



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
TOCANTINS
Campus Palmas

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIA DO TOCANTINS CAMPUS
PALMAS

LICENCIATURA EM FÍSICA

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO SOBRE
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES VOLTADO AO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO À
LUZ DA TEORIA AUSUBELIANA DA APRENDIZAGEM**

Palmas - TO

2023

JOÃO VITOR PORTELA AGUIAR

**UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO SOBRE
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES VOLTADO AO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO À
LUZ DA TEORIA AUSUBELIANA DA APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Licenciatura em Física na Unidade
Campus Palmas Instituto Federal do
Tocantins, como exigência na obtenção do
título de licenciado em Licenciatura em
Física.

Orientador: Prof.Me.Humberto Jose Gama
da Silva

Palmas - TO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

A283u Aguiar, João Vitor
Utilização de experimento de baixo custo sobre associação de resistores voltado ao 3º ano do Ensino Médio à luz da teoria ausubeliana da aprendizagem / João Vitor Aguiar. – Palmas, TO, 2023.

70 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2023.

Orientador: Me. Humberto Jose Gama da Silva

1. Experimento de baixo custo. 2. Associação de Resistores. 3. Teoria de Ausubel. I. Gama da Silva, Humberto Jose. II. Título.

CDD 530

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Palmas

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO SOBRE ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES VOLTADO AO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO À LUZ DA TEORIA AUSUBELIANA DA APRENDIZAGEM

AUTOR: JOÃO VITOR PORTELA AGUIAR

ORIENTADOR(A): PROF. ME. HUMBERTO JOSÉ GAMA DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, como parte das exigências para a conclusão do curso de Licenciatura em Física.

Aprovado em 03/05/2023.

Prof. Me. Humberto José Gama da Silva
IFTO - Orientador

Prof. Dr. Weimar Silva Castilho
IFTO - Membro

Prof. Me. Francisco Romero Araújo Nogueira
IFTO - Membro



Documento assinado eletronicamente por **Humberto Jose Gama da Silva, Coordenador**, em 03/05/2023, às 11:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Weimar Silva Castilho, Servidor**, em 03/05/2023, às 11:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisco Romero Araujo Nogueira, Servidor**, em 19/06/2023, às 12:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1965260** e o código CRC **952BE93F**.

Quadra 310 Sul, Lo 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77.021-090
Palmas/TO — (63) 3236-4000
portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

AGRADECIMENTOS

Aos meus colegas da faculdade, a quem tive o prazer de conhecer e por sempre estarem dispostos em me apoiar em momentos difíceis.

Aos meus amigos virtuais Mutumbabafana, Cairen e Kimo, onde os conheci em jogos digitais, por ouvirem minhas reclamações e inseguranças durante a graduação.

Ao professor orientador Ms. Humberto pela paciência e convicção em minha habilidade de conseguir realizar este trabalho.

Ao meu amigo Ysrael por me fazer ser mais sociável e menos ansioso. Ao Douglas (mestre calvo) e Davis por trilharmos o caminho da graduação juntos.

Aos professores do curso.

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa de natureza qualitativa que teve como fio condutor uma atividade experimental com materiais de baixo custo e fácil acesso sobre associação de resistores, baseado na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. Essa teoria afirma que a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conceito encontra pontos de ancoragem a outros conceitos já significativos na estrutura cognitiva do indivíduo. A referida atividade foi aplicada no segundo semestre de 2022 em duas turmas do terceiro ano do ensino médio no IFTO-Campus Palmas. O objetivo da pesquisa foi verificar a viabilidade da atividade como parte integrante de um material potencialmente significativo a ser desenvolvido por alunos e professores no Ensino Médio no processo de ensino e aprendizagem de eletrodinâmica. Para tanto, foi necessário identificar quais as principais lacunas encontradas pelos alunos no processo de ensino e aprendizagem de Física. Nesse contexto, foi possível observar a baixa frequência de atividades experimentais. Quanto à atividade em si, houve não apenas a facilitação do entendimento do conteúdo abordado, mas também o desenvolvimento de novas formas de abordagem de um mesmo problema, contribuindo, dessa forma, para uma aprendizagem de caráter significativo, o que corroborou a hipótese da pesquisa. Parte integrante da metodologia consistiu na aplicação de um questionário antes e depois da atividade experimental. Após o tratamento estatístico das respostas, a análise dos dados permitiu constatar a viabilidade da proposta.

Palavras chave: Experimento de baixo custo, Associação de Resistores, Ensino médio, Teoria de Ausubel.

ABSTRACT

This work presents the results of a quali-quantitative research that had as its guiding principle an experimental activity with low-cost and easily accessible materials on associating resistors, based on Ausubel's theory of meaningful learning. This theory states that meaningful learning occurs when a new concept finds anchorage points to other concepts that are already significant in the individual's cognitive structure. This activity was applied in the second half of 2022 in two classes of the third year of high school at the IFTO-Campus Palmas. The objective of the research was to verify the viability of the activity as an integral part of a potentially significant material to be developed by students and teachers in high school in the teaching and learning process of electrodynamics. Therefore, it was necessary to identify the main gaps found by students in the process of teaching and learning Physics. In this context, it was possible to observe the low frequency of experimental activities. As for the activity itself, there was not only the facilitation of understanding the content addressed, but also the development of new ways of approaching the same problem, thus contributing to a significant learning process, which corroborated the research hypothesis. An integral part of the methodology consisted of applying a survey before and after the experimental activity. After the statistical treatment of the answers, the analysis of the data allowed to verify the viability of the proposal.

Key words: Low-cost experiment, Resistor Association, High School, Ausubel Theory.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Um pouco da História do ensino de ciências no Brasil	10
2.2 Implementação do ensino de Física no Brasil	13
2.3 Ciências e cidadania	14
2.4 Atividade experimental	15
2.5 Experimento de baixo custo	16
2.6 Alguns trabalhos desenvolvidos na área	18
CAPÍTULO 3: Ausubel e a aprendizagem significativa	20
3.1 A aprendizagem significativa e atividades experimentais	21
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA	24
4.1 Revisão Bibliográfica	25
4.2 Confeção do material didático	25
4.2.1 Elaboração do minicurso:	25
4.2.2 Primeiro questionário:	25
4.2.3 Segundo questionário:	25
4.2.4 Aquisição dos materiais:	26
4.2.5 Roteiro do experimento	27
4.3 Apresentação do mini-curso	27
4.3.1 Primeira parte: apresentação da intervenção e aplicação do questionário 1	27
4.3.2 Segunda parte: Execução do experimento	28
4.3.3 Terceira parte: aplicação do questionário 2	30
4.3.4 Quarta parte: tabulação e tratamento dos dados	30
CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1. Respostas ao questionário 1: Aplicado antes do experimento.	31
5.2 Dados do questionário 2: Aplicado depois do experimento	44
CAPÍTULO 6: CONCLUSÃO	54
7. REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A - Plano de aula	59
APÊNDICE B – Pré questionário	61
APÊNDICE C - Pós questionário	66
APÊNDICE D - Roteiro do experimento	69

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem de Física, no Ensino Médio, não se limita ao quadro branco, livro didático, listas de exercícios e uma relação unilateral professor-aluno. O produto do bom desempenho também é resultado de metodologias adequadas aliadas a uma boa infraestrutura física e profissionais devidamente qualificados (Neto; Karino; Jesus e Andrade, 2013).

