série ou em paralelo, apenas pelo formato geométrico do circuito.

Nesta questão, os resultados mostraram que o GE obteve um aumento considerável na porcentagem de acertos (21% no pré-teste e 52,6% no pós-teste), enquanto o GC diminuiu bastante (47,8% no pré-teste e 26,1% no pós-teste). Observa-se que neste item o ganho do GE, considerado de nível médio ($g = 0,40$), foi superior ao do GC, uma vez que este não obteve ganho de aprendizagem ($g = -0,21$). Acredita-se que o ganho negativo do GC possa ter sido influenciado pela metodologia tradicional de ensino utilizada.

A questão 4 teve como objetivo verificar a concepção alternativa de que a intensidade da corrente elétrica é determinada pelo local em que ela "está passando" e pelos locais onde já "passou". Esta foi a questão em que houve maior semelhança entre os dois grupos nos resultados. Em relação a porcentagem de acertos no pós-teste foram obtidos, 26,1% no GC e 26,3% no GE. Ambas as turmas diminuíram a porcentagem de acertos em relação ao pré-teste. Quanto ao ganho normalizado, foram obtidos $g = -0,08$ (GE) e $g = -0,21$ (GC), indicando que não houve ganho de aprendizagem nos dois grupos. Logo, acredita-se que os alunos permanecem com concepções equivocadas, e apresentam dificuldades em reconhecer o estado de curto-circuito.

A questão 5 objetiva a investigação do raciocínio sequencial. De acordo com Andrade *et al.* (2018), quem trabalha com esse tipo de raciocínio e imagina a corrente circulando do polo positivo para o negativo escolherá nessa questão a alternativa (a), entendendo que a corrente será consumida na resistência após a lâmpada. Por outro lado, quem imagina que a corrente circula do polo negativo para o positivo escolherá a alternativa (c). Ou seja, as duas escolhas são coerentes com o raciocínio sequencial e apontam concepções alternativas sobre circuitos elétricos.

Conforme os resultados, o GE obteve 57,9% de acertos no pós-teste, associado a um ganho de aprendizagem considerado moderado ou médio ($g = 0,33$), enquanto que o GC obteve apenas 36,8% de acerto no pós-teste, associado a um ganho de aprendizagem baixo ($g = -0,08$), que mostra, na verdade, que não houve evolução do GC em termos de conhecimento.

A questão 6 tem o objetivo de investigar a capacidade do respondente para identificar o estado de curto-circuito. Os resultados mostraram que o GC obteve 34,8% de acertos e o GE, apenas 15,8% no pós-teste. Esse foi o pior resultado do GE tanto em termos da porcentagem de acertos como no ganho normalizado. O GC obteve ganhos de aprendizagem ($g = 0,06$) superior ao GE ($g = -0,33$). No entanto, em ambos os grupos, não houve ganho de aprendizagem, assim como ocorreu na questão 4, que retratava o mesmo conceito de curto-circuito.

Segundo Andrade *et al.* (2018), os alunos que escolhem a opção (a) na questão 4 não tem noção do que seja um curto-circuito. Para estes, o interruptor parece ser um componente inativo. Já quem marca a opção (c) parece associar uma resistência ao interruptor, que “roubará” parte do brilho da lâmpada. Os resultados acima sugerem que essas percepções equivocadas são maiores no GE do que no GC.

O objetivo da questão 7 foi verificar novamente a concepção alternativa em que se acredita que a corrente “desgasta-se”, “dissipa-se” ao passar por elementos no circuito, como lâmpadas e resistores. O GE teve uma boa porcentagem de acertos (68,4%) no pós-teste e o GC diminuiu sua porcentagem de acertos de 43,5% para 39,1%. Não obstante, com relação aos ganhos de aprendizagem, o GC não obteve ganho algum ($g = -0,08$). Já o GE obteve um ganho considerado médio ($g = 0,33$), segundo a definição de Hake (1998).

A questão 8 refere-se a um circuito RC, um tema superficialmente abordado no ensino médio. Os resultados mostraram que o GC apresentou um leve aumento na porcentagem de acertos no pós-teste (43,5%) em relação ao pré-teste (39,1%), no entanto, apresentou limitações no desenvolvimento dessas concepções científicas, pois obteve ganho muito baixo ($g = 0,07$).

Quanto ao GE, esta foi uma das questões em que apresentou maiores dificuldades, pois ocorreu uma diminuição na porcentagem de acertos do pós-teste (21%) em relação ao pré-teste (36,8%), e, portanto, não obteve ganho de aprendizagem ($g = -0,25$). Andrade *et al.* (2018) afirma que essa questão trata de um tema pouco estudado no EM. E mesmo entre os alunos de engenharia, o assunto é pouco compreendido.

A questão 9 objetivou investigar se o respondente usa o conceito de conservação de carga ou conservação espacial de corrente da forma correta. Ao conhecer esse conceito, o aluno entende que o brilho das duas lâmpadas tem que ser o mesmo. Os resultados mostraram que este foi o item com maior ganho do GE ($g = 0,80$), considerado alto, e a maior porcentagem de acertos no pós-teste (89,5%). Já o GC não obteve ganho de aprendizagem ($g = -0,15$) e uma baixa porcentagem de acertos (34,8%) no pós-teste. A partir destes resultados, é possível inferir que a metodologia proporcionou evidências de desenvolvimento de conhecimentos nos alunos.

A questão 10 teve objetivo similar ao da questão 9. A questão utiliza o mesmo circuito da questão anterior e se diferencia por comparar o brilho entre as lâmpadas L2 e L4. Este item também atingiu uma alta porcentagem de acerto no pós-teste, 73,7% no GE e um valor muito baixo (13%) no GC. Além disso, o GE registrou um bom ganho de aprendizagem ($g = 0,58$).

Porém, o GC não obteve ganho nesta questão ($g = -0,33$). Os resultados do GE semelhante ao da questão anterior confirmam a captação de significados sobre este assunto.

Comparando-se os resultados dos ganhos entre os grupos (FIGURA 29), percebe-se que o GE obteve ganhos superiores ao GC nos seguintes itens: Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q7, Q9 e Q10. Por outro lado, o GC obteve ganhos superiores ao GE nos itens Q6 e Q8. Verifica-se também que no GE ocorreu uma melhoria considerável na aprendizagem do conceito abordado em 6 questões, as quais atingiram valores de g médio ou alto (Q1, Q3, Q5, Q7, Q9, Q10), segundo Hake (1998). Em outras 4 questões os valores obtidos ficaram abaixo de zero, e, portanto, não houve ganho de aprendizagem para o GE. Vale destacar que as questões que apresentaram maior ganho normalizado no GE foram: Q1, Q9 e Q10.

No grupo controle, apenas uma questão apresentou ganho de aprendizagem real (Q1), a qual obteve um ganho moderado ($g=0,42$). Outras duas questões (Q6 e Q8) apresentaram ganhos com valores positivos, porém bem próximos de zero ($g=0,06$ e $0,07$) e, portanto, não revelam ganho de conhecimento. No tópico seguinte são apresentados os resultados dos questionários de opinião e a discussão desses dados, com o objetivo de fornecer evidências sobre os efeitos motivacionais da UEPS com experimentação sobre os alunos.

5.2 Resultados e discussão dos questionários

Neste tópico, objetiva-se verificar se a metodologia de ensino utilizada no GE, UEPS, motivou os alunos no ensino de eletrodinâmica. No entanto, apesar da ênfase ser dada a este grupo, estes resultados também foram comparados com os obtidos nos questionários de opinião do GC. Espera-se que em turmas onde a metodologia predominante é do tipo tradicional, os alunos não se sintam muito motivados em aprender os conteúdos de Física, diferentemente de situações onde ocorram novas abordagens metodológicas teoricamente embasadas.

Foram considerados para esta análise os questionários de opinião (APÊNDICE A) respondidos por 19 alunos do GE e 23 alunos do GC, os quais foram aplicados nos dois grupos antes e ao final das aulas. Os questionários do GC e GE são idênticos, exceto o questionário final do GE em que há questões relativas a metodologia de ensino utilizada. Os questionários são compostos por 10 questões, sendo 8 questões fechadas e 2 questões abertas, que se referem a auto avaliação do aluno quanto ao seu interesse pela disciplina de Física, conceitos e concepções que possuem e demais matérias da escola.

Quanto às três questões extras relativas ao questionário final do GE, uma é fechada e duas são abertas. Por meio destas questões, foi possível identificar de quais atividades os alunos mais gostaram de participar e sentiram-se mais motivados, e também as possíveis sugestões e críticas à metodologia. Nas questões objetivas, utilizou-se a escala *Likert*. As alternativas para que o aluno pudesse avaliar e emitir sua avaliação eram: (1) Concordo Totalmente; (2) Concordo Parcialmente; (3) Indiferente; (4) Discordo Parcialmente; (5) Discordo Totalmente.

Para avaliar a qualidade do questionário, buscou-se verificar a precisão das medidas, ou seja, a fidedignidade do instrumento utilizado. A fidedignidade pode ser verificada a partir de um cálculo da consistência interna, feito através do coeficiente alfa de Cronbach. Os valores do coeficiente podem estar entre 0 e 1, sendo que, quanto mais próximos de 0 (zero) mais baixa a consistência interna, e quanto mais próximo de 1, melhor a precisão, indicando que os itens do teste têm coerência entre si e com o teste como um todo, e por isto existe uma correlação positiva entre eles. Em geral, para que um questionário tenha consistência interna considerável e válida, deve ter valores de $\alpha > 0,7$ (CRONBACH, 1951).

O coeficiente α de Cronbach é calculado pela seguinte equação (3):

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (3)$$

Onde: k é o número de Assertivas. n é o número de respondentes. S_i^2 é a variância dos n escores das pessoas a i-ésimo item ($i = 1, \dots, k$). S_t^2 é a variância dos totais Tj ($j = 1, 2, \dots, n$). Desta forma, a consistência interna das respostas dos itens selecionados foi calculada utilizando-se o coeficiente alfa de Cronbach (TABELA 9).

Tabela 9 - teste de confiabilidade dos dados

Análise estatística do questionário final do GE				
Ítems	Média	Desvio padrão	Correlação de item-total	Alfa de Cronbach (se o item for excluído)
Q1	2,74	1,195	0,81	0,75
Q2	2,84	1,214	0,87	0,74
Q3	2,42	1,261	0,74	0,76
Q4	2,21	1,228	0,52	0,80
Q5	1,84	1,302	0,37	0,82
Q6	2,74	1,368	0,79	0,75
Q7	3,00	0,943	0,13	0,84
Q8	4,16	0,898	0,01	0,85
Alfa de Cronbach = 0,79				

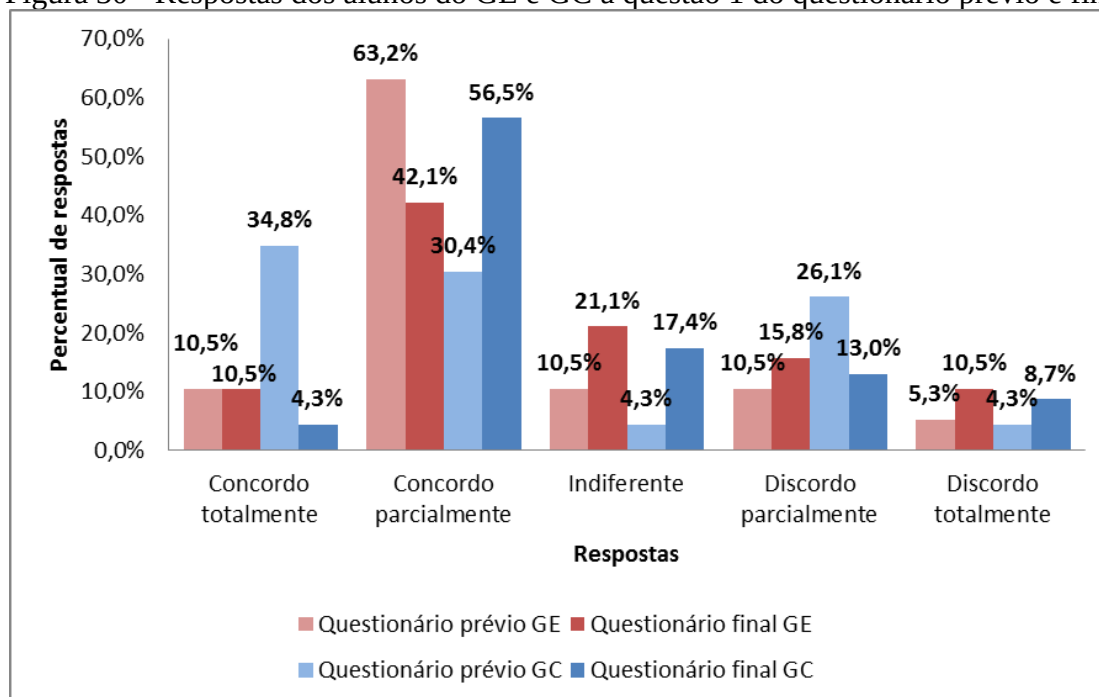
Fonte: elaborado pelo autor

Com base nos resultados, pode-se inferir que o questionário apresenta uma boa consistência interna levando em conta o reduzido número de questões utilizadas, visto que $\alpha = 0,79$. Portanto, é possível afirmar que o questionário possui alta confiabilidade e que se mostrou válido para investigar o nível de motivação dos alunos. Valores acima de 0,7 são indicativos de uma boa consistência interna para o uso da escala na comparação entre grupos.

Isto posto, será avaliado o nível de motivação em relação à disciplina de Física e à metodologia aplicada por meio da percepção dos alunos. Para isso, serão comparadas as frequências de respostas de todos os itens para identificar os principais pontos positivos e negativos em cada tópico. Para avaliar a concordância das assertivas, foram somadas o percentual de respostas na escala, referente as opções “concordo totalmente” e “concordo parcialmente”.

A questão 1 trouxe a afirmação de que os alunos gostavam da disciplina de Física. De acordo com a Figura 30, 73,7% dos alunos do GE concordaram com a afirmação antes da aplicação da metodologia de ensino. Após a aplicação da metodologia esse percentual caiu para 52,6%. Os resultados mostram que não houve aumento do interesse pela disciplina decorrente da aplicação da UEPS. No entanto, os valores mantiveram-se correspondendo a mais da metade da turma. No GC também houve uma diminuição no percentual de concordância da assertiva, de 65,2% para 60,8%.