Na maioria das vezes a Física é considerada uma disciplina de difícil entendimento. Os alunos costumam desenvolver uma postura negativa em relação à mesma, estudando-a mais por imposição curricular do que pelo estabelecimento de relações cognitivas que permita ampliar os conhecimentos no âmbito da ciência e tecnologia. É comum os conceitos físicos resumirem-se a leis e fórmulas que devem ser decoradas de maneira literal, arbitrária e não substantiva, promovendo, dessa forma, uma aprendizagem mecânica, sem um caráter significativo. Para Werner e Becker (2005) o ensino da Física está voltado para vestibulares, com livros didáticos contendo muitos exercícios e pouca contextualização, trazendo a ideia que a Física é um corpo de conhecimentos prontos e acabados e que não existem perguntas a serem feitas. Além disso, o atual sistema educacional brasileiro aponta para a redução da carga horária nas disciplinas que integram a grande área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na qual está incluída a Física. Nesse contexto, muitos professores se sentem impelidos a “correr” com os conteúdos buscando atender as demandas de certames pré-universitários, tais como ENEM e exames vestibulares. Moreira (2018) argumenta que a carga horária foi reduzida de 6 horas semanais para 2 horas ou menos. As aulas de laboratório são inexistentes, há poucos professores de Física devidamente qualificados e estes geralmente abordam os conteúdos de forma tradicional. Assim, Moreira (2018, p.73) aponta que:

O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física.

Buscando atenuar essas distorções, várias estratégias de ensino são utilizadas, como softwares de modelagem matemática, simuladores interativos e atividades experimentais.

Os softwares de modelagem matemática auxiliam na representação de equações que podem facilitar a compreensão de fórmulas que descrevem leis e/ou fenômenos naturais (amplamente utilizadas no ensino da Física), proporcionando o desenvolvimento cognitivo (Veit e Teodoro, 2002). De acordo com estes autores, a principal característica da modelagem é a construção de múltiplas representações de uma mesma situação. Só que é necessário a disponibilidade de computadores e internet por parte da escola ou por parte dos alunos e do professor.

Os simuladores são programas interativos em que há simulações de fenômenos físicos com ferramentas que permitem a sua interação com o usuário. Segundo Zara (2011) a sua utilização contribui na aprendizagem do aluno, pois o mesmo foca na essência da situação-problema, facilitando a absorção do conteúdo além de simular situações complexas que seriam difíceis serem convertidas em uma atividade experimental. Mas também depende de computadores para sua realização.

No que diz respeito às atividades experimentais, existe um consenso em relação à importância de laboratórios e aulas práticas para o processo de ensino e aprendizagem da Física. A partir de uma atividade experimental, a aprendizagem pode se tornar significativa por meio da constatação do problema em que o aluno será protagonista. Catelan e Rinaldi (2018) acrescentam que tais atividades põe os conhecimentos prévios do educando à prova, mediante situação desafiadora, mediando o seu próprio conhecimento e reconstruindo seus subsunçores¹, conforme o resultado do experimento.

Nessa mesma direção, Amaral e Silva, (2000, p.134) argumenta que as atividades em laboratório também podem:

[...] ajudar a compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento; criar situações que aguace os conflitos cognitivos no aluno,

¹ Subsunçor é definido como quando informação nova tem relação e interage com o conhecimento prévio ou estrutura do conhecimento do aprendiz. (Moreira 1999)

colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados [...];

No entanto, poucas escolas dispõem ou fazem uso desse recurso. De acordo com Dantas (2019), as razões residem na falta de conhecimento ao procedimento laboratorial, ausência de investimento na compra de materiais e reagentes, falta de equipamentos e condições para confecção de materiais alternativos. Além disso, Dantas (2019) ainda constata que a falta de laboratórios é um dos responsáveis pelo baixo desempenho da atividade científica, especialmente na educação básica, no Brasil.

De acordo com Santos, Carvalho Piassi e Ferreira (2004), vários autores sugerem que o professor busque maneiras de contornar a ausência de laboratório por meio do uso de experimentos acessíveis e de baixo custo. Conforme os mesmos autores, a vantagem desses experimentos é a simplicidade de confecção e a não necessidade de ambientes apropriados para o seu funcionamento, possibilitando o desenvolvimento das atividades experimentais em sala de aula.

Este trabalho tem como objetivo a aplicação de uma atividade experimental de baixo custo e de fácil acesso em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio integrado do IFTO campus Palmas. O conteúdo abordado foi associação de resistores. Através de instrumentos de coleta de dados foi avaliada a viabilidade da proposta como parte integrante de um material, desenvolvido por alunos e pesquisador, que promova a aprendizagem significativa. Nesse contexto, o trabalho foi dividido da seguinte forma: No capítulo 2, referencial teórico, foi abordado um pouco da história do ensino de ciências no Brasil; um retrospecto de como o ensino de Física foi implementado no Brasil; a importância do estudo de ciências naturais na construção da cidadania; a contribuição das atividades experimentais na otimização do processo de ensino e aprendizagem de Física; o uso de materiais de baixo custo e de fácil acesso no Ensino Médio e, finalizando, alguns trabalhos na área desenvolvidos por pesquisadores brasileiros. No capítulo 3 será abordado a teoria ausubeliana da aprendizagem, cujos princípios foram utilizados neste trabalho. Os aspectos metodológicos do trabalho serão abordados no capítulo 4. Os resultados serão discutidos no capítulo 5 e, finalmente, o capítulo 6 será destinado às considerações finais.

CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Um pouco da História do ensino de ciências no Brasil

A primeira iniciativa para o ensino de Ciências no Brasil colônia começou com os colégios jesuítas onde era ensinado também noções de meteorologia, geografia celeste e a previsão de movimentos de astros. Ainda, conforme Alves (2005, p. 57), *apud* Diogo e Gobara (2007) e Rosa e Rosa (2012):

[...] Os jesuítas foram pioneiros no processo educacional, com métodos de educação utilizados até os dias atuais: distribuição dos alunos em classes, conforme o nível de conhecimento; dotação de espaços específicos destinado exclusivamente ao ensino; especialização dos professores e divisão de áreas do conhecimento.

Com a presença de estrangeiros, majoritariamente portugueses, foi fundado o colégio Dom Pedro II² que foi referência para a educação do império, destinada à educação dos filhos de aristocratas e da burguesia carioca. Segundo Diogo e Gobara (2007) o ensino de Ciências era muito superficial e possuía poucas aulas em comparação às disciplinas de humanas, já que os exames para o Ensino Superior pouco exigiam dessa disciplina.

A iniciativa de trazer a educação em Ciências Naturais para a população em geral veio com a necessidade de capacitação de mão-de-obra para o trabalho nas indústrias, em meio a revolução industrial e da estratificação social baseada no liberalismo. Isso trouxe para a população uma expectativa de ascensão social e, conseqüentemente, uma demanda para estudar em escolas públicas. Entretanto, a educação superior ficou somente acessível às classes mais favorecidas. Para a maioria da população, restava o ensino técnico. Nesse contexto, houve um dualismo na educação: de um lado estava um público oriundo da alta burguesia e do outro a população pobre, impossibilitada de cursar o Ensino Superior. Assim, de

² Foi o colégio mais importante do império, além de ser o único que realizava exames para o ensino superior. Além disso, qualquer alteração no currículo escolar feita por esta instituição, todos os outros colégios deveriam seguir suas alterações também. (Diogo e Gobara, 2007)

acordo com Diogo e Gabara (2007), o ensino de Física ficou voltado completamente à preparação para exames de admissão. Outro problema era, conforme argumenta Diogo e Gabara (2007), a formação precária dos professores. Os mesmos lecionavam erroneamente os conteúdos e não tinham habilidades e/ou competências para ministrarem aulas de caráter experimental, caso a escola disponibilizasse desse recurso.

Só entre 1942 e 1946 é que o ensino de Ciências (no qual incluía a Física) teve algum progresso com a criação do decreto-lei nº 4.244, o qual instituiu que o ensino deveria contribuir para a formação geral do estudante, promover a consciência patriótica e humanística, além de prepará-lo para o ingresso no ensino superior. Conforme Romanelli (1987, p. 156) citado por Diogo e Gobara (2007):

1. Formar, em prosseguimento da obra educativa do ensino primário, a personalidade integral dos adolescentes; 2. Acentuar e elevar, na formação espiritual dos adolescentes, a consciência patriótica e a consciência humanística; 3. Dar preparação intelectual geral que possa servir de base a estudos mais elevados de formação especial. (Romanelli, 1987, p. 156).

O ensino de Ciências só teve maior atenção no Brasil a partir da corrida espacial durante a Guerra Fria, mais precisamente no ano de 1956, no qual os Estados Unidos criou uma política para fomentar a formação de novos cientistas, implementando o ensino da Física no Ensino Médio, embasado em atividades experimentais e aulas teóricas. Essa perspectiva de formação de cientistas foi incentivada em vários países, entre eles o Brasil. Alguns aspectos dessa política são destacadas por Diogo e Gobara (2007):

- A inclusão, no currículo, do que havia de mais moderno nas Ciências;
- A incorporação de atividades experimentais desenvolvidas pelo aluno;
- A substituição dos métodos expositivos de aula por métodos mais modernos;
- A mudança do referencial de ensino, que era o livro, e passaria a ser o ensino por projetos;
- Vincular o processo intelectual à investigação científica, incorporando o método científico no desenvolvimento das disciplinas

Entretanto, apesar de seguir esses parâmetros, o ensino de Ciências do Brasil foi muito resistente a essas mudanças e, conseqüentemente, enfrentou muitas dificuldades, como relatado por Diogo e Gobara (2007):

[...] o reduzido número de aulas das disciplinas científicas, professores mal formados, a falta de articulação entre as disciplinas, a falta de recursos e laboratórios, a forte influência dos livros didáticos, o despreparo prático-experimental dos professores.

Logo, de acordo com Diogo e Gobara (2007), o ensino brasileiro continuou com os mesmos traços da educação dos jesuítas, com o ensino majoritariamente expositivo, centrado em exames de admissão ao ensino superior e com pouquíssimas atividades experimentais. Essa situação começou a dar sinais de mudança com a implementação da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional).

Em 1961, a primeira LDB desencadeou a descentralização do ensino do âmbito federal, proporcionando autonomia aos estados e definindo as diretrizes na qual a educação nacional deveria seguir. A partir dessa primeira medida, vários projetos foram sendo aprovados. Dentre eles, Rosa e Rosa (2012) destacam não só a implantação do salário-educação³, que teve grande contribuição para os recursos do Fundo Nacional de Ensino Primário, mas também o plano criado em 1966, em que visava a atribuição de volumosos recursos para a educação de analfabetos com mais de dez anos.

A LDB de 1996 alterou algumas cláusulas. Dentre elas destacam-se:

- ❖ A flexibilização do currículo do Ensino Fundamental e médio de modo a permitir incorporar disciplinas relacionadas ao contexto sócio-cultural do educando,
- ❖ Extensão da educação gratuita à educação básica onde o Ensino Médio passa a ser a última etapa da mesma com perspectiva de que a sua conclusão forneça ao indivíduo capacidade de exercer a sua cidadania e aptidão ao trabalho (Santiago, 2011).

³ É uma contribuição social destinada ao financiamento de programas, projetos e ações voltados para a educação básica pública (Portal FNDE)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) surgem como um complemento à LDB, na qual busca explicitar as habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos estudantes em cada disciplina.

2.2 Implementação do ensino de Física no Brasil

O ensino da Física no Brasil, segundo Rosa e Rosa (2005), começou a ser implementado em 1837 com a fundação do colégio Dom Pedro II, que ministrava aulas de ciências naturais e humanas no Rio de Janeiro, com metodologia expositiva e com o objetivo de preparar os estudantes para os exames.

Rosa e Rosa (2005), apontam que, em 1934, foi criado o primeiro curso de graduação em Física, com o propósito na formação de bacharéis e licenciados no Brasil. Mas a metodologia para o ensino dessa disciplina teve só novas concepções a partir de 1950, baseado no modelo americano: conteudista e voltada ao desenvolvimento de atividades experimentais.