Figura 30 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 1 do questionário prévio e final

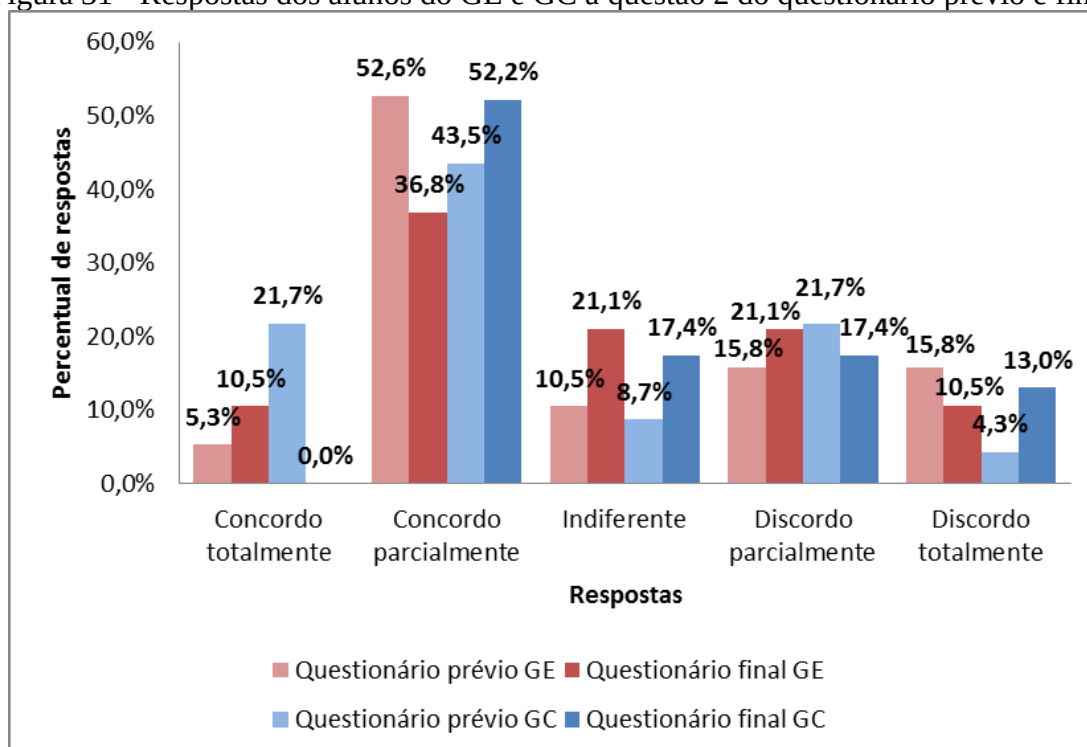


Fonte: elaborado pelo autor

Uma hipótese para explicar esta redução seria o fato dos alunos já possuírem uma visão negativa da disciplina adquirida ao longo de anos, e devido a isso, o tempo de duração da intervenção não ser suficiente para modificar esta mentalidade. Por meio dessa colocação, é possível inferir que o ensino de Física predominantemente tradicional deve ser repensado para receber novas estratégias que primem pela interação dos alunos no processo de aprendizagem, o que ainda é um grande desafio.

A questão 2 foi um pouco mais enfática, afirmando que os alunos gostavam de estudar a disciplina de Física. No GE, 57,9% dos alunos concordaram com a afirmação antes e 47,3% após a intervenção. No GC, 65,7% concordaram antes do início das aulas tradicionais e 52,2% ao final das mesmas (FIGURA 31). Uma explicação para tal resultado seria a falta de interesse dos alunos e a abordagem comumente utilizada nas aulas de Física que contribui para uma aprendizagem mecânica. Segundo Ausubel (2000), a predisposição para aprendizagem é um dos fatores essenciais para que ocorra a aprendizagem significativa.

Figura 31 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 2 do questionário prévio e final



Fonte: elaborado pelo autor

Embora tenha sido observada essa redução na porcentagem de alunos que afirmavam gostar de estudar a disciplina no GE, nas questões abertas muitos alunos expressaram o desejo

de continuarem tendo aulas de Física com uma abordagem mais atrativa. As respostas dos alunos 4, 15 e 16 exemplificam o que foi retratado:

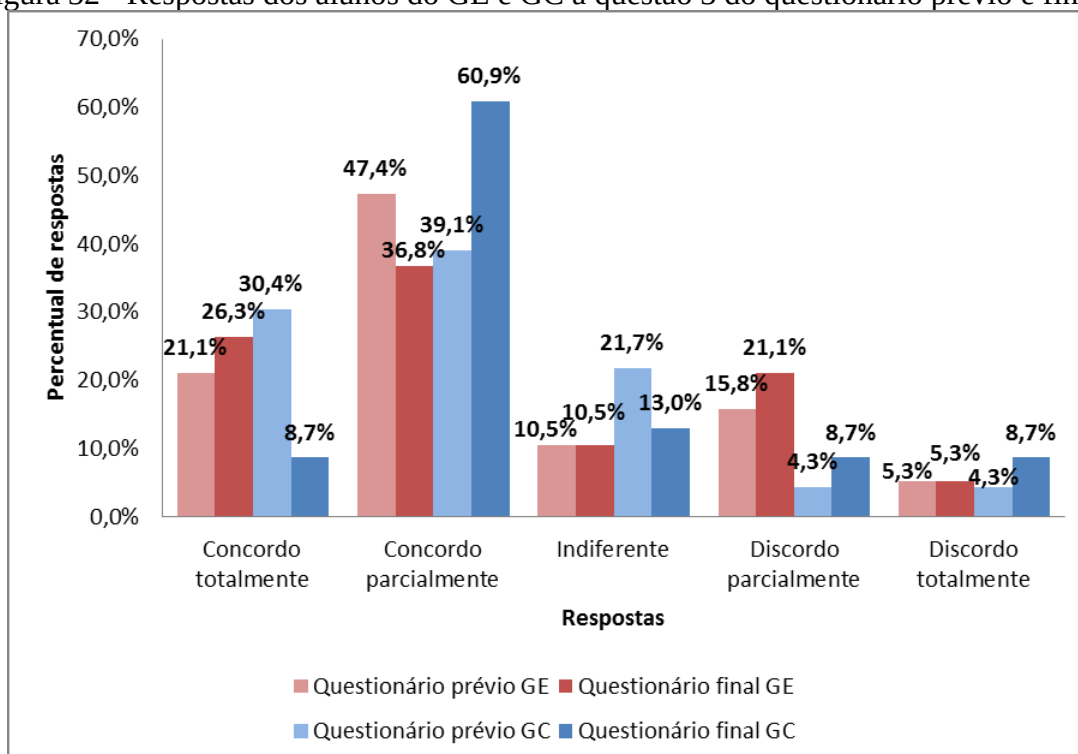
Aluno 4: “Adoraria que os outros bimestres fossem iguais”;

Aluno 15: “Gostaria que acontecessem mais vezes na semana”;

Aluno 16: “As aulas foram muito boas, não tenho o que reclamar. O que falta é meu interesse na disciplina porque não gosto muito de exatas”.

A questão 3 trouxe a afirmação de que os alunos geralmente gostavam das aulas de Física. O objetivo desta afirmação é verificar a visão dos alunos diante das aulas predominantemente tradicionais e expositivas. Os resultados mostram que 68,5% dos alunos do GE gostam das aulas de Física (FIGURA 32). No questionário final, o resultado não variou muito, 63,1% dos alunos mantiveram a afirmação. No GC os resultados foram semelhantes, 69,5% concordaram antes e 69,6% após as aulas.

Figura 32 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 3 do questionário prévio e final



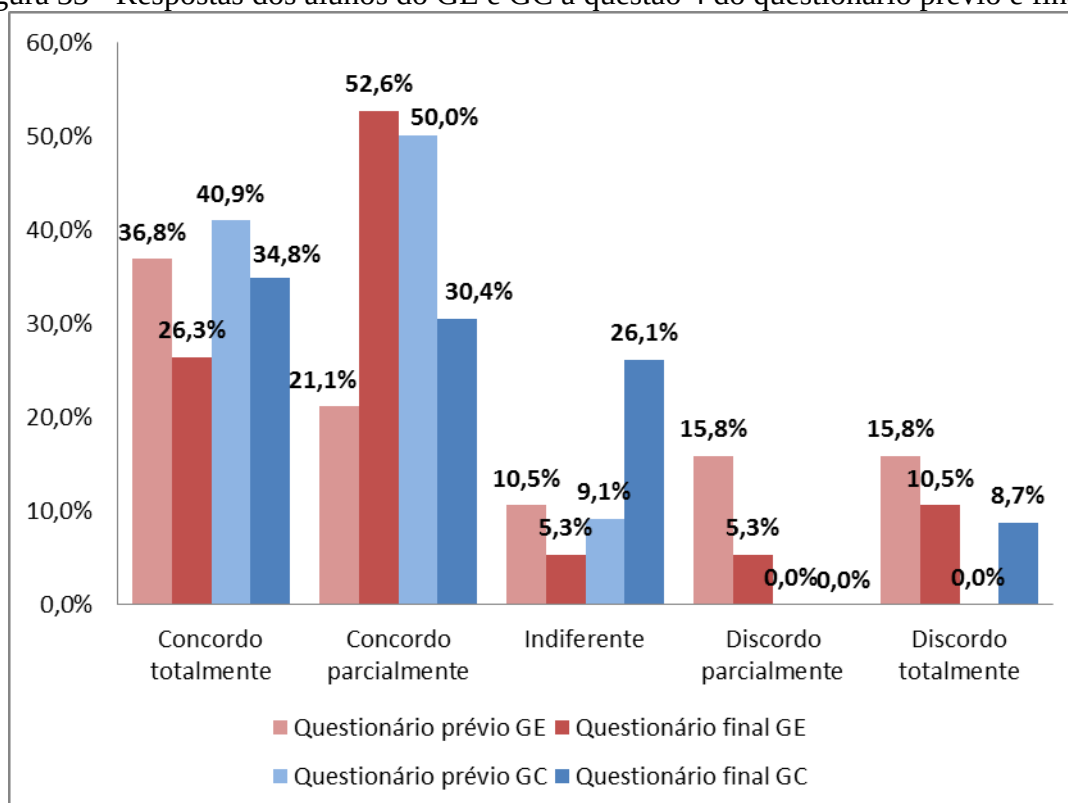
Fonte: elaborado pelo autor

Logo, os resultados mostram que maioria dos alunos concordou com a assertiva, não havendo praticamente mudanças de opinião entre o questionário prévio e final. Acredita-se que os alunos ao responderem o questionário final não consideraram apenas o período de

aulas em estudo. Portanto, uma hipótese para este resultado se deva ao fato de muitos alunos estarem adaptados ao modelo de aulas expositivas.

A questão 4 afirmava que os alunos geralmente gostavam dos professores de Física. O objetivo desta questão foi verificar como os alunos avaliam a atividade docente no ensino da disciplina. Para esta questão, 57,9% dos alunos do GE manifestaram-se favoráveis à afirmativa (questionário prévio), obtendo um aumento desta porcentagem para 78,9% (questionário final) após a intervenção. O GC manifestou uma concordância de 90,9% no início e passou para 65,2% ao final do bimestre, conforme pode ser visualizado na Figura 33.

Figura 33 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 4 do questionário prévio e final



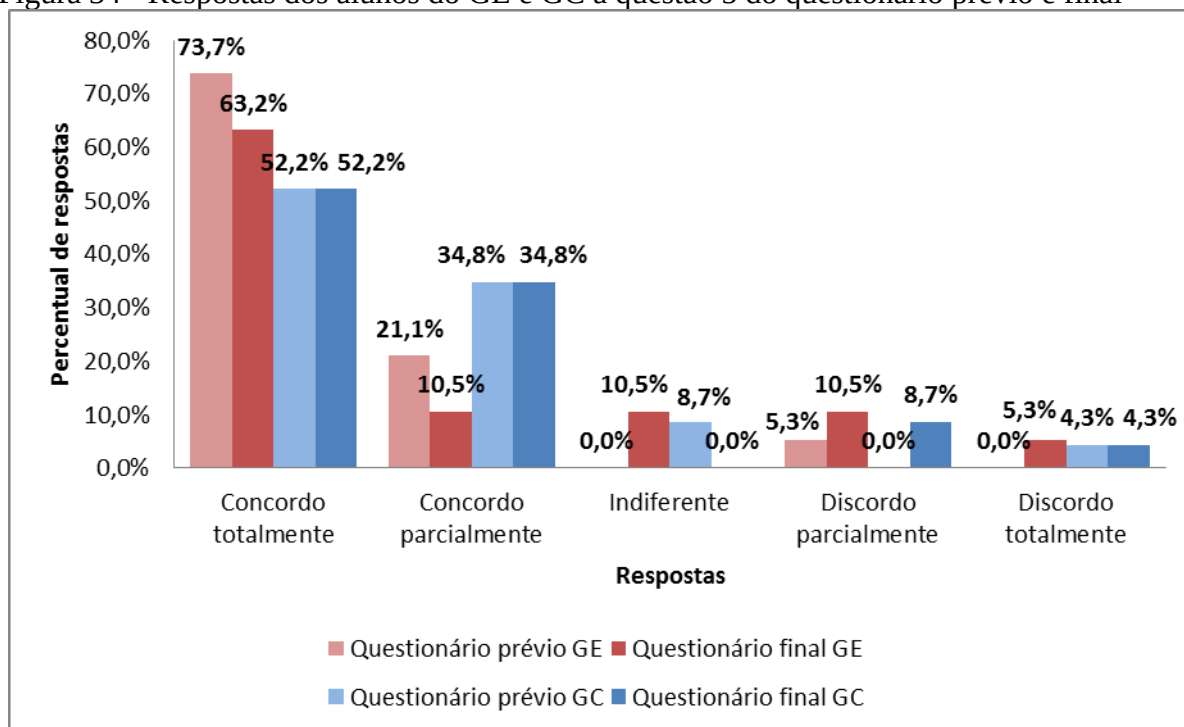
Fonte: elaborado pelo autor

Os resultados no GE podem sugerir uma mudança na visão de alguns alunos em relação ao ensino de Física, decorrente da unidade de ensino aplicada. Por outro lado, os resultados do GC podem ser decorrentes de uma visão de ensino centrada no docente ao invés de no aluno.

A questão 5 afirmava que os alunos se interessavam por experimentos de Física e visava identificar o grau de motivação dos estudantes na realização de atividades práticas experimentais. A Figura 34 mostra os resultados desta questão, por meio do qual é possível constatar que os alunos consideram muito importantes tais abordagens, visto que no GE

houve uma concordância de 94,8% e 73,7% (questionários prévio e final, respectivamente), e no GC, 87% dos alunos manifestaram interesse em ambos os questionários. Mesmo com a diminuição na porcentagem de concordância do GE, os valores mantiveram-se elevados.