Mas Rosa e Rosa (2005) acrescentam que foi em 1960 que o ensino da Física recebeu maior atenção com a implementação de diversos projetos nos EUA, que posteriormente foram trazidos para o Brasil. Estes projetos, que reformularam os currículos do ensino de Ciências, forneciam treinamento de professores com base em um modelo conteudista. O projeto que aqui merece destaque foi o *Physical Science Study Committee*, que traçou diretrizes no ensino da Física. Dentre elas está a participação ativa do estudante durante a atividade experimental, a fácil confecção e manuseio dos experimentos.

Diogo e Gobara, (2007), enfatiza o *Physical Science Study Committee* (PSSC):

[...] um projeto de vinte milhões de dólares, iniciado no Massachusetts Institute of Technology (MIT), com apoio da National Science Foundation (NSF) e que fazia parte de um projeto nacional de desenvolvimento tecnológico que criou a National Aeronautics and Space Administration (NASA).

No Brasil, as orientações do PSSC foram seguidas no final da década de 1960. De acordo com Rosa e Rosa (2012), o ensino teve caráter tecnicista e pouco crítico, além do uso avulso do livro didático como guia-mestre, um aspecto similar aos dias atuais, mas trazia a percepção da experimentação no ensino de física.

Os PCNs relacionados à disciplina de Física, apresentados no ano de 1998, orientam ao educando às competências a serem desenvolvidas na mesma. Dentre elas, o ensino baseado no contexto sócio-cultural do aluno, desenvolvimento da capacidade de abstração e de investigação, além de destacar a relevância dos conteúdos na vida dos alunos.

2.3 Ciências e cidadania

Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) argumentam que o conhecimento científico, por menor que seja, é intrínseco para a população, pois este possui importância fundamental na tomada de decisões na vida cotidiana. Os autores trazem como exemplo o uso do inseticida DDT, no qual é muito tóxico tanto para os seres humanos como para os animais. Os efeitos nocivos deste inseticida, de acordo com Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), foram evidenciados e provados na obra *Primavera Silenciosa*, da bióloga marinha Rachel Carson. Porém, essa obra foi duramente criticada tanto por políticos como pela indústria química e somente dez anos depois foi reconhecido o perigo do DDT.

Os mesmos autores afirmam que os argumentos da Carson foram compreendidos pela população, que por sua vez deu origem a grupos ativistas que exigiam controle do uso do DDT. Isto fez com que cientistas aderissem a essas ideias, e, posteriormente, foi criada legislação para proibir o seu uso.

Sobre esse ponto de vista, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) conclui que a população, exercendo a cidadania e participando da política, pode contribuir para que seja evitada a imediata aprovação de leis que permitam o uso de determinadas tecnologias que podem ter consequências nocivas a médio e longo prazo.

Moreira (2018, 2021), Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) convergem no que diz respeito à metodologia da Física quanto à construção da cidadania. Ambos criticam

a abordagem puramente conceitual e a falta de contextualização, contribuindo para uma aprendizagem mecânica bem como para o não exercício da cidadania.

Conforme os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais), a Física deve ser percebida como construção histórica do saber e atividade social:

Isso significa, por exemplo, reconhecer-se cidadão participante, tomando conhecimento das formas de abastecimento de água e fornecimento das demandas de energia elétrica da cidade onde se vive, conscientizando-se de eventuais problemas e soluções. Ao mesmo tempo, devem ser promovidas as competências necessárias para a avaliação da veracidade de informações ou para a emissão de opiniões e juízos de valor em relação a situações sociais nas quais os aspectos físicos sejam relevantes. Como exemplos, podemos lembrar a necessidade de se avaliar as relações de risco/benefício de uma dada técnica de diagnóstico médico, as implicações de um acidente envolvendo radiações ionizantes, as opções para o uso de diferentes formas de energia, as escolhas de procedimentos que envolvam menor impacto ambiental sobre o efeito estufa ou a camada de ozônio, assim como a discussão sobre a participação de físicos na fabricação de bombas atômicas. (Brasil, p.28, 2000)

Conforme será abordado na subseção a seguir, as atividades experimentais são essenciais na promoção da aprendizagem significativa da física, que auxilia para uma melhor compreensão dos processos científicos e tecnológicos presentes no cotidiano do educando, contribuindo, dessa forma, para o efetivo exercício da cidadania. Nessa direção, a utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso, podendo ser materiais recicláveis, não só facilitam o aprendizado substantivo e não arbitrário dos referidos conceitos, como também apontam para a importância da preservação ambiental, parte integrante da construção da cidadania.

2.4 Atividade experimental

Segundo Cavalcante (2016), algumas vezes, a didática da escola⁴ não auxilia o estudante a utilizar o conhecimento científico para investigar e compreender os conceitos para além da perspectiva introdutória que a escola traz. Dessa forma, muitas vezes o conteúdo transmitido é esquecido e o senso comum prevalece.

⁴ Considerando que seja ensino tradicional

Considerando que a Física é uma ciência experimental em que as atividades experimentais têm sido parte integrante na validação ou refutação de teorias científicas, o uso do laboratório didático também é necessário para uma melhor compreensão e articulação de conceitos por parte do educando. De acordo com Pinho-Alves (2000), Apud Pereira e Moreira (2017), assim como para haver Física é necessário um laboratório, também é necessário este para aprender a Física. Assim, a atividade experimental pode facilitar a ressignificação de subsunções no processo de articulação de conceitos e, dessa forma, promover a aprendizagem significativa.

A atividade experimental não precisa necessariamente de um espaço específico. Ela pode também ser realizada em sala de aula com materiais improvisados, principalmente se essa atividade não demandar espaço, condições de segurança e procedimentos de manuseio específicos, como por exemplo um experimento de lançamento oblíquo ou de queda livre. A atividade prática também é válida mesmo quando não há tomadas diretas (ou indiretas) de medidas de grandezas, tendo, dessa forma, uma conotação de aspecto qualitativo do fenômeno que se deseja abordar.

Segundo Pinho-Alves (2002), o laboratório didático permite instigar a investigação de conceitos de maneira mais descontraída, criando um ambiente mais leve e relaxado, de forma a sair do formalismo da sala de aula. Porquanto, os alunos sentem mais liberdade para testar suas hipóteses, expor suas dúvidas, e propor argumentos que explicam a fundamentação do experimento. Com isso, o professor pode identificar os argumentos equivocados e usá-los para causar conflito na estrutura cognitiva do aluno, contribuindo para a reestruturação da mesma. A flexibilidade que a atividade experimental traz no sentido de propor diferentes meios para testar hipóteses, oportuniza ao estudante desenvolver o seu raciocínio, criando assim diversas estratégias para lidar com o problema.