Figura 34 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 5 do questionário prévio e final

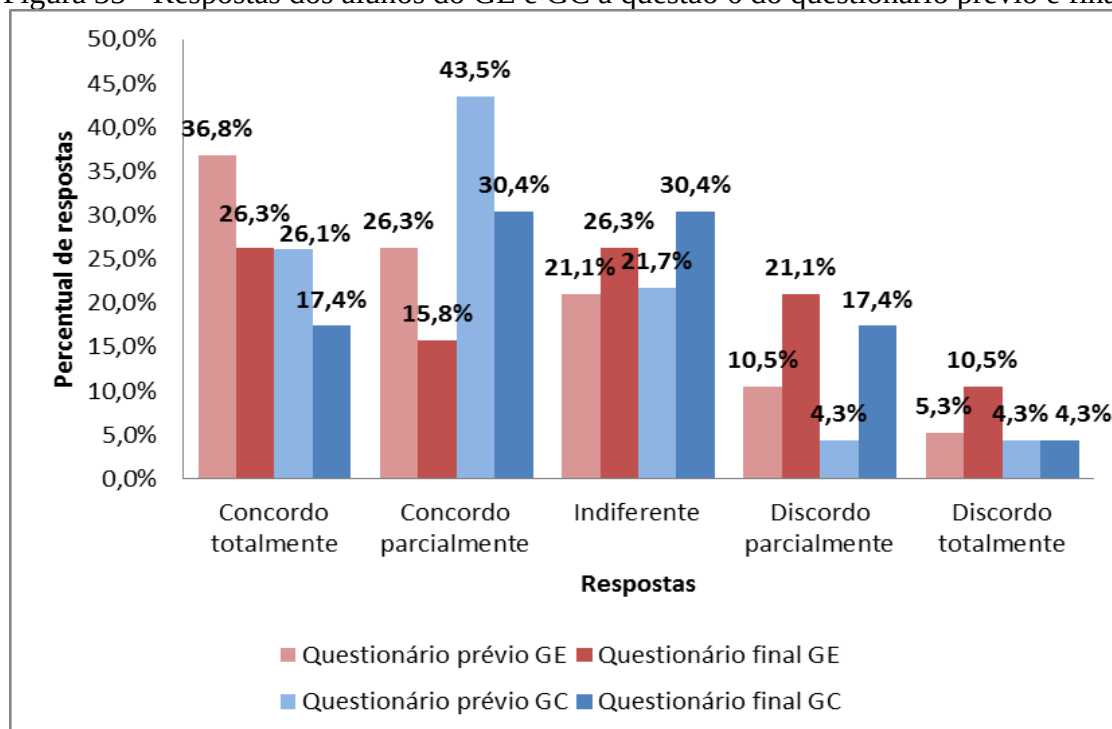


Fonte: elaborado pelo autor

A questão 6 apresentou a afirmativa de que os alunos se interessavam por informações que abordavam Física. Os resultados foram semelhantes nos GE e GC, 63,1% (questionário prévio) e 42,1% (questionário final) no GE, e no GC foram obtidos 69,6% (questionário prévio) e 47,8% (questionário final), conforme mostra a figura 34. Uma hipótese para a redução na porcentagem de respostas se deva ao fato de que normalmente, no início do ano letivo os alunos assumem uma postura de maior interesse e motivação pelos conteúdos, e ao longo dos bimestres esse interesse tende a diminuir. Também vale destacar que o nível de alunos que marcaram a opção “indiferente” nesta questão foi relativamente alto.

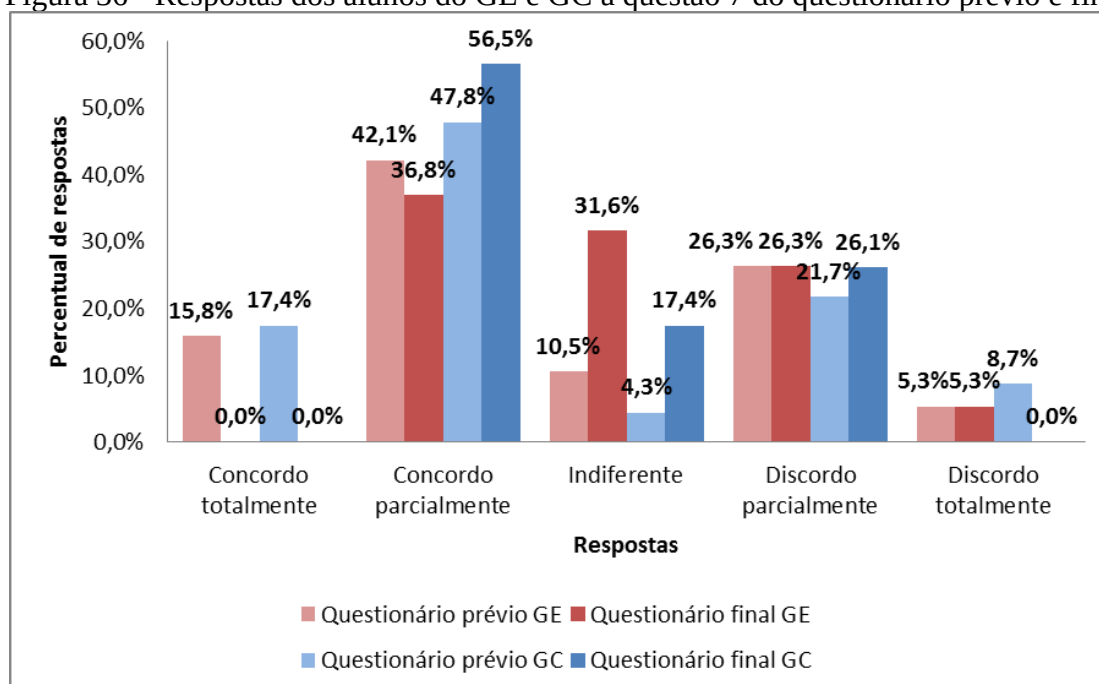
A questão 7 retratou o interesse dos alunos em relação às demais disciplinas da escola. Considerando respectivamente os questionários prévio e final, verificou-se que no GE 57,9% e 36,8% dos alunos concordaram com a afirmação de que gostavam de todas as matérias. Já no GC, uma porcentagem um pouco maior concordou com a afirmação, 65,2% e 56,5% (FIGURA 36).

Figura 35 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 6 do questionário prévio e final



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 36 - Respostas dos alunos do GE e GC à questão 7 do questionário prévio e final

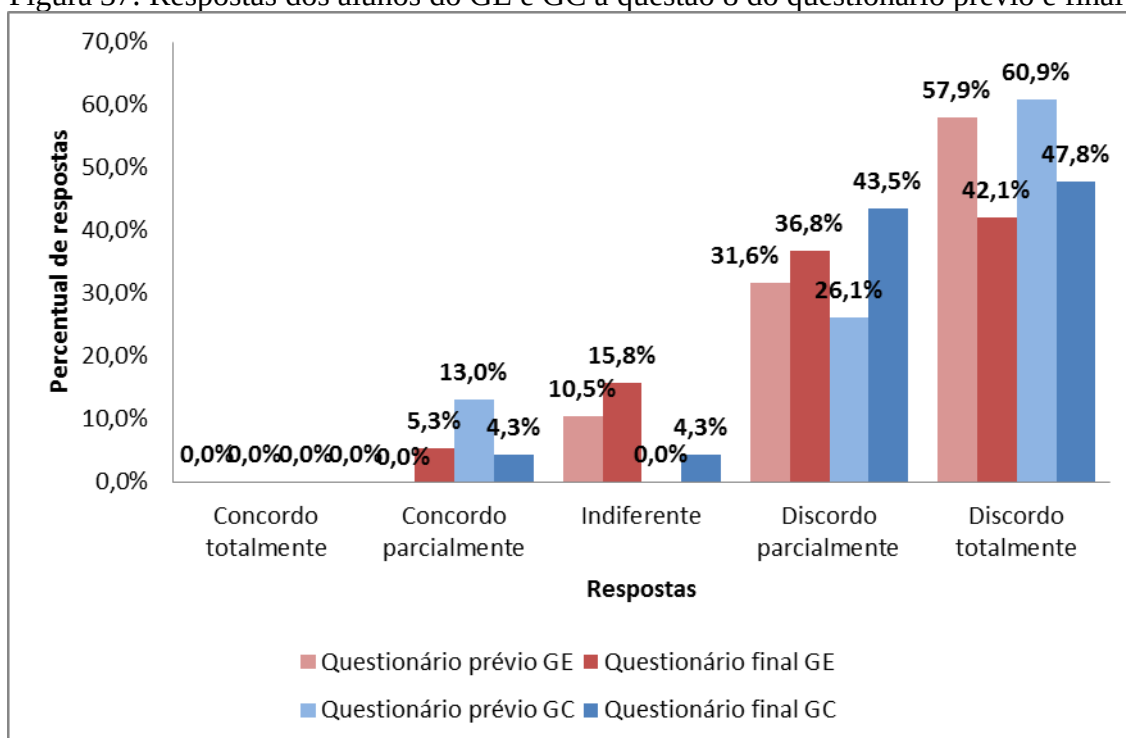


Fonte: elaborado pelo autor

Neste caso, é normal que os alunos tenham preferência por uma ou algumas disciplinas, ou até mesmo por determinada área de conhecimento, no entanto, não se pode esquecer que cada matéria possui conhecimentos e competências importantes para a formação integral do indivíduo. Portanto, acredita-se que a importância atribuída à disciplina é subjetiva e está relacionada ao sentimento de atingir o êxito a partir da confirmação dos objetivos decorrentes do processo de aprendizagem.

No mesmo sentido, a questão 8 verificou a motivação dos alunos em relação a todas as disciplinas, porém direcionada negativamente ou desfavoravelmente a elas, pois afirmava que o aluno odiava todas as disciplinas da escola. De acordo com a Figura 37, que apresenta os resultados dos alunos nessa questão, 89,5% no questionário prévio e 78,9% no questionário final do GE discordam da afirmação de que odiavam todas as disciplinas da escola. O GC também manifestou alta discordância quanto à afirmação nos dois questionários, com 87% e 91,3%.

Figura 37: Respostas dos alunos do GE e GC à questão 8 do questionário prévio e final

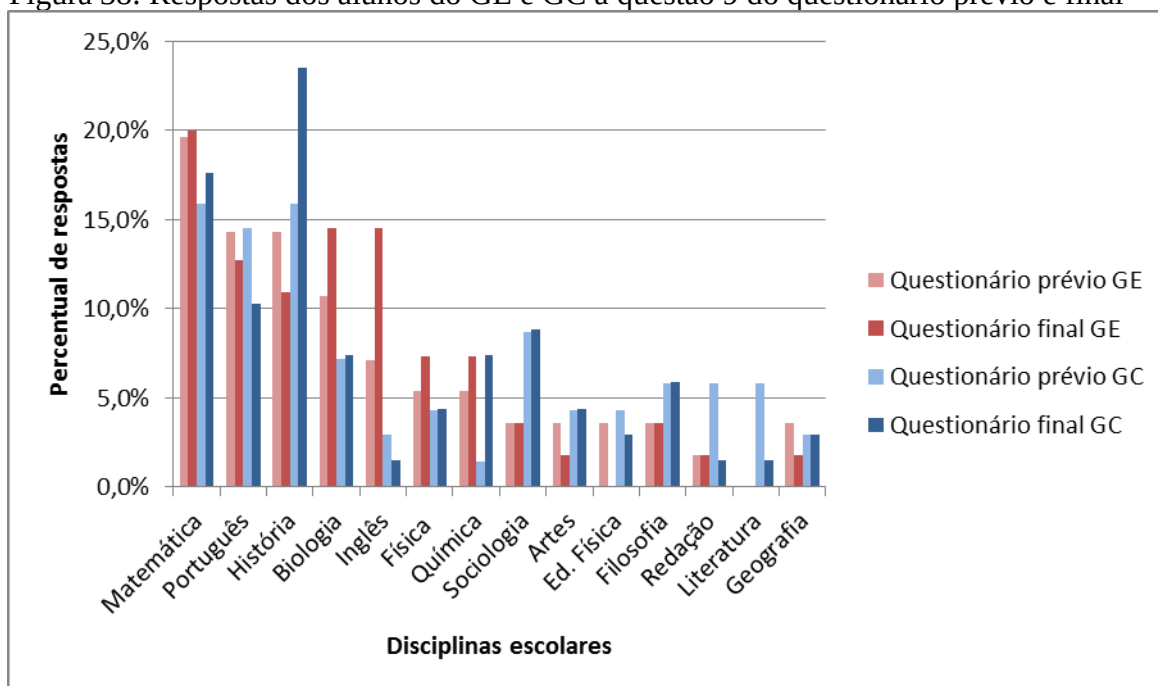


Fonte: elaborado pelo autor

A questão 9 solicitou que os alunos escrevessem quais as três disciplinas da escola que eles mais estavam gostando no momento. Analisando as respostas do GE, observou-se que as cinco disciplinas que obtiveram maior porcentagem foram as mesmas, antes e após a intervenção, alterando apenas a ordem de preferência entre elas. Logo, no GE as preferências

foram: matemática, português, história, biologia e inglês. A disciplina de Física ficou em sexto lugar de prioridade, em ambos os questionários. Na Figura 38, é possível observar a comparação entre os resultados dos dois grupos relativos ao percentual de disciplinas escolhidas.

Figura 38: Respostas dos alunos do GE e GC à questão 9 do questionário prévio e final



Fonte: elaborado pelo autor

No GC, as cinco disciplinas mais votadas no início do bimestre foram: matemática, história, português, sociologia e biologia. E ao final: matemática, biologia, inglês, português e história. A disciplina de Física apareceu em nono lugar no início e sexto lugar no final das aulas. Pode-se concluir, por meio dos resultados dos dois grupos, que as disciplinas da área de ciências da natureza, de modo geral, não estão entre as mais atrativas para os estudantes. Porém, não estão entre as que menos gostam.

A questão 10 pediu que os alunos escrevessem cinco palavras que lembravam ao pensar na disciplina de Física. O objetivo desta questão foi identificar como os alunos veem a disciplina, as concepções em relação à matéria e seu cotidiano, bem como quais os conteúdos mais relevantes para os estudantes. Na Tabela 10 e 11 são apresentadas as palavras mais frequentes.

Por meio deste resultado, pode-se inferir que a maioria dos alunos vê a disciplina de Física como difícil e complexa e voltada para cálculos e fórmulas, ou seja, com uma ênfase matemática que se sobressai em relação às leis e conceitos físicos, pois palavras que

retratavam essa visão foram as mais recorrentes entre os alunos. Por outro lado, nota-se também a importância que os alunos dão as práticas experimentais. E também que, apesar das dificuldades retratadas por eles, muitos veem a matéria como algo estimulante e importante.

Tabela 10 - Relação das palavras mais recorrentes no GE em resposta a questão 10 do questionário de opinião

GRUPO EXPERIMENTAL		
QUESTIONÁRIO PRÉVIO		
Palavras	Frequência absoluta	Frequência relativa percentual
Difícil/complexo	17	18,3%
Cálculo/fórmula/ matemática	13	14,0%
Experimentos	12	12,9%
Interessante	7	7,5%
Leis da Física	6	6,5%
QUESTIONÁRIO FINAL		
Palavras	Frequência absoluta	Frequência relativa percentual
Eleticidade	19	20,7%
Cálculo/fórmula/ matemática	13	14,1%
Difícil/complexo	12	13,0%
Experimentos	7	7,6%
	6	6,5%

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 11 - Relação das palavras mais recorrentes no GC em resposta a questão 10 do questionário de opinião

GRUPO CONTROLE		
QUESTIONÁRIO PRÉVIO		
Palavras	Frequência absoluta	Frequência relativa percentual
Mecânica dos corpos	16	16,0%
Cálculo/fórmula/matemática	14	14,0%
Experimentos	12	12,0%
Cientistas/físicos	11	11,0%
Difícil/complexo	9	9,0%
QUESTIONÁRIO FINAL		
Palavras	Frequência absoluta	Frequência relativa percentual
Cálculo/fórmula/matemática	16	15,8%
Mecânica dos corpos	14	13,9%
Difícil/complexo	9	8,9%
Experimentos	8	7,9%
Eleticidade	8	7,9%

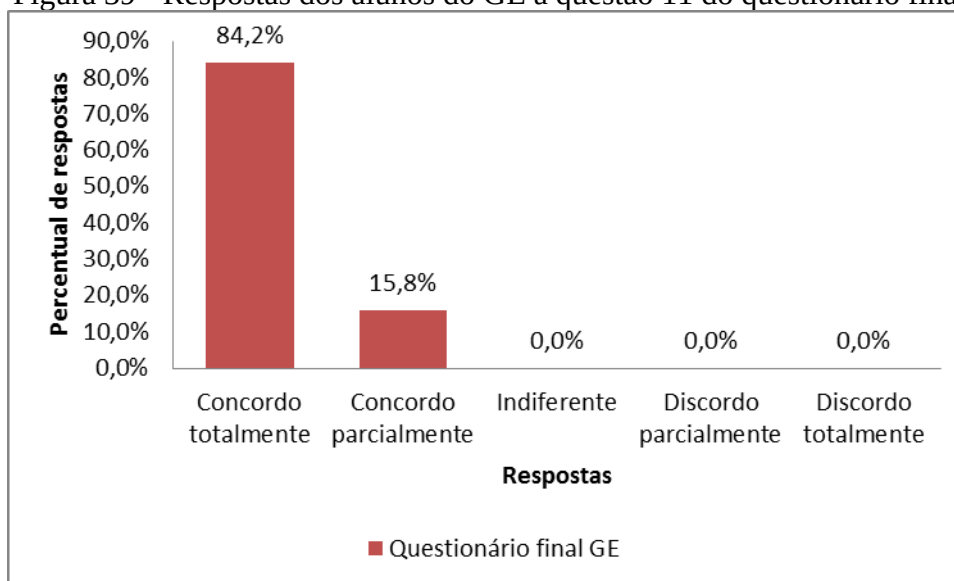
Fonte: elaborado pelo autor

Vale ressaltar que no questionário final do GE, a quantidade de palavras relacionadas ao conteúdo de eletricidade visto na UEPS ficou entre as palavras mais citadas pelos alunos, com um percentual de aproximadamente 21% do total, dentre as quais se pode citar como exemplo: leis de ohm, resistência elétrica, tensão elétrica e corrente elétrica. Isso mostra que após a abordagem do conteúdo alguns conceitos foram assimilados por eles, conseguindo entender o que foi passado.

No GC, foram coletados um total de 100 palavras no questionário prévio e 101 no questionário final. Inicialmente as palavras mais frequentes foram àquelas relacionadas aos conteúdos de mecânica dos corpos (cinemática e dinâmica). Porém, em ambos os questionários, os alunos expressaram de forma recorrente a disciplina como difícil, com ênfase em cálculos e fórmulas, mas também expressaram uma visão da Física como uma disciplina experimental, como mostra a Tabela 11. Além disso, no questionário final também surgiram palavras relacionadas aos conteúdos de eletrodinâmica, 7,9% do total de palavras, mostrando que alguns conceitos foram assimilados, porém numa porcentagem menor, em relação ao GE.

As questões 11, 12, 13 foram específicas para o questionário final do GE, pois eram perguntas relativas à metodologia de ensino utilizada durante as aulas de eletrodinâmica, ou seja, a Unidade de ensino (UEPS), bem como aos recursos e estratégias didáticas da qual fizeram parte. A questão 11 tinha o mesmo formato das demais questões que utilizaram a escala Likert e trazia a afirmação de que os alunos gostaram de participar de uma equipe para construir experimentos de Física. É importante destacar que esta foi a questão mais bem avaliada do questionário (FIGURA 39), obtendo aprovação máxima, ou seja, 100% de concordância com esta assertiva (84,2% concordou totalmente e 15,8% concordou parcialmente).

Figura 39 - Respostas dos alunos do GE à questão 11 do questionário final

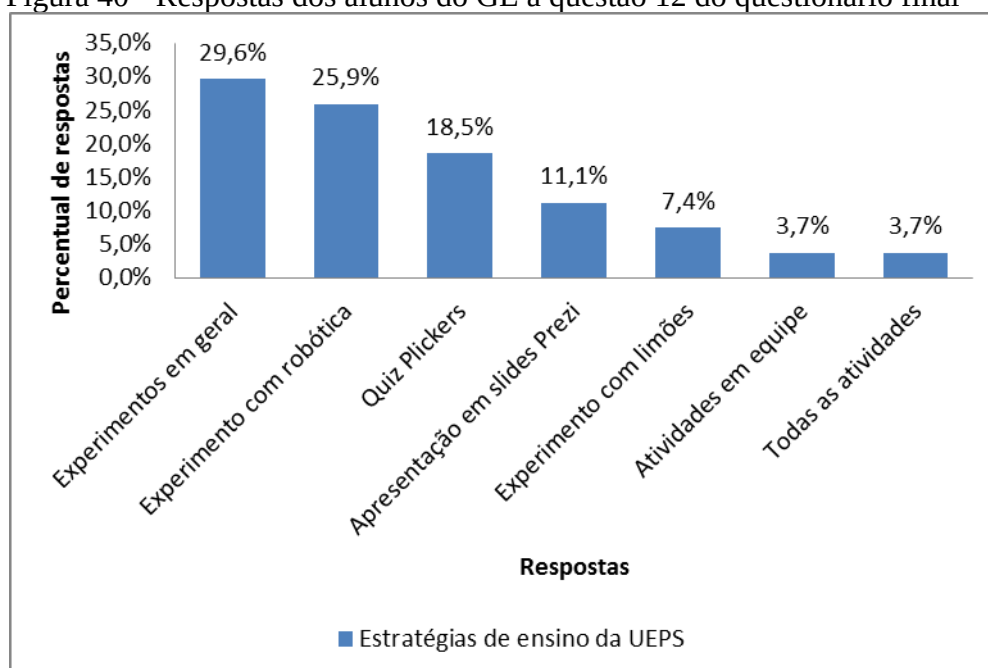


Fonte: elaborado pelo autor

Uma hipótese para este resultado é que, além da unidade didática considerar os pressupostos da aprendizagem significativa, os alunos gostaram de participar das atividades experimentais por ser um momento de interação com os colegas e com o professor, além de permitir o contato com situações-problema reais. Logo, pode-se concluir que as situações-problema propostas envolvendo práticas experimentais foram satisfatórias em promover a motivação dos alunos para a aprendizagem de eletrodinâmica.

A questão 12 foi do tipo aberta e perguntava quais atividades de Física os alunos mais tinham gostado durante as aulas. A Figura 40 mostra o resultado das respostas dos alunos, as quais são consideradas positivas, pois eles manifestaram o interesse por diversas abordagens, como o *quiz Plickers*, as apresentações em slides do *Prezi*, os experimentos com robótica e materiais de baixo custo, o manuseio com instrumentos de medida, e até mesmo o interesse com o tópico da unidade de ensino.

Figura 40 - Respostas dos alunos do GE à questão 12 do questionário final



Fonte: elaborado pelo autor

Porém, dentre as falas dos alunos, o que mais foi enfatizado foram as atividades experimentais. Logo, cabe aqui reproduzir e salientar algumas destas respostas:

Aluno 3: “Quiz e experiência, porque fica mais fácil de entender”;

Aluno 8: “Robótica, eu nunca tinha participado de uma aula de robótica, então para mim foi maravilhoso”;

Aluno 12: “O experimento com limão, porque achei muito interessante, é um experimento bom de se trabalhar”;

Aluno 16: “Aula de robótica, porque pra mim foi uma novidade realmente incrível, como eu sou aluno da rede pública, nunca tive a oportunidade de participar de uma aula diferente”;

Aluno 19: “Os experimentos, pois a gente consegue aprender e se interessar mais e gostar mais da física”;

Vale destacar que os alunos também citaram a importância das atividades em equipes. Estas atividades possibilitam a interação entre os colegas e estimulam a discussão de ideias para a solução de situações-problema propostas. A fala do aluno 11 retrata esse assunto.

Aluno 11: “Gostei das atividades em equipe, apresentando novas experiências”.

No entanto, ao serem questionados quanto à atividade que mais gostaram, nenhum dos alunos citou a utilização dos vídeos e das simulações computacionais *PhET* em suas respostas. Uma justificativa para isso pode estar relacionada à maneira como se deu essa abordagem das simulações, ou seja, devido a limitações do local, os experimentos virtuais foram utilizados no formato de apresentação pelo docente, o que dificultou a exploração individual da ferramenta por parte dos estudantes. E quanto aos vídeos, este é um recurso mais comum, ao qual estão habituados.

Entretanto, os resultados evidenciaram que as atividades, conteúdos e recursos utilizados na unidade de ensino ajudaram a manter a atenção do aluno, o que é uma condição inicial para motivar a aprendizagem. Segundo Ausubel (2000), um dos fatores que influenciam na aprendizagem significativa é a utilização de um material potencialmente significativo. Logo, pode-se concluir que a UEPS de eletrodinâmica foi exitosa neste sentido.

A questão 13 pediu que os alunos relatassem o que, na opinião deles, poderia melhorar na unidade de ensino de eletrodinâmica, ou seja, deveriam colocar sugestões e/ou críticas. Alguns alunos expressaram terem gostado bastante das aulas, e, portanto, não tinham algo a acrescentar. As respostas dos alunos 5 e 19 é um exemplo disso:

Aluno 5: “Não tenho reclamações ou dicas, o jeito que as aulas ocorreram foram ótimas”;

Aluno 19: “Nenhuma, pois todas as aulas eram bem interessantes”.

Alguns estudantes enfatizaram o desejo de que fossem adotadas as mesmas estratégias de ensino da UEPS ao longo dos demais bimestres do ano, e também enfatizaram o interesse em um maior número de aulas práticas e aulas de Física na semana. As falas a seguir retratam isso:

Aluno 1: “Aumentar o número de aulas na semana”;

Aluno 2: “Continuar tendo aulas práticas”;

Aluno 4: “Adoraria que os outros bimestres fossem iguais”;

Aluno 7: “Ter mais experiências físicas e utilizar as fórmulas durante as experiências”.

Outros alunos relataram algumas sugestões de atividades, como aulas de campo e utilização de dinâmicas de grupo. Além disso, um único aluno expressou uma crítica em relação a interação entre professor e aluno, mostrada a seguir.

Aluno 11: “Melhorar a interação e empatia professor e aluno”

Nota-se, por meio desta questão, que a maioria dos alunos opinou positivamente em relação aos recursos utilizados na unidade de ensino e expressaram a importância de se manter essas abordagens didáticas. De modo geral, os dados apresentados por meio das respostas aos questionários mostram que os alunos concordam que:

- a) a disciplina de Física é considerada importante pela maioria dos alunos, pois está presente no seu dia-a-dia (perguntas 1 e 3);
- b) a participação em equipes para a construção de experimentos de Física (perguntas 5 e 11) é um fator motivacional para a aprendizagem;
- c) os alunos veem a disciplina como uma matéria difícil e com muita matemática (pergunta 10), e para eles a disciplina não está entre as preferidas (pergunta 9);
- d) as atividades da UEPS que mais geraram motivação foram os experimentos de modo geral, a prática com robótica e os quizzes (pergunta 12).

Entretanto, as respostas das questões 1, 2 e 5 mostraram uma diminuição na porcentagem de concordância em relação ao interesse pela Física. De acordo com essas respostas, a metodologia de ensino adotada não foi suficiente para modificar a visão que os alunos têm da disciplina, vista como difícil, entediante, com muitos cálculos e distante da realidade. Isso mostra que mesmo que a UEPS tenha sido facilitadora de uma aprendizagem não arbitrária, suas intervenções não foram suficientes para todos os perfis verificados,

podendo resultar na redução da pré-disposição de alguns alunos para interagirem significativamente com o material.

Por outro lado, os resultados desfavoráveis podem contribuir para uma análise das questões que devem ser mantidas e as que devem ser substituídas ou revisadas numa próxima aplicação da metodologia em outras turmas. Diferentemente, nas três últimas questões em que os alunos do GE avaliaram a unidade de ensino, verificou-se, de maneira geral, um parecer favorável. É importante frisar que ao longo da sequência didática foi evidenciado um aumento no desejo dos alunos em participar das atividades, do interesse em aprender conteúdos relevantes e da percepção de seu progresso.

A resposta dos alunos confirma que eles gostaram de participar das práticas experimentais e mostraram entusiasmo com os trabalhos em grupo e com o método. Baseado nessas evidências é possível concluir que a utilização dos experimentos cumpriu o objetivo de contribuir para melhor desenvolvimento do conteúdo, uma vez que estavam inseridos no contexto da matéria e todos participaram efetivamente das atividades. Consequentemente, a estratégia de utilização de uma sequência didática com experimentação para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos foi considerada exitosa.

Na seção seguinte serão apresentadas as considerações finais desta pesquisa e verificado se a Unidade de Ensino de Eletrodinâmica foi considerada exitosa em promover a Aprendizagem Significativa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O professor necessita, antes de tudo, refletir sobre a sua prática docente, ou seja, se seus alunos realmente estão aprendendo significativamente ou de forma mecânica. Porém, este processo não é uma tarefa fácil, pois existem vários fatores envolvidos, como: salas de aula heterogêneas, alunos dos mais diferentes interesses e personalidades.