2.5 Experimento de baixo custo

De acordo com Duarte (2012), muitos educadores estão preocupados em utilizar tecnologia para o processo educacional como simuladores, animações,

laboratórios virtuais, entre outros. Mas estas possuem limitações. A principal delas é a infraestrutura da escola, que necessita ao menos de computadores e internet. De acordo com Duarte (2012) o experimento de baixo custo é viável mesmo para uma escola que não tenha espaço ou equipamentos para a realização de atividades experimentais. Nessa direção, França e Lopez (2022) acrescentam que essas atividades experimentais podem ser utilizadas na casa do aluno. Outrossim, os mesmos autores ainda afirmam que o experimento de baixo custo fornece conscientização de reciclagem, com a reutilização de materiais.

Santos Carvalho Piassi e Ferreira (2004) apontam que trabalhar com materiais de baixo custo reforça a ideia de que a Física está presente em todo lugar, que é possível testar suas próprias indagações de diversas maneiras, a partir do conhecimento dos materiais e da execução do próprio experimento

No entanto, tal estratégia requer metodologias adequadas, conforme afirma Ramos (1998, p. 53):

Quando usamos materiais de baixo custo nas demonstrações de conceitos em Física, não se trata de criar montagens que finjam funcionar, mas aproveitamos as suas características físicas partindo de um ponto de vista desafiador e curioso ao aluno. Nesses momentos podemos proporcionar ao aluno o acesso ao conhecimento e até mesmo dar-lhe subsídios para o seu desenvolvimento cognitivo. Não se trata de obrigar o aluno a aprender [...], mas de "catalisar" este processo, mostrando que ele é capaz de aprender ao mesmo tempo em que tem contato com diversas possibilidades de conhecimento. "Trata-se, portanto, de desvelar ao aluno e ao próprio professor que há uma perspectiva associada à aprendizagem".

Apesar de não favorecer para uma abordagem quantitativa de fenômenos físicos, experimentos de baixo custo e de fácil acesso podem ser de grande utilidade quando o objetivo é a verificação dos aspectos qualitativos dos respectivos fenômenos.

Diante do exposto infere-se que experimentos com materiais de baixo custo podem tornar-se objetos facilitadores na aprendizagem de conceitos e na articulação dos mesmos, sendo, portanto, instrumentos de fundamental importância na elaboração de um material potencialmente significativo a ser desenvolvido por professores e alunos.

2.6 Alguns trabalhos desenvolvidos na área

Na pesquisa de campo “Ensino dos processos de eletrização no 3º ano do ensino médio usando as teorias cognitivistas de Vygotsky e de Ausubel aliadas a atividades experimentais”⁵, os autores da Universidade Federal do Acre, Junior e Silva (2017) compararam a aprendizagem proveniente do método tradicional de ensino e do método construtivista, baseado na aprendizagem significativa de Ausubel e desenvolvimento cognitivista de Vygotski, composto por aulas teóricas e experimentais. Foi realizada com quatro turmas do 3º do terceiro ano do Ensino Médio na Escola Estadual de Ensino Médio Glória Perez em Rio Branco, Acre, de abril a julho de 2016. Nela, o método tradicional foi aplicado primeiro, com listas de exercícios e uma avaliação no final. Depois, foi aplicado o método construtivista por meio de aula experimental em laboratório, através de materiais de baixo custo e em seguida, foi aplicada uma avaliação. Os autores constataram que o método construtivista aumentou em 18 vezes o desempenho dos alunos em relação ao método tradicional.

Em outra pesquisa de campo, “A utilização de experimentos de baixo custo para construção dos conceitos de hidrostática”⁶, formulado por Lucena (2022) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Caicó, aplicado na Escola Estadual João Alencar de Medeiros (EEJAM) em uma turma do 2º ano do Ensino Médio. O trabalho consiste em verificar a aprendizagem dos alunos com uso de atividade experimental nos conceitos de hidrostática. O autor usou um questionário para atestar o conhecimento prévio dos alunos e seguiu o ritmo de aula experimental com aula expositiva para cada experimento. Foram usados os experimentos Torre de Fluidos, cama de palitos, elevador hidráulico, manômetro em forma de “U”, bebedouro de passarinho, vasos comunicantes e balança de empuxo. Para avaliar a aprendizagem, foi usado um diário de bordo, onde os alunos anotaram suas observações e uma avaliação. O autor conclui que os experimentos de baixo custo contribuíram para o processo de ensino-aprendizagem.

⁵ Link de acesso: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1327>

⁶ Link de acesso: <http://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/2203>

Por fim, a pesquisa de campo de Moreira (2015) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), "Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o Ensino Médio⁷ aplicado em uma turma de 1º ano do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), Campus Belo Jardim. A pesquisa é baseada na teoria de Vygotsky e tem objetivo de proporcionar ao aluno uma experiência prática voltada à Física presente no cotidiano. De maneira análoga às pesquisas mencionadas anteriormente, foi realizado um pré questionário, seguido por cinco atividades experimentais de baixo custo abordando medidas, movimento retilíneo uniforme e queda livre, com registro de medidas. O autor conclui que o objetivo foi alcançado, pois as medidas em todos os experimentos foram semelhantes entre os grupos, os alunos tiveram empolgação nas aulas e verificaram o conteúdo diferente além do que está em um livro didático.

⁷ Link de acesso: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5493>

CAPÍTULO 3: Ausubel e a aprendizagem significativa

David Paul Ausubel (1918 – 2008) foi um médico e psicólogo estadunidense. Professor da Universidade de Colúmbia, em Nova Iorque, é representante do “cognitivismo” que define um dos tipos de aprendizagem: a aprendizagem cognitiva. Para Ausubel, a aprendizagem ocorre quando o indivíduo consegue ampliar e reconfigurar aquilo que ele recebe. Assim, deve-se levar em conta os conhecimentos prévios do aluno.

Ao conjunto de conceitos hierarquicamente organizados e que articulam entre si na mente do educando, Ausubel deu o nome de estrutura cognitiva. De acordo com a sua teoria, uma aprendizagem só se torna significativa quando um novo conceito consegue se relacionar com conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, considerar a bagagem cognitiva do mesmo e ampliar com aquilo que o professor, mais os livros e o contexto social podem fornecer, é essencial para uma aprendizagem efetiva e não arbitrária. Nessa direção, Ausubel (1978, p. 41) apresenta que:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressa sejam relacionadas de maneira substantiva e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem com essas ideias.