A aprendizagem significativa é base teórica desta pesquisa, na qual são levados em conta três fatores principais, segundo Ausubel (2000): os conhecimentos prévios do estudante sobre o tópico de ensino, a utilização de um material potencialmente significativo, e a predisposição do indivíduo em aprender. Nesse sentido, após uma revisão na literatura foi identificada a carência de estratégia didática que facilitasse a compreensão de conceitos de eletrodinâmica de maneira significativa.

Baseado nesta necessidade, este trabalho teve como objetivo central verificar as contribuições de uma sequência didática no ensino de eletrodinâmica. Partiu-se da premissa que a implementação de UEPS (MOREIRA, 2011a) pode favorecer a aprendizagem significativa. Pois nesta metodologia os conceitos são abordados de maneira progressiva em nível de complexidade, a avaliação é feita durante todo o processo de ensino/aprendizagem, e o aluno se torna mais ativo, por meio de estratégias que estimulam a criatividade, atividades colaborativas e resolução de situações-problema, relacionando os conceitos com assuntos presentes no cotidiano do aluno.

A investigação prévia sobre a condição dos estudantes que participaram da pesquisa revelou baixo interesse e uma estrutura cognitiva mais voltada para a aprendizagem mecânica. Levando em conta essas limitações escolheu-se desenvolver a UEPS dando ênfase a práticas experimentais com materiais de baixo custo e também envolvendo robótica, de forma que proporcionasse um aumento no interesse dos estudantes e uma interação significativa com os materiais apresentados.

Acredita-se que a aprendizagem se torna mais efetiva quando o professor utiliza diferentes recursos. Dessa forma, foram utilizadas outras estratégias didáticas, como: *quizzes Plickers*, simulações *PhET*, apresentações de slides *Prezi* e vídeos ao longo da UEPS. Além disso, na metodologia desenvolvida, o conceito foi priorizado ao invés de uma ênfase matemática. Com isso, durante a aplicação da UEPS foi notório o engajamento dos alunos nas atividades propostas e o aumento da curiosidade sobre o tópico abordado.

Para verificar o êxito da unidade de ensino, foi mensurado o ganho de aprendizagem por meio do teste de ganho normalizado de Hake, calculado a partir do desempenho dos

alunos no pré-teste e no pós-teste. Os resultados dos testes indicaram que o GC, o qual utilizou aulas convencionais (puramente expositivas), não obteve ganho de aprendizagem ($g = -0,087$), estando, assim, abaixo da faixa de ganhos g (entre 0,1 e 0,2) apontada por Hake (1998) para metodologias tradicionais. Por outro lado, o GE obteve ganho normalizado considerado baixo ($g = 0,21$), porém superior ao do GC.

Além disso, os dados evidenciaram que em algumas questões os resultados do pré-teste foram melhores do que o pós-teste. Esse fato ocorreu tanto no GE como no GC. Este é um problema que pode levantar alguns questionamentos, como: Será que a ação docente está prejudicando a aprendizagem dos alunos? O aluno sabia e desaprendeu? Estas perguntas envolvem uma situação complexa e que vale a pena ser investigado em pesquisas futuras.

Logo, constatou-se que os dados explicitam as dificuldades na aprendizagem de Física no EM, decorrente entre outros fatores, dos poucos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tópico em estudo. Entretanto, os resultados mostram que houve um aumento significativo na variável Teste SMA, ou seja, os alunos do GE iniciaram o semestre com 38,42% de aproveitamento e encerraram com 51,42%. Ainda, viu-se que o ganho de Hake foi melhor para o GE, onde foi aplicada a metodologia UEPS.

Vale ressaltar que os testes aplicados não tinham nenhum efeito na nota final do aluno na disciplina. Esse fator pode ter contribuído para que os alunos não se empenhassem o bastante. Além disso, constatou-se que a análise das respostas dos alunos às questões dos testes pode servir de ferramentas para a identificação das principais dificuldades de compreensão dos conceitos cobrados da matéria. Ainda, dentre as limitações deste trabalho pode-se citar a amostra do GE relativamente pequena ($N=19$), pois sabe-se que a maioria das salas de aula das escolas brasileiras têm turmas com um número de alunos bem maior do que o da amostra.

Com o intuito de fornecer evidências sobre os efeitos motivacionais da UEPS, foi aplicado um questionário de opinião. Para isso, utilizou-se da escala *Likert* para avaliar a impressão dos alunos relativa à realização das atividades da unidade de ensino. Os resultados do questionário mostraram que os alunos gostaram de participar de uma equipe para realizar atividades experimentais.

Ao longo da UEPS, puderam-se verificar avanços no interesse dos estudantes, os quais se mostraram receptivos às intervenções realizadas, tendo em vista que a maioria deles interagiu amplamente com os materiais didáticos e mostrou engajamento no estudo da Física. Logo, isto permitiu concluir que a estratégia de experimentação em uma sequência didática para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos foi considerada exitosa.

Não se pode deixar de citar que a UEPS não foi bem-sucedida em gerar interesse para uma parte dos estudantes quanto a estudar e gostar da disciplina de Física. Vários são os fatores envolvidos, dentre eles, a preferência dos alunos por disciplinas ligadas às linguagens, ciências humanas ou biológicas e a falta de atividades que pudessem atrair estudantes com interesses além de vídeos, simulações computacionais ou experimentos. Outras opções de atividades que poderiam ser incluídas na UEPS seria a visita a espaços não formais de educação e a laboratórios que realizam pesquisas nas áreas de Física relacionadas ao tema em estudo.

Apesar dos resultados obtidos nesta pesquisa indicarem um ganho normalizado baixo na turma em que foi utilizada a metodologia UEPS, comparado a resultados disponíveis na literatura, eles não devem ser ignorados, pois contribuem para uma visão mais ampla da metodologia estudada.

Durante o desenvolvimento e aplicação da pesquisa, foram observadas algumas lacunas na metodologia utilizada, que levaram a sugestões de alterações, as quais podem ser implementadas em trabalhos futuros, levando a resultados melhores e mais completos. Essas alterações são:

- a) Realizar a análise dos dados obtidos por meio dos mecanismos de avaliação formativa utilizados ao longo da UEPS, como as respostas dos *quizzes*, e dos relatórios dos experimentos, em busca de maiores evidências de aprendizagem significativa;
- b) Revisar as questões do questionário de opinião de forma que ele possa fornecer uma avaliação mais completa da metodologia adotada;
- c) Combinar a utilização da metodologia UEPS e teoria da aprendizagem significativa com outras metodologias de ensino, como por exemplo, as metodologias ativas, com vistas a uma maior interação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem;
- d) Utilizar mapas conceituais para auxiliar na identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, bem como, verificar sua evolução em termos de conhecimentos adquiridos.

Por fim, espera-se, com essa investigação, trazer informações sobre a aplicabilidade da metodologia UEPS, bem como divulgar e estimular novas produções relacionadas à aprendizagem significativa. Dessa forma, sugere-se ainda a elaboração e ampliação dessa metodologia para as demais áreas da Física, como mecânica, óptica, termodinâmica, Física moderna, entre outras. Assim, pode-se avaliar se os resultados se mantêm independentes das

turmas avaliadas e, principalmente, se os dados refletem no desempenho de provas escritas, baseadas na resolução de problemas, bem como na nota do Enem.

Em suma, esta pesquisa procurou promover uma reflexão das práticas pedagógicas e evidenciar a existência de novas iniciativas metodológicas capazes de tornar a sala de aula um local mais agradável e participativo. Neste sentido, a metodologia das UEPS fornece pressupostos básicos para construção de materiais instrucionais que auxiliem nessa relação dialógica, contribuindo para uma maior e mais efetiva integração de materiais potencialmente significativos no contexto escolar. Portanto, pode-se considerar que o objetivo deste trabalho de contribuir para a aprendizagem de eletrodinâmica foi alcançado especialmente pelo fato de uma consequente evolução em suas estruturas cognitivas atribuída à intervenção da unidade de ensino.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. A. L.; BARBOSA, G. F.; SILVEIRA, F. L.; SANTOS, C. A. Recorrências de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.

ARAÚJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B.; OLIVEIRA, A. L. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, 2017.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA, Lisboa. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view - Kluwer Academic Publishers, 2000.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. 5ª reimpressão, janeiro de 2005. Contraponto editora lida, Rio de Janeiro, RJ – Brasil. 1ª edição, maio, 1996.

BARROS FILHO, J.; SILVA, D. Buscando um sistema de avaliação contínua: ensino de eletrodinâmica no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 27 – 38, 2002.

BORGES, O. Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – Educação é a base**. Ministério da Educação, 2018a.

BRASIL. **Guia de implementação do novo ensino médio**. Ministério da Educação, 2018b.

BRASIL. **Resumo Técnico - Resultados do índice de desenvolvimento da educação básica**. Ministério da Educação, 2017.

BRASIL. **Planejando a Próxima Década - Conhecendo as 20 Metas do Plano Nacional de Educação**. Ministério da Educação, 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, 1996.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 18, n. 3, p. 263-277, 2001.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, p. 297-334, 1951.

DINIZ, A. C. **Implementação do método peer instruction em aulas de Física no ensino médio**. Dissertação – Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais, 2015.

GOMES, L. C.; BERLLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais sobre a teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, 2009.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: interação e tecnologia**, v. 3, 2ª. Ed. São Paulo: Leya, 2016.

GONZALES, E. G.; ROSA, P. R. S. Aprendizagem Significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da educação de jovens e adultos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19(2), p. 477-504, 2014.

HAKE, R. R. Interactive- engagement vs. traditional methods: A six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, AAPT, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

HEINECK, R. Ensino de física na escola e a formação de professores: reflexões e alternativas. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v.16, n. 2, p. 226-241, agosto, 1999.

LOPES, R. R. S. **Conceitos de Eletricidade e Suas Aplicações Tecnológicas: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo – Vitória, 2014.

MARTINS, G. A.; DOMINGUES, O. **Estatística Geral e Aplicada**. 5ª edição, revisada e ampliada – São Paulo: Atlas, 2014.

MENEZES, L. C. D. Uma Física para um novo ensino médio. **Física na escola**, v. 1, n. 1, 2000.

MORAN, J. M. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v.4, n.12, p.13-21, maio/ago. 2004.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa (Advanced organizers and meaningful learning). **Revista Chilena de Educación Científica**, ISSN 0717-9618, v. 7, n. 2, 2008, p. 23-30. Revisado em 2012.

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

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2011b.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Lenguaje y Aprendizaje Significativo**. Conferencia de cierre del IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Maragogi, AL, Brasil, septiembre, 2003.

MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C.; RODRÍGUEZ, M.L. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España, p. 19-44, 1997.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Integração curricular por áreas com extinção das disciplinas no Ensino Médio: Uma preocupante realidade não respaldada pela pesquisa em ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, 2014.

NARDI, R.; CASTIBLANCO, O. **Didática da Física**. São Paulo: Cultura Acadêmica.

PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2ª ed. rev. Florianópolis, ed. da UFSC, 2005.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v.8, n.1, p.127 – 145, 2002.

REZENDE, F.; LOPES, A. M. A.; EGG, J. M. Identificação de Problemas do Currículo, do Ensino e da Aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de Professores – **Ciências & Educação**, v. 10, n. 2, p. 185-196, 2004.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; JUNIOR, M. F. R. Comentário sobre as orientações curriculares de 2006 para o ensino de Física. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 30, n. 2, 2008.

RICARDO, E.C.; FREIRE, J.C.A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.

SANTOS, J. C.; DICKMAN, A. G. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, e20180161, 2019.

SANTOS, Z. O. **A utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas na aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de ciências exatas e engenharia**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Itajubá – Minas Gerais, 2015.

SILVEIRA, F. L., Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Física no ensino médio : falhas e soluções**. Organizador: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre : Edipucrs, p. 61-67 - ISBN: 9788539700967, 2011.

SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A. e AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 41(11): 1129-1133, nov., 1989.

APÊNDICE A _ QUESTIONÁRIO PRÉVIO DE OPINIÃO/QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (GC)

Solicitamos que responda as questões abaixo, de 1 a 8, marcando um X em sua opinião. E as questões 9 e 10, escrevendo o que se pede.

1. Eu gosto de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

2. Eu gosto de estudar Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

3. Geralmente eu gosto das aulas de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

4. Geralmente eu gosto dos professores de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

5. Eu me interesso por experiências de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

6. Eu me interesso por informações que abordam Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

7. Eu gosto de todas as disciplinas (matérias) da escola.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

8. Eu odeio todas as disciplinas (matérias) da escola.

() Concordo totalmente

() Discordo parcialmente

() Concordo parcialmente

() Discordo totalmente

() Indiferente

9. Quais são as três disciplinas que você mais está gostando?

a) 1ª disciplina (matéria): _____

b) 2ª disciplina (matéria): _____

c) 3ª disciplina (matéria): _____

10. Diante da palavra “Física” escreva 5 palavras que lhe vem à mente.

a) 1ª palavra: _____

b) 2ª palavra: _____

c) 3ª palavra: _____

d) 4ª palavra: _____

e) 5ª palavra: _____

APÊNDICE B _ QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (GE)

Solicitamos que responda as questões abaixo, de 1 a 9, marcando um X em sua opinião. E as questões 10 e 13, escrevendo o que se pede.

1. Eu gosto de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

2. Eu gosto de estudar Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

3. Geralmente eu gosto das aulas de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

4. Geralmente eu gosto dos professores de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

5. Eu me interesso por experiências de Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

6. Eu me interesso por informações que abordam Física.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

7. Eu gosto de todas as disciplinas (matérias) da escola.

- | | |
|--|--|
| ☐ Concordo totalmente | ☐ Discordo parcialmente |
| ☐ Concordo parcialmente | ☐ Discordo totalmente |
| ☐ Indiferente | |

8. Eu odeio todas as disciplinas (matérias) da escola.

- ☐ Concordo totalmente ☐ Discordo parcialmente
☐ Concordo parcialmente ☐ Discordo totalmente
☐ Indiferente

9. Quais são as três disciplinas que você mais está gostando?

a) 1ª disciplina (matéria): _____

b) 2ª disciplina (matéria): _____

c) 3ª disciplina (matéria): _____

10. Diante da palavra “Física” escreva 5 palavras que lhe vem à mente.

a) 1ª palavra: _____

d) 4ª palavra: _____

b) 2ª palavra: _____

e) 5ª palavra: _____

c) 3ª palavra: _____

11. Eu gostei de participar de uma equipe para construir experiência(as) de Física.

- ☐ Concordo totalmente ☐ Discordo parcialmente
☐ Concordo parcialmente ☐ Discordo totalmente
☐ Indiferente

12. De quais atividades de Física, no primeiro bimestre, você mais gostou? Justifique sua resposta.

13. Que sugestões você teria para melhorar as aulas de Física que ocorreram no primeiro bimestre?

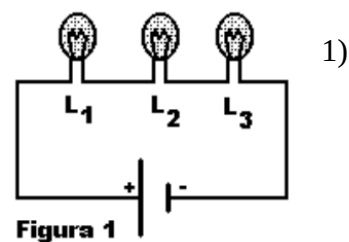
APÊNDICE C _ TESTE DE CONHECIMENTO INICIAL E FINAL

Questões de Eletrodinâmica

Em todas as questões deste teste admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

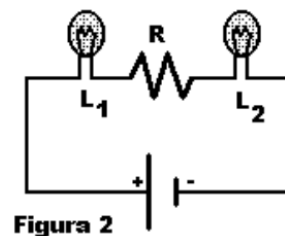
No circuito da figura 1 pode-se afirmar que:

- L1 brilha mais do que L2 e esta mais do que L3.
- L3 brilha mais do que L2 e esta mais do que L1.
- As três lâmpadas têm o mesmo brilho.