Portanto, umas das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o conhecimento a ser apreendido seja relacionado a conhecimentos prévios já existentes. Para Ausubel, esse conhecimento prévio representa o ponto de ancoragem de novas informações futuras, projetadas para interagir com o que já está na mente do indivíduo. A esses pontos de ancoragem Ausubel dar o nome de *Subsunçores*⁸. Nesse sentido, Moreira e Masini (2006) acreditam que a aprendizagem significativa ocorre quando:

⁸ De acordo com a teoria de Ausubel, subsunçores são conceitos relevantes, que já se tornaram significativos, presentes na estrutura cognitiva do aluno. Ocorre a aprendizagem significativa quando um novo conceito se ancora nesses subsunçores.

[...] uma nova informação ancora-se em subsunções relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na quais elementos mais específicos de conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos (Moreira e Masini, 2006, p.17).

Quando o material a ser aprendido não encontra nenhum conceito subsunção que possa ser ancorado, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica ou arbitrária, que é o processo no qual uma nova informação não consegue interagir ou obter pontos de ancoragem à relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Segundo Ausubel (1980) a aprendizagem mecânica é necessária quando se trata de algo inteiramente novo para o aprendiz, mas posteriormente ela poderá se tornar significativa. Desse modo ele sugere que ocorra um processo de resignificação de subsunções para acelerar o processo, ou seja, que sejam estabelecidos *organizadores prévios*⁹ a fim de manipular a Estrutura Cognitiva, interligando conceitos aparentemente não relacionáveis através da abstração.

Afirma-se que só se aprende significativamente a partir do que já se sabe. Porém, o aprendiz deve ter intencionalidade para aprender significativamente e o material de ensino deve ser potencialmente significativo. De acordo com Moreira (1999), um material é potencialmente significativo quando se relaciona de forma não arbitrária com as ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, quando apresenta a propriedade de ser relacionável com a estrutura cognitiva preestabelecida do sujeito. Nesse contexto, deve ser desenvolvido através de uma ação conjunta entre aluno e professor.

3.1 A aprendizagem significativa e atividades experimentais

⁹ De acordo com a teoria de Ausubel, Organizadores prévios são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa, no sentido de servirem de pontes cognitivas entre novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

A motivação é um dos pilares que sustentam a eficiência do processo de ensino e aprendizagem, e as atividades experimentais desempenham bem esse papel. Araújo e Adib corroboram:

[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (Araújo e Adib, 2003, p. 02).

O uso de experimentos sempre deu uma importante contribuição para a construção do conhecimento no âmbito do ensino de Física. Quando esses experimentos são relacionados não só aos conteúdos presentes no livro didático, mas a outras ideias e conceitos provenientes do cotidiano do aluno, os conteúdos trabalhados são melhor absorvidos. Esta atividade pode ainda estimular o espírito de investigação dos alunos, de forma que estes possam aprimorar técnicas e melhor familiarizar-se com o método científico. Nesse contexto, Ausubel (apud Martins) argumenta que as atividades experimentais promovem a aprendizagem significativa, pois: “Desta forma elas integram a estrutura cognitiva, reorganiza e transforma, produzindo o aprendizado desejado” (Ausubel, 1983, apud Martins, 2014, P.05).

Assim, para transformar atividades experimentais em um processo de aprendizagem significativa para os sujeitos é necessário que o professor tenha em mente que, no processo de ensino e aprendizagem, a relação entre a teoria e a prática deve vir permeada de uma motivação por parte dos alunos. Tal atitude tem papel primordial para auxiliar o educando a desenvolver uma nova maneira de ver o mundo partindo de suas hipóteses e conhecimentos prévios, ampliando seu conhecimento sobre os fenômenos naturais. Assim como argumentam Leiria e Mataruco (2015, p.20).

Torna-se importante que essas atividades ao serem propostas devem valorizar os conhecimentos prévios que os alunos apresentam. Para isso o professor deve apresentar uma postura didática diferente da postura apresentada em seu cotidiano, uma postura que possibilite a mudança dentro da sua sala e que também proporcione uma boa manipulação das teorias e dos conceitos a serem trabalhados na aula.

Dessa forma o professor também passa a permitir o desenvolvimento de outras habilidades proporcionando assim uma melhora na compreensão e no entendimento do que se é ensinado. Leiria e Mataruco (2015, p.24) também argumentam:

Dessa maneira, o professor passa a agir como se soubesse que seus alunos já possuem um conhecimento prévio sobre o assunto a ser trabalhado, e que esse conhecimento é incompleto de natureza e que deverá haver um embate entre o conhecimento dos seus indivíduos com o conhecimento científico.

Nessa mesma linha Moreira (1999), usando as palavras de David Ausubel, complementa que: “[...] o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo” (Ausubel apud Moreira, 1999; p. 163). Assim os conceitos a serem abordados devem ser disponibilizados em forma de material que se relacione ao cognitivo do aluno. Ausubel (1976) corrobora:

Para que ocorra realmente aprendizagem significativa não é suficiente que o novo material seja intencional e que se relacione substancialmente com as ideias correspondentes abstractamente [...]. É também necessário que esse conteúdo idealmente pertinente exista na estrutura cognitiva do aluno em particular. (Ausubel, 1976, p.215).

No caso da utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso, para a elaboração de experimentos de Física por parte do educando, um brinquedo que poderia ser construído para divertir a família ou amigos pode ser transformado em objeto de aprendizagem de conceitos e parte integrante de um material potencialmente significativo. Para tanto, cabe ao professor adotar estratégias que ressignifique os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, o que Ausubel chama de Organizadores Prévios, e crie uma associação com fatos do cotidiano do aluno, promovendo, dessa forma, condições para que ocorra a aprendizagem significativa.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho foi de natureza quali quantitativa que, segundo Knechtel (2014, p. 106) “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos” (Knechtel, 2014, p. 106). Do ponto de vista de seus objetivos, é caracterizada como descritiva, pois, de acordo com Gil (1991), visa descrever características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis, que envolve o de técnicas padronizadas de coleta de dados (questionário e observação sistemática). Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, teve o pesquisador como participante (observador). De acordo com Lüdke e André (1986), o pesquisador, apesar de falar sobre os objetivos da pesquisa, não revela seu total interesse, somente parte do que pretende. Esse posicionamento é tomado para que não haja alterações nos sujeitos estudados.

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - Campus Palmas, durante a disciplina de estágio supervisionado IV na qual o pesquisador estava cursando, em duas turmas do terceiro ano do ensino médio integrado dos cursos técnicos de Controle Ambiental III e de Administração III, uma com 33 alunos e a outra com 21 alunos. Esta pesquisa faz parte do projeto de intervenção desenvolvido durante o estágio. A mesma consistiu em verificar a viabilidade da utilização de materiais de baixo custo e de fácil acesso como parte integrante de um material que promova a aprendizagem significativa, desenvolvido pelo pesquisador e alunos.

Como o estágio IV começou no segundo semestre do ano de 2022, o conteúdo da atividade experimental escolhida foi eletrodinâmica, por ser a disciplina sendo estudada pelas turmas. Essa pesquisa também foi parte integrante do projeto da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado, sob a regência do professor Phd Weimar Silva Castilho.

A aula experimental com materiais de baixo custo contou com o aparato experimental mostrado nas imagens 1 e 2, seguiu o roteiro experimental (apêndice D) e o plano de aula (apêndice A).

A teoria de aprendizagem adotada foi a de David Ausubel devido sua operacionalidade e adaptabilidade ao ensino e aprendizagem de conceitos relacionados à Física no Ensino Médio. As etapas do percurso foram desenvolvidas através das ações descritas a seguir:

4.1 Revisão Bibliográfica

Levantamento, seleção e leitura crítica da produção literária acerca do ensino de Física no Ensino Médio, do uso do laboratório didático de Física no Ensino Médio e a utilização de materiais de baixo custo na confecção de experimentos em eletrodinâmica. Foi realizado também um estudo da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

4.2 Confecção do material didático

4.2.1 Elaboração do minicurso:

Elaboração do minicurso a ser aplicado aos sujeitos da pesquisa (Apêndice A).

4.2.2 Primeiro questionário:

Confecção do pré-questionário (ou questionário 01) contendo 25 questões objetivas que foram respondidas pelos sujeitos da pesquisa antes do experimento (Apêndice B).

4.2.3 Segundo questionário:

Confecção do pós questionário (ou questionário 2) contendo 15 questões objetivas que foram respondidas pelos sujeitos da pesquisa após o experimento (Apêndice C).

4.2.4 Aquisição dos materiais:

Aquisição dos materiais para a posterior montagem do experimento a ser utilizado durante o minicurso:

- ❖ 4 lâmpadas LED de 3 V;
- ❖ 3 pilhas de 1.5 V para cada kit;
- ❖ Fios de cobre com diâmetro de 0,75mm, com comprimento de aproximadamente 1,72m;
- ❖ Um pedaço de caixa de papelão como base para montar o circuito.

Foram feitos 8 kits para atender 30 alunos. Segue o kit e o circuito montado, nas imagens 1 e 2 a seguir:

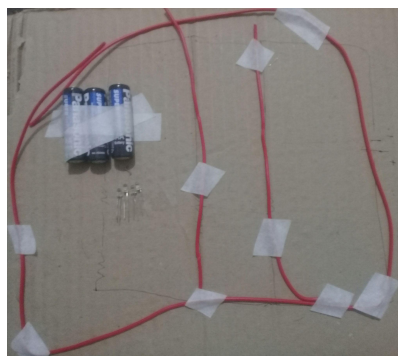


Imagem 01

Fonte: o autor

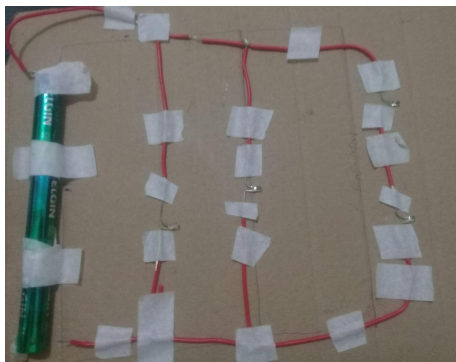


Imagem 02

Fonte: o autor

4.2.5 Roteiro do experimento

Apêndice D

4.3 Apresentação do mini-curso

O mesmo foi dividido em quatro partes partes, as quais serão descritas a seguir:

4.3.1 Primeira parte: apresentação da intervenção e aplicação do questionário 1

Após a apresentação do título e dos objetivos do minicurso, antes da aula experimental, foi aplicado um pré-questionário no grupo de whatsapp das turmas, composto por 22 questões objetivas. O objetivo era não só identificar o conhecimento prévio dos alunos, mas também identificar a relação do aluno com a disciplina de Física, a frequência do uso de atividades experimentais em sala de aula ou em laboratórios e se é atribuída alguma importância às atividades experimentais.

Tendo em vista que o pré questionário forneceu dados para julgar se seria ou não necessário fazer uma revisão antes da aplicação da intervenção. Ambas as turmas responderam o pré questionário um dia antes da aula experimental e foi julgado que não seria necessário realizar a revisão, pois as respostas das perguntas

que indagam sobre o conceito em questão constatam que os sujeitos da pesquisa apresentam o conhecimento mínimo necessário para a realização do experimento: mais da metade da turma obtiveram respostas corretas. Além disso, a professora da turma estava trabalhando o referido conteúdo.

4.3.2 Segunda parte: Execução do experimento

Na primeira turma, o experimento foi realizado no dia 24/11/2022 e estavam presentes 16 alunos, enquanto na segunda turma foi realizado no dia 02/11/2022 e estava com aproximadamente 14 alunos. Foram utilizadas duas aulas com duração de 50min cada uma.

Para a realização da atividade experimental, foi distribuído um kit e um roteiro para cada grupo de 4 alunos. O roteiro continha o passo-a-passo da montagem, os dados da lâmpada LED e da pilha e por fim contém 7 perguntas discursivas, sendo a última opcional (Apêndice **D**). Essas perguntas foram formuladas a fim de guiar o aluno a compreender a manifestação da corrente elétrica.

Para a montagem do experimento, os alunos foram orientados a montarem a parte em série primeiro e deixar por último a parte em paralelo.