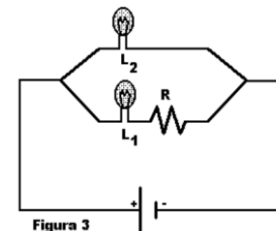
2) No circuito da figura 2, R é um resistor. Neste circuito:

- L1 e L2 têm o mesmo brilho.
- L1 brilha mais do que L2.
- L2 brilha mais do que L1.



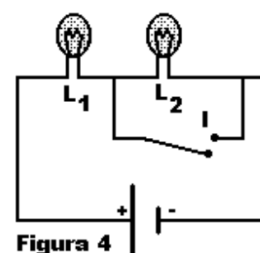
3) No circuito da figura 3, R é um resistor. Neste circuito:

- L1 tem o mesmo brilho de L2.
- L2 brilha mais do que L1.
- L1 brilha mais do que L2



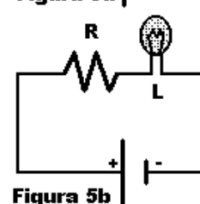
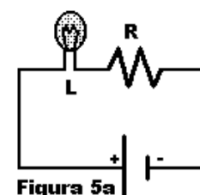
4) No circuito da Figura 4, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:

- aumenta o brilho de L1.
- o brilho de L1 permanece o mesmo.
- diminui o brilho de L1.



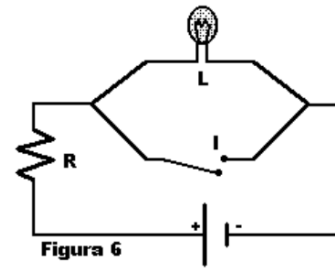
5) Nos circuitos 5a e 5b a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nestas situações:

- L brilha mais no circuito 5a.
- L brilha igual em ambos circuitos.
- L brilha mais no circuito 5b.



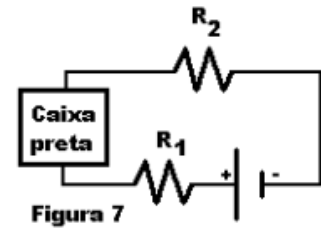
6) No circuito da figura 6, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:

- a) L continua brilhando como antes.
- b) L deixa de brilhar.
- c) L diminui seu brilho mas não apaga.



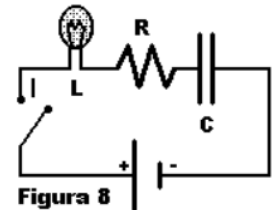
7) No circuito da figura 7 R_1 e R_2 são dois resistores. A caixa preta pode conter resistores, baterias ou combinações de ambos. Para que a intensidade da corrente em R_1 fosse igual à intensidade da corrente em R_2 a caixa preta:

- a) deveria conter somente resistores.
- b) deveria conter no mínimo uma bateria.
- c) poderia conter qualquer associação de resistores e baterias.



8) No circuito da figura 8, L é uma lâmpada, R um resistor, C um capacitor descarregado e I um interruptor aberto. Ao fechar o interruptor:

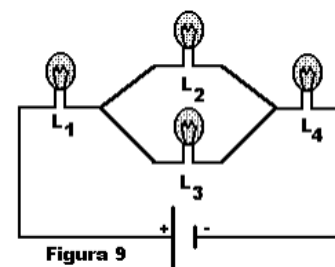
- a) L começa a brilhar e continua brilhando enquanto o interruptor estiver fechado.
- b) L não brilhará enquanto o capacitor não estiver carregado.
- c) L poderá brilhar durante parte do processo de carga do capacitor.



As questões 9 e 10 se referem ao circuito da figura 9.

9) No circuito da figura 9 o brilho de L_1 é :

- a) igual ao de L_4 .
- b) maior do que o de L_4 .
- c) menor do que o de L_4 .



10) No circuito da figura 9 o brilho de L_2 é:

- a) igual ao de L_4 .
- b) maior do que o de L_4 .
- c) menor do que o de L_4 .

APÊNDICE D _ QUIZ PLICKERS PARA OBTENÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

1. Qual dessas atividades do dia-a-dia não dependeu da Eletricidade para ser realizada?
 - a) Iluminar ambientes internos de uma residência;
 - b) Assistir a um filme em vídeo;
 - c) Ler um livro à luz do sol;
 - d) Acordar ao som das notícias do dia.

2. Marque a opção em que aparecem apenas condutores de eletricidade.
 - a) Cobre e borracha;
 - b) Lã e ferro;
 - c) Ouro e prata;
 - d) Vidro e papel.

3. Liquidificador, ventilador, batedeira, furadeira, barbeador elétrico... O que há de comum entre estes aparelhos elétricos?
 - a) Transformam outras formas de energia (mecânica, química,..) em energia elétrica e são denominados de fontes.
 - b) São elementos de comunicação e informação.
 - c) São dispositivos de segurança em um circuito elétrico.
 - d) Transformam a maior parte da energia elétrica que recebem da fonte em energia mecânica.

4. Para funcionarem, os aparelhos elétricos precisam ser "alimentados" energeticamente por uma fonte de energia elétrica. Em qual opção temos exemplos apenas de fonte de energia?
 - a) Pilhas, baterias e alternadores.
 - b) Disjuntores, fusíveis e interruptores.
 - c) Lâmpadas, rádio e TV.
 - d) Resistores, transistores e diodos.

5. Chuveiro elétrico, ferro de passar, secador de cabelo, lâmpada incandescente... Qual a transformação de energia que ocorre nestes aparelhos?
 - a) Transformam a maior parte da energia elétrica que recebem da fonte em energia mecânica.
 - b) Transformam a energia elétrica fornecida por uma fonte em energia química.
 - c) Transformam a energia elétrica fornecida por uma fonte em energia térmica.

d) Transformam outras formas de energia (mecânica, química,..) em energia elétrica e são denominados de fontes.

6. O fio terra é utilizado para aterramento das carcaças metálicas de chuveiros e outros aparelhos. Qual a sua utilidade?

- a) O aparelho só funciona com este fio terra.
- b) Evitar os choques elétricos fazendo a ligação dos aparelhos à terra.
- c) Para impedir que o excesso de corrente seja despejado na terra.
- d) Evitar que o aparelho seja danificado.

7. O que acontece se uma geladeira de 110 V for ligada a uma tensão de 220 V?

- a) Não funciona.
- b) Funciona precariamente.
- c) Queima.
- d) Funciona normalmente.

8. Se uma lâmpada de 6 V for ligada a uma tensão menor que a especificada, 1,5 V, o que acontece?

- a) Funciona com a luz mais fraca.
- b) Funciona com a luz mais forte que o normal.
- c) Funciona normalmente.
- d) Queima quase que imediatamente.

9. Qual das opções abaixo representa um valor de potência?

- a) 220 V
- b) 10 A
- c) 800 W
- d) 60 Hz

10. Uma secadora de roupa tem uma potência de 90 W, enquanto uma lâmpada possui 100 W, e um ventilador 126 W. Considerando que os três aparelhos funcionarão por 2h ao dia. Qual deles consumirá mais energia?

- a) Secadora
- b) Lâmpada
- c) Ventilador
- d) Consumirão a mesma energia

REFERÊNCIA

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: interação e tecnologia, volume 3.** 2 ed. São Paulo: Leya, 2016.

APÊNDICE E _ RELATÓRIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL I

ATIVIDADE EXPERIMENTAL: INVESTIGANDO UMA LÂMPADA COM UMA PILHA

OBJETIVO: Compreender o conceito de circuito elétrico.

MATERIAIS:

2 pedaços de fio de aproximadamente 20 cm	Uma lâmpada pequena de 6 V	2 pilhas pequenas de 1,5 V cada	Fita crepe ou isolante
---	----------------------------	---------------------------------	------------------------

PROCEDIMENTO:

PASSO 1: Utilizando apenas um dos fios, a lâmpada e uma pilha, faça as ligações necessárias para que a lâmpada acenda. Observe o que acontece. Se necessário, use a fita crepe para ajudar a conectar os componentes. **Atenção:** A pilha possui dois polos: o positivo e o negativo. A lâmpada sempre deve ser ligada de forma que toque nos dois polos da pilha.

PASSO 2: Agora, utilizando os dois fios, a lâmpada e uma pilha, faça as ligações necessárias para que a lâmpada acenda. Observe o que acontece. Se necessário, use a fita crepe para ajudar a conectar os componentes.

PASSO 3: Utilizando as duas pilhas, una o polo negativo de uma com o positivo de outra pilha. Use a fita creme para fixa-las.

PASSO 4: Agora, utilizando os dois fios, a lâmpada e o conjunto das duas pilhas (passo 3), faça as ligações necessárias para que a lâmpada acenda. Observe o que acontece. Se necessário, use a fita crepe para ajudar a conectar os componentes.

QUESTIONÁRIO 1:

1. Quais partes da lâmpada e da pilha devem ser ligadas para que a lâmpada acenda?

2. Quais as diferenças observadas entre a montagem do circuito no PASSO 1 e 2 e nos PASSOS 3 e 4?

-
-
3. Esquematize as formas de ligação que fizeram a lâmpada acender. Representem a pilha, o fio e a própria lâmpada.

4. A partir da prática, descreva quais os elementos essenciais de um circuito elétrico.
-
-

ATIVIDADE EXPERIMENTAL: O FUSÍVEL

O fusível é um componente de segurança nos circuitos elétricos que permite a passagem da corrente até determinado valor. Quando a corrente é excessiva, ele “queima”, interrompendo o circuito, e protegendo os fios da instalação e aparelhos elétricos.

OBJETIVO: Compreender o conceito de circuito elétrico.

MATERIAIS:

1 bateria de 9 V	Conector de bateria	1 pires	Fiapo de palha de aço
------------------	---------------------	---------	-----------------------

PROCEDIMENTO:

PASSO 1: Separe apenas um fiapo da palha de aço e coloque sobre o pires.

PASSO 2: Encaixe o conector de bateria na bateria.

PASSO 3: Segure as extremidades soltas dos fios e encoste cada uma delas às extremidades do fiapo de palha de aço, que será o nosso fusível. **Atenção:** não encoste nenhuma parte do corpo no fiapo.

QUESTIONÁRIO 2:

1. Descreva o que aconteceu.

2. Qual a transformação de energia observada no fiapo de palha de aço?

3. Como é chamado esse fenômeno?

4. O que teria ocorrido se o fusível não tivesse interrompido o circuito?

APÊNDICE F _ QUIZ PLICKERS TÓPICO 1 - COMO AVALIAÇÃO FORMATIVA

1. Quais são os principais componentes de um circuito elétrico?
 - a) Resistor, alternador, pilha e bateria.
 - b) Disjuntores, fusíveis, alternadores e fonte de energia.
 - c) Fonte de energia, aparelho receptor, interruptor e condutores.
 - d) Lanterna, lâmpada, mola, placa metálica.

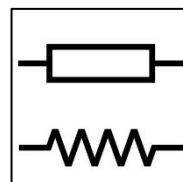
2. Quando uma lâmpada queima, o circuito está:
 - a) Aberto, pois a corrente foi interrompida.
 - b) Fechado, pois a lâmpada continua acesa.
 - c) Aberto, pois a corrente percorre o circuito.
 - d) Fechado, pois a corrente percorre o circuito.

3. Nas nossas casas, de onde vem a principal fonte de energia elétrica?

a) Das pilhas.	c) Dos aparelhos elétricos.
b) Das baterias.	d) Das tomadas.

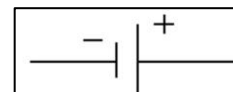
4. O que este símbolo representa?

- | | |
|----------------------|----------------|
| a) Aparelho receptor | d) Interruptor |
| b) Aparelho resistor | |
| c) Fonte de energia | |



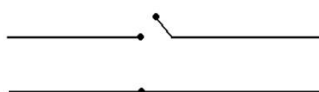
5. O que este símbolo representa?

- | | |
|----------------------|----------------|
| a) Aparelho receptor | d) Interruptor |
| b) Aparelho resistor | |
| c) Fonte de energia | |



6. O que este símbolo representa?

- a) Aparelho receptor
- b) Aparelho resistor
- c) Fonte de energia
- d) Interruptor



7. Como são denominados estes aparelhos?

- a) Aparelhos térmicos
- b) Aparelhos resistivos
- c) Aparelhos receptores
- d) Aparelhos de comunicação



8. Como são denominados estes aparelhos?

- a) Aparelhos térmicos
- b) Aparelhos de comunicação
- c) Aparelhos resistivos
- d) Aparelhos receptores



9. Marque a opção que relaciona corretamente a grandeza física à sua unidade no SI:

- a) Tensão (V) medida em ohm (O); Potência (P) medida em joule (J); Corrente (i) medida em ampère (A).
- b) Tensão (V) medida em ampère (A); Potência (P) medida em newton (N); Corrente (i) medida em joule (J).
- c) Tensão (V) medida em volt (V); Potência (P) medida em watt (W); Corrente (i) medida em ampère (A).
- d) Tensão (V) medida em segundo (s); Potência (P) medida em watt (W); Corrente (i) medida em hertz (H).

10. Um chuveiro, com potência de 5,5 kW é ligado por 30 min, e uma lâmpada de 60 W fica acesa por 12 h. Qual dos dois aparelhos consome mais energia? (Utilize a expressão $E = P \cdot \Delta t$)

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| a) O chuveiro, com 2,75 kWh | c) O chuveiro, com 5 kWh |
| b) A lâmpada, com 0,72 kWh | d) A lâmpada, com 10 kWh |

REFERÊNCIA

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: interação e tecnologia, volume 3.** 2 ed. São Paulo: Leya, 2016.

APÊNDICE G _ RELATÓRIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL II

ATIVIDADE EXPERIMENTAL: COMO MONTAR UM LIMÃO ELÉTRICO

OBJETIVO: Compreender o conceito de circuito elétrico.

MATERIAIS:

5 pedaços de fio de aproximadamente 10 cm	Um led de 3 V	4 limões ou batatas	4 moedas de 5 centavos (de cobre) e 4 parafusos de zinco.	Multímetro
---	---------------	---------------------	---	------------

PROCEDIMENTO:

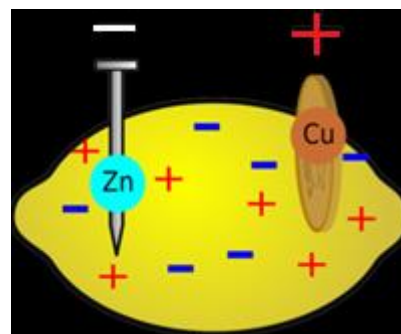
PASSO 1: Pegue um limão (ou batata) e espete nele o parafuso, pegue um fio e prenda uma das extremidades no parafuso.

PASSO 2: Em outro ponto do limão (ou batata), mais distante, faça um pequeno corte (**peça ajuda ao professor**).

Em seguida pegue a moeda e a extremidade de outro fio juntos, e insira na abertura.

PASSO 3: Ligue as duas extremidades livres dos fios de cobre aos terminais do multímetro.

Atenção: para isso, ajuste o ponteiro do multímetro para medir tensão, e ajuste a escala.



1. Qual o valor da tensão fornecida por um limão?

2. Qual a função do limão (ou batata) nesse experimento?

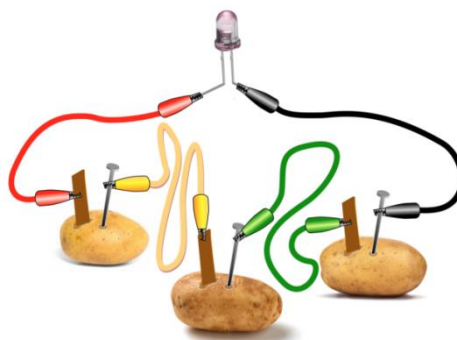
3. Qual material está representando o polo positivo? E qual representa o polo negativo?

PASSO 4: Agora, ligue as duas extremidades livres dos fios de cobre do limão no led, e verifique se ele acende?

4. O led acendeu? Explique. (Obs: a tensão do led é de 3V)

5. Quantos limões você precisa para acender um led de 3V?

PASSO 5: Agora vamos usar mais limões (ou batatas) para buscar resultados melhores. Utilize 3 ou 4 unidades. Faça a ligação como mostra na figura ao lado, conectando o polo positivo de uma batata ao negativo da outra.



PASSO 6: Antes de ligar o led, verifique a tensão do conjunto com a ajuda do multímetro. Em seguida, conecte as extremidades dos dois fios da montagem no led, e verifique se ele acende.

6. Qual o valor da tensão do conjunto fornecida pelo multímetro?

7. O led acendeu? Explique.

8. Que tipo de ligação você realizou? Em série ou em paralelo? Por que?

9. O conjunto de limões (ou batatas) está substituindo qual equipamento do circuito?

10. Qual a característica dos limões e batatas que permitem utilizá-los como pilhas? (Obs: você pode pesquisar na internet) Cite outros materiais do cotidiano que tenha a mesma função.

APÊNDICE H _ QUIZ PLICKERS TÓPICO 2 - COMO AVALIAÇÃO FORMATIVA

1. Escolha a opção que explica o que é Resistência Elétrica (R):
 - a) A propriedade dos resistores em conduzir energia elétrica.
 - b) A propriedade das baterias de fornecer uma ddp ao circuito.
 - c) A propriedade dos elétrons de possuir carga elétrica negativa.
 - d) A propriedade dos resistores de limitar a intensidade da corrente elétrica.

2. A intensidade da corrente (i) em um circuito depende:
 - a) Dos equipamentos de segurança, como fusíveis e disjuntores.
 - b) Do resistor nele conectado e da tensão elétrica (U) a que está submetido.
 - c) Apenas da tensão elétrica (U) a que está submetido.
 - d) Apenas do resistor nele conectado.

3. Qual a unidade de medida da resistência elétrica (R)?
 - a) Ohm
 - b) Volt
 - c) Ampère
 - d) watt

4. A Lei de Ohm é uma relação matemática entre tensão, resistência e corrente elétrica. Marque a opção que expressa essa relação:
 - a) $U=R.i$
 - b) $U=R+i$
 - c) $E=P.t$
 - d) $P=U.i$

5. A resistência elétrica (R) de um resistor depende de alguns fatores, como: comprimento (l) do resistor, área da secção transversal (A) e do material que é constituído. Sobre isso marque a opção correta:
 - a) Quanto maior a área da secção transversal (A) do resistor, maior a resistência elétrica (R), e menor a intensidade da corrente elétrica (i).
 - b) Quanto maior o valor da resistividade do material, menor a resistência elétrica.
 - c) Quanto maior o comprimento (l) do resistor, maior a resistência elétrica (R), e menor a intensidade da corrente elétrica (i).
 - d) Quanto menor o comprimento (l) do resistor, maior a resistência elétrica (R), e menor a intensidade da corrente elétrica (i).

6. Usando a primeira lei de ohm $U=R.i$, responda: o resistor de um chuveiro elétrico está submetido à tensão 220 V e a uma corrente de 20 A. Qual o valor da sua resistência elétrica?
 - a) 11 ohms
 - b) 20 ohms

- c) 22 ohms d) 220 ohms

7. Usando a Lei de Ohm $U=R.i$, responda. Uma torradeira elétrica tem um resistor de 11 ohms quando ligado à rede de 110 V. Qual a corrente estabelecida no resistor?

- a) 220 A c) 11 A
b) 110 A d) 5 A

8. O que significa Efeito Joule?

- A potência dissipada nos fios elétricos.
- A transformação de energia elétrica em energia térmica nos aparelhos resistivos.
- A transformação de energia elétrica em energia mecânica nos aparelhos receptores.
- O mesmo que princípio da conservação da energia.

9. Marque a opção que representa aplicações práticas para o Efeito Joule.

- Aquecer água nos chuveiros, torneiras elétricas e ebulidores, aquecer o ferro elétrico, tostar pães, aquecer ambientes.
- Fornecer energia para os aparelhos elétricos.
- Facilitar o funcionamento de aparelhos de comunicação, como rádios, televisor, telefone e aparelho de DVD.
- Produzir rotação em torno de um eixo em aparelhos como furadeiras, liquidificadores, ventiladores e batadeiras.

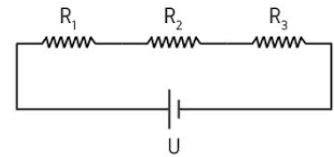
10. A potência dissipada no efeito Joule representa a quantidade de energia perdida pelo o aquecimento em um intervalo de tempo. Marque a expressão que é usada no cálculo da potência dissipada.

- a) $U=R.i$
b) $P=R.i$
- c) $P=U.i$
d) $R=U/i$

APÊNDICE I _ QUIZ PLICKERS TÓPICO 3 - COMO AVALIAÇÃO FORMATIVA

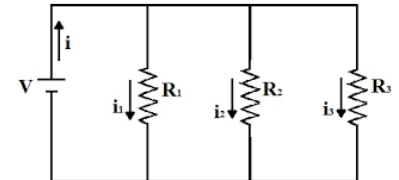
1. Como é chamada esse tipo de associação de resistores?

- a) Paralelo
b) Geradores
c) Série
d) Mista



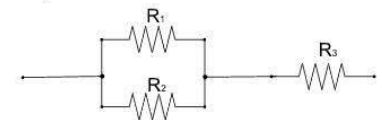
2. Como é chamada esse tipo de associação de resistores?

- a) Mista
b) Série
c) Receptores
d) Paralelo



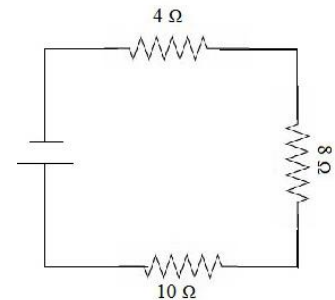
3. Como é chamada esse tipo de associação de resistores?

- a) Receptores
b) Mista
c) Série
d) Paralelo



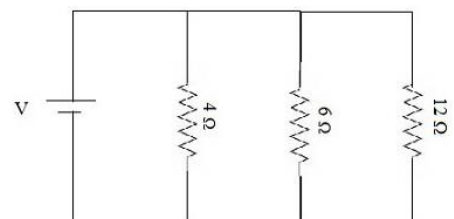
4. Calcule a resistência equivalente do circuito a seguir:

- a) $R_{eq} = 22 \text{ ohms}$
b) $R_{eq} = 18 \text{ ohms}$
c) $R_{eq} = 12 \text{ ohms}$
d) $R_{eq} = 4 \text{ ohms}$



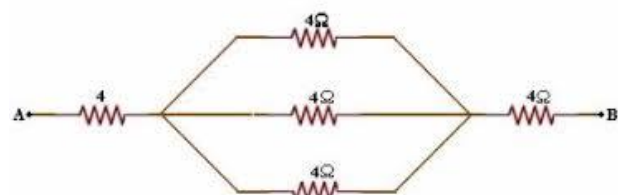
5. Calcule a resistência equivalente do circuito a seguir:

- a) $R_{eq} = 12 \text{ ohms}$
b) $R_{eq} = 6 \text{ ohms}$
c) $R_{eq} = 2 \text{ ohms}$
d) $R_{eq} = 4 \text{ ohms}$



6. Calcule o resistor equivalente na associação mista:

- a) 12 ohms
b) 1,3 ohms
c) 4 ohms
d) 9,3 ohms



7. Marque a opção que explica o curto-circuito:

- a) Transforma energia elétrica em térmica.

- b) São circuitos com resistores em paralelo.
 - c) Ocorre quando a resistência elétrica em um circuito é muito pequena e a corrente elétrica que o atravessa atinge uma intensidade muito elevada.
 - d) Fornece energia para o circuito.
8. Qual a consequência de um curto-circuito?
- a) Um superaquecimento dos condutores, danificando equipamentos e podendo provocar incêndios.
 - b) Transformação de energia elétrica em energia mecânica.
 - c) Um melhor funcionamento dos equipamentos elétricos de uma residência.
 - d) Transformação de energia mecânica em energia elétrica.
9. O que são os geradores reais?
- a) São as fontes de tensão de um circuito elétrico, as quais possuem uma resistência elétrica interna, que consome parte da energia.
 - b) Motores elétricos, rádios e outros aparelhos receptores.
 - c) São as fontes de tensão de um circuito elétrico, que transformam toda a tensão produzida em outros tipos de energia.
 - d) São aparelhos que transformam a energia elétrica em outros tipos, como a mecânica, e parte da energia é dissipada na forma de calor.
10. O que são os Receptores Reais?
- a) São as fontes de tensão de um circuito elétrico, as quais possuem uma resistência elétrica interna, que consome parte da energia.
 - b) Motores elétricos, rádios e outros aparelhos receptores.
 - c) São as fontes de tensão de um circuito elétrico, que transformam toda a tensão produzida em outros tipos de energia.
 - d) São aparelhos que transformam a energia elétrica em outros tipos, como a mecânica, e parte da energia é dissipada na forma de calor.

APÊNDICE J _ RELATÓRIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL III

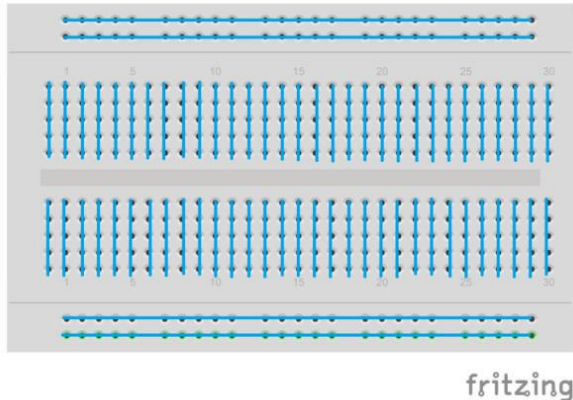
ATIVIDADE EXPERIMENTAL: OFICINA DE ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE ELETRODINÂMICA

OBJETIVO: Compreender o conceito de circuito elétrico.

A Protoboard (Matriz de Contatos)

Quando trabalhamos com circuitos elétricos em laboratório, muitas vezes usamos a protoboard. Ele tem o intuito de simplificar o processo de estudo e pesquisa de circuitos elétricos e eletrônicos. Sendo uma matriz de contatos reutilizável, evitamos a necessidade de confeccionar uma placa de circuito impresso e possibilita a fácil alteração do circuito, deixando ele flexível.

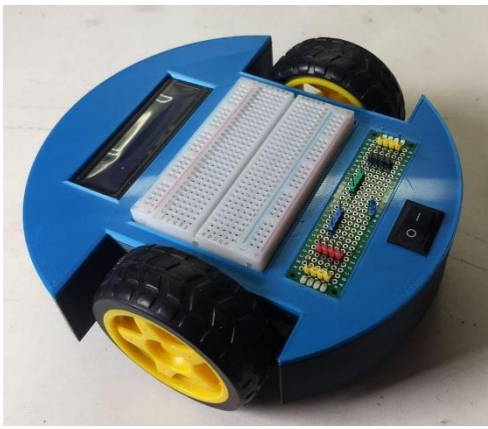
Nas extremidades podemos notar dois barramentos de contatos paralelos ao formato da protoboard. Estas são as linhas de alimentação que permitem a utilização de diferentes fontes de energia. No centro temos barramentos perpendiculares com um pequeno espaçamento no meio. A imagem a seguir mostra como está ordenado os barramentos. Estas colunas formam agrupamentos de 5 furos em 5 furos, ou seja, assim que inserirmos um componente em um dos furos, ele estará eletricamente conectado a todos os outros furos daquela coluna.

	
CIRCUITO IMPRESSO	PROTOBOARD 400 FUROS

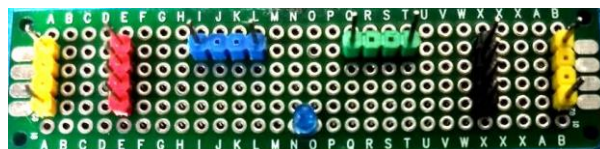
O Roboard

O Roboard é uma plataforma que utiliza dois motores de corrente contínua de 3 - 6 volts acoplados em engrenagens que aumentam seu torque sem diminuir a sua velocidade. Na

parte superior da plataforma há uma matriz de contatos de 400 furos, um interruptor, barras de terminais para conexões dos motores e da bateria e um LED indicador.

	
VISÃO LATERAL	VISTA DE CIMA
	
FIOS JUMPER MxF	RESISTORES

- **Passo 1:** Identifique as barras de pinos amarelas, elas estão nas extremidades da placa perfurada verde, essas barras estão conectadas aos motores.



- **Passo 2:** Identifique as barras de pinos de cor vermelha e preta, elas estão conectadas as baterias, serão os pólos negativo e positivo (alimentação) que será usada na matriz de contatos.
- **Passo 3:** Interligue o terminal positivo da bateria na faixa vermelha do protoboard, e o terminal negativo da bateria na faixa azul do protoboard.
- **Passo 4:** Ligue um terminal do motor na faixa vermelha e o outro terminal do motor na faixa azul do protoboard. Ligue o interruptor. Observe o que acontece.

- **Passo 5:** Repita o passo 4 para o outro motor. Ligue o interruptor. Observe o que acontece.
- **Passo 6:** Ligue um resistor de 100 ohms em série com um dos terminais do motor. Repita o procedimento para o outro motor. Ligue o interruptor. Observe o que acontece.
- **Passo 7:** Altere o valor do resistor que você está ligando em série com o motor. Ligue o interruptor. Observe o que acontece.

QUESTIONÁRIO:

1. Analisando a montagem que você realizou, esboce o esquema elétrico para o funcionamento dos motores.



2. Quando houve a inversão da ligação dos pólos da bateria em relação ao motor, qual a mudança em seu funcionamento? Justifique sua resposta.

3. Quando os resistores foram inseridos no circuito, qual a principal mudança que eles ocasionaram? Justifique sua resposta.

4. Todos os resistores que você utilizou surgiram efeito quando inseridos no circuito? Em se tratando do resistor em si, houve alguma mudança no corpo do componente? Justifique suas respostas.

5. Caso haja necessidade da redução da velocidade dos motores, a ligação dos resistores é indicada? Justifique sua resposta.

6. Expresse sua opinião em relação a plataforma robótica, quais seus pontos fortes? Quais seus pontos fracos? Deixe aqui sugestões para melhoria da plataforma.

APÊNDICE K _ AVALIAÇÃO SOMATIVA

1. (Uniupe-MG) Um menino, que não conseguia dormir de luz apagada, fez um acordo com o seu pai: dormiria 15 noites no mês com a luz desligada, em troca de um aumento da sua mesada. A média do consumo de energia elétrica da família era de 150 kWh por mês, sendo que, a partir do acordo, houve uma economia mensal de 5%. Como o menino dormia em média 10 horas por dia, a potência da lâmpada de seu quarto era de:

- | | | |
|----------|----------|---------|
| a) 150 W | c) 50 W | e) 10 W |
| b) 75 W | d) 7,5 W | |

2. (UECE) Uma corrente elétrica de pequena intensidade, da ordem de 50 mA, pode eletrocutar um ser humano se ela passar próximo ao seu coração. Como os eletricitas trabalham com fios "vivos", isto é, fios conectados a uma fonte de tensão elétrica, esses seres humanos convivem com o perigo de serem eletrocutados. Um eletricitista trabalhando com as mãos úmidas de suor faz contato elétrico com dois condutores, um em cada mão. Se a resistência elétrica do eletricitista é $1800\ \Omega$, a voltagem fatal é:

- | | | |
|--------|---------|---------|
| a) 12V | c) 110V | e) 270V |
| b) 90V | d) 220V | |

3. (UFMS 2013) O dimensionamento de motores elétricos, junto com o desenvolvimento de compressores, é o principal problema da indústria de refrigeração. As geladeiras do tipo "frost-free" não acumulam gelo no seu interior, o que evita o isolamento térmico realizado pelas grossas camadas de gelo formadas pelas geladeiras comuns. A não formação de gelo diminui o consumo de energia. Assim, numa geladeira tipo "frost-free" ligada a uma ddp de 220 V circula uma corrente de 0,5 A. Se essa geladeira ficar ligada 5 minutos a cada hora, seu consumo diário de energia, em kWh, é de

- | | | |
|----------|--------|-----------|
| a) 0,22. | c) 220 | e) 24200. |
| b) 44 | d) 440 | |

4. (Unifesp) O consumo de uma casa deve ser reduzido de 90 kWh por mês para atingir a meta de racionamento estabelecida pela concessionária de energia elétrica. Entre os cortes que os moradores dessa casa pensam efetuar, está o desligamento do rádio-relógio, com a justificativa de que ele funciona ininterruptamente 24 horas por dia. Sabendo que a potência

de um rádio-relógio é de 4 watts, em média, do total a ser economizado, essa medida corresponde aproximadamente, a:

- | | | |
|----------|---------|--------|
| a) 0,9%. | c) 9%. | e) 90% |
| b) 3%. | d) 30%. | |

5. (Unifesp-SP) De acordo com um fabricante, uma lâmpada fluorescente cujos valores nominais são 11 W/127 V equivale a uma lâmpada incandescente de valores nominais 40 W/127 V. Essa informação significa que:

- a) ambas dissipam a mesma potência e produzem a mesma luminosidade.
- b) ambas dissipam a mesma potência, mas a luminosidade da lâmpada fluorescente é maior.
- c) ambas dissipam a mesma potência, mas a luminosidade da lâmpada incandescente é maior.
- d) a lâmpada incandescente produz a mesma luminosidade que a lâmpada fluorescente, dissipando menos potência.
- e) a lâmpada fluorescente produz a mesma luminosidade da lâmpada incandescente, dissipando menos potência.

6. (Vunesp-SP) Um jovem casal instalou em sua casa uma ducha elétrica moderna de 7700 watts / 220 volts. No entanto, os jovens verificaram, desiludidos, que toda vez que ligavam a ducha na potência máxima, desarmava-se o disjuntor (o que equivale a queimar o fusível de antigamente) e a fantástica ducha deixava de aquecer. Pretendiam até recolocar no lugar o velho chuveiro de 3300 watts / 220 volts, que nunca falhou. Felizmente um amigo - engenheiro, naturalmente - os socorreu. Substituiu o velho disjuntor por outro, de maneira que a ducha funcionasse normalmente. A partir desses dados, assinale a única alternativa que descreve corretamente a possível troca efetuada pelo amigo.

- a) Substituiu o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 30 ampères.
- b) Substituiu o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 40 ampères.
- c) Substituiu o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 40 ampères.
- d) Substituiu o velho disjuntor de 30 ampères por um novo, de 20 ampères.
- e) Substituiu o velho disjuntor de 40 ampères por um novo, de 20 ampères.

7. (ENEM) “... O Brasil tem potencial para produzir pelo menos 15 mil megawatts por hora de energia a partir de fontes alternativas. Somente nos Estados da região Sul, o potencial de geração de energia por intermédio das sobras agrícolas e florestais é de 5.000 megawatts por hora. Para se ter uma ideia do que isso representa, a usina hidrelétrica de Ita, uma das

maiores do país, na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, gera 1.450 megawatts de energia por hora.”

Esse texto, transcrito de um jornal de grande circulação, contém, pelo menos, um erro conceitual ao apresentar valores de produção e de potencial de geração de energia. Esse erro consiste em

- apresentar valores muito altos para a grandeza energia.
- usar unidade megawatt para expressar os valores de potência.
- usar unidades elétricas para biomassa.
- fazer uso da unidade incorreta megawatt por hora.
- apresentar valores numéricos incompatíveis com as unidades.

8. (Uerj 2014) A tabela abaixo mostra a quantidade de alguns dispositivos elétricos de uma casa, a potência consumida por cada um deles e o tempo efetivo de uso diário no verão.

Dispositivo	Quantidade	Potência (kW)	Tempo efetivo de uso diário (h)
ar-condicionado	2	1,5	8
geladeira	1	0,35	12
lâmpada	10	0,10	6

Considere os seguintes valores:

- custo de 1 kWh = R\$ 0,50

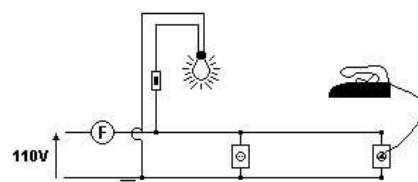
Durante 30 dias do verão, o gasto total com esses dispositivos, em reais, é cerca de:

- 234
- 513
- 666
- 1026
- 5000

9. (Fuvest) Um circuito elétrico doméstico simples está ligado à rede de 110 V e protegido por um fusível F de 10 A, como o esquema da figura a seguir.

A potência máxima de um ferro de passar roupa que pode ser ligado, simultaneamente, a uma lâmpada de 150 W, sem que o fusível interrompa o circuito, é de aproximadamente:

- 1100 W
- 1500 W
- 1650 W



- d) 2250 W
- e) 2500 W

10. A transmissão de energia elétrica a grande distância é acompanhada de perdas causadas pela transformação de energia elétrica em :

- a) MagnetismoCalor
- b) Eletricidade
- c) Luz
- d) Calor
- e) Ondas ultravioletas

APÊNDICE L _ RESULTADOS DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Neste apêndice são apresentados os resultados individuais dos alunos do grupo controle e grupo experimental no pré-teste e pós-teste. Serão adotados a pontuação 1 para cada questão correta, e a pontuação 0 para as questões incorretas.

Tabela 1 – Resultados individuais do pré-teste obtidos pelo grupo experimental

Resultados do pré-teste - grupo experimental											
Aluno	Questões										Porcentagem de acertos (%)
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
E1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	50
E2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	20
E3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	30
E4	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	80
E5	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	40
E6	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	30
E7	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	50
E8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	20
E9	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	20
E10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10
E11	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	60
E12	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	40
E13	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	50
E14	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	30
E15	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	40
E16	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	30
E17	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	30
E18	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	20
E19	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	80
Porcentagem por questão (%)	42,1	42,1	21,0	31,6	36,8	36,8	52,6	36,8	47,4	36,8	
Média da turma: 3,84 (38,42 % de aproveitamento)											
Fonte: Elaboração própria											

Tabela 2 – Resultados individuais do pré-teste obtidos pelo grupo controle

Resultados do pré-teste - grupo controle											
Aluno	Questões										Porcentagem de acertos (%)
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
C1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	40
C2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10
C3	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	60
C4	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	40
C5	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	40

C6	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	50
C7	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	30
C8	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	50
C9	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	50
C10	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	60
C11	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	60
C12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	30
C13	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	50
C14	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	30
C15	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	60
C16	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	30
C17	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	30
C18	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60
C19	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	60
C20	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	50
C21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10
C22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
C23	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	30
Porcentagem por questão (%)	47,8	39,1	47,8	39,1	43,5	30,4	43,5	39,1	43,5	34,8	
Média da turma: 4,09 (40,86 % de aproveitamento)											
Fonte: Elaboração própria											

Tabela 3 – Resultados individuais do pós-teste obtidos pelo grupo experimental

Resultados do pós-teste - grupo experimental											
Aluno	Questões										Porcentagem de acertos (%)
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
E1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	40
E2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	30
E3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	40
E4	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	30
E5	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	60
E6	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	50
E7	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	60
E8	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	70
E9	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	70
E10	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	30
E11	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	40
E12	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	40
E13	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	60
E14	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	40
E15	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	70
E16	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	30
E17	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	60
E18	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	80

APÊNDICE M _ PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ	
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP		

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Contribuições de uma Sequência Didática com Experimentação para Aprendizagem de Eletrodinâmica: um estudo de caso com alunos do Ensino Médio.

Pesquisador: MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO MOREIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 10931019.3.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.653.199

Apresentação do Projeto:

Este trabalho utiliza Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), uma estratégia instrucional proposta por M. A. Moreira, como instrumento de aprendizagem de Física no Ensino Médio, através de uma sequência didática. A sequência consistiu na aplicação de uma avaliação diagnóstica, uso de organizadores prévios, apresentação inicial de situações-problema, revisão e aprofundamento teórico, reapresentação de situação-problema em nível de maior complexidade, aula expositiva final, avaliação somativa individual e avaliação da aprendizagem. O tamanho amostral é de 70 indivíduos, com início previsto para a coleta de dados em 24 de outubro de 2019 e término em novembro de 2019.

Objetivo da Pesquisa:

Este trabalho tem como objetivo geral identificar as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com experimentação em motivar uma atitude de predisposição para aprendizagem de Eletrodinâmica nos alunos. Para tanto, os objetivos específicos foram delimitados:

- Elaborar uma UEPS sobre o tema Eletrodinâmica e suas aplicações;
- Aplicar a UEPS no contexto do Ensino Médio e analisar sua potencialidade em promover engajamento nos alunos para estudo da Física;
- Identificar indícios de uma aprendizagem significativa no âmbito do ensino de Eletrodinâmica.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703	
Bairro: Jardim América	CEP: 60.410-426
UF: CE	Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332	E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



Continuação do Parecer: 3.653.199

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Alguns riscos possíveis apresentados pelo autor da pesquisa são: cansaço, estresse, constrangimento de falar em público, exposição.

Como benefícios apresentados, pesquisa pode servir de base para outras pesquisas, pode servir de parâmetro para mudar o currículo da disciplina, a sequência didática pode ser reproduzida por outros professores e escolas em busca de uma aprendizagem significativa no ensino de eletrodinâmica, além de também poder contribuir na aprendizagem de conceitos físicos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo atende as exigências éticas para a sua aprovação. Os documentos obrigatórios foram corrigidos e o cronograma devidamente readequado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As modificações solicitadas em ambos os termos e no termo de assentimento foram realizadas, estando os referidos documentos em conformidade com o que é exigido para a realização da pesquisa.

Recomendações:

Não há recomendações a serem feitas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências a serem corrigidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1299827.pdf	24/09/2019 09:28:23		Aceito
Outros	garantia_beneficios.pdf	24/09/2019 09:28:39	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO	Aceito
Outros	apresentacao_resultados.pdf	24/09/2019 09:25:59	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_assentimento.pdf	24/09/2019 09:24:21	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO MOREIRA	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

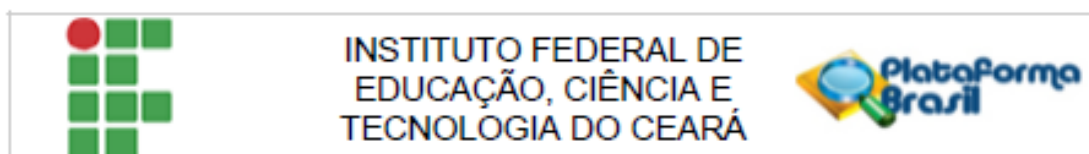
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 3.653.199

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.pdf	24/09/2019 09:24:09	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO MOREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_maioridade.pdf	24/09/2019 09:23:39	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO MOREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.pdf	24/09/2019 09:22:55	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	24/09/2019 09:22:31	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	24/09/2019 09:22:04	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	26/03/2019 11:23:55	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	08/03/2019 21:23:03	MICHELE MARIA PAULINO CARNEIRO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 21 de Outubro de 2019

Assinado por:
PAULO HENRIQUE NOBRE PARENTE
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br