Durante a aula, o pesquisador foi checando o progresso em cada grupo, ensinando a maneira mais simples de descascar os cabos, orientando na observação do brilho das lâmpadas LED e incentivando a montagem do curto circuito, já que muitos alunos não liam o roteiro do experimento. Seguem as imagens 3, 4 e 5 do experimento em execução por parte dos alunos:

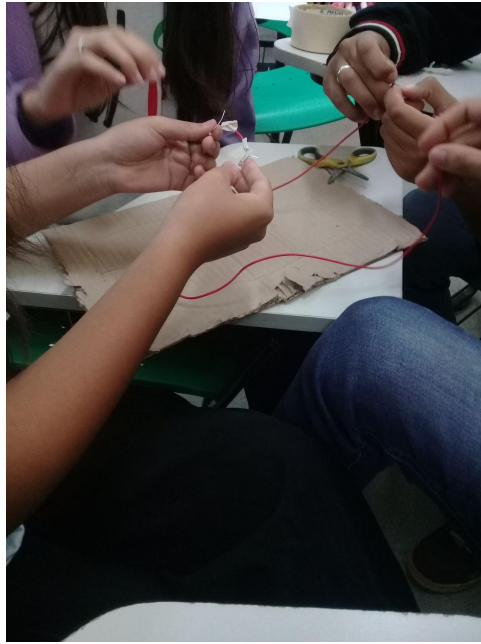


Imagem 3

Fonte: O autor

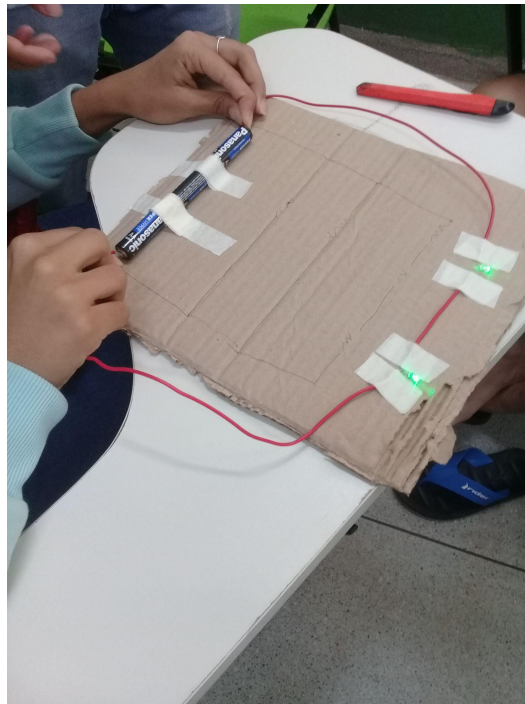


Imagem 4

Fonte: O autor

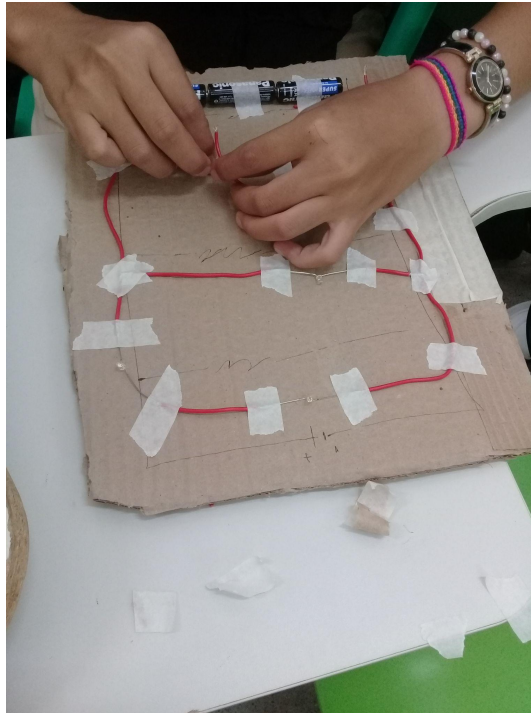


Imagem 5

Fonte: O autor

4.3.3 Terceira parte: aplicação do questionário 2

O questionário 2 (pós-questionário), composto de 12 questões, teve a finalidade de verificar se a atividade experimental contribuiu na aprendizagem significativa, ou seja, se a mesma pode ser considerada parte integrante de um material potencialmente significativo.

4.3.4 Quarta parte: tabulação e tratamento dos dados

Tratamento estatístico dos dados coletados por meio dos dois questionários aplicados, que aqui chamaremos de pré-questionário e pós-questionário. Através deles foram analisadas expectativas e inquietações acerca do ensino da Física no Ensino Médio, bem como o desempenho dos alunos antes de depois dos experimentos utilizando material de baixo custo e fácil acesso.

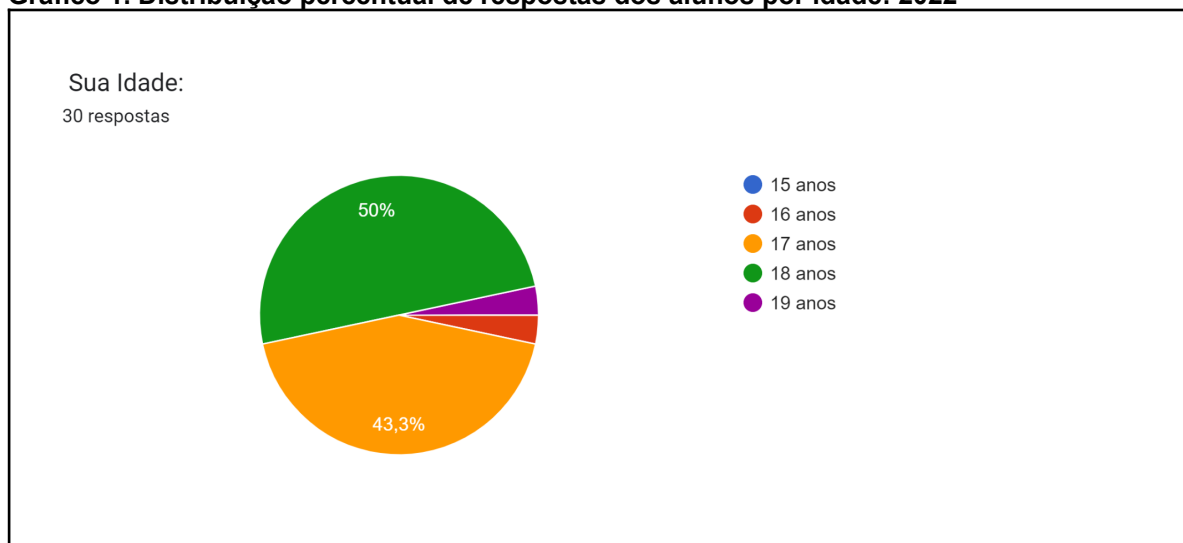
CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Respostas ao questionário 1: Aplicado antes do experimento.

Os dados obtidos no pré questionário para cada questão estão descritos em gráficos. Todas as perguntas são de múltipla escolha e algumas tiveram a resposta longa, que acabaram por não aparecer nos gráficos. Por isso essas respostas serão mostradas separadas dos mesmos. 30 alunos responderam este questionário

Quanto à faixa etária dos alunos informantes foi verificado que apenas 6,7% estão na faixa etária de 15, 16 e 19 anos; 50% têm 18 anos e 43,3% têm 17 anos. Assim, a maioria dos alunos se encontram na faixa entre 17 e 18 anos, como se observa no gráfico 1.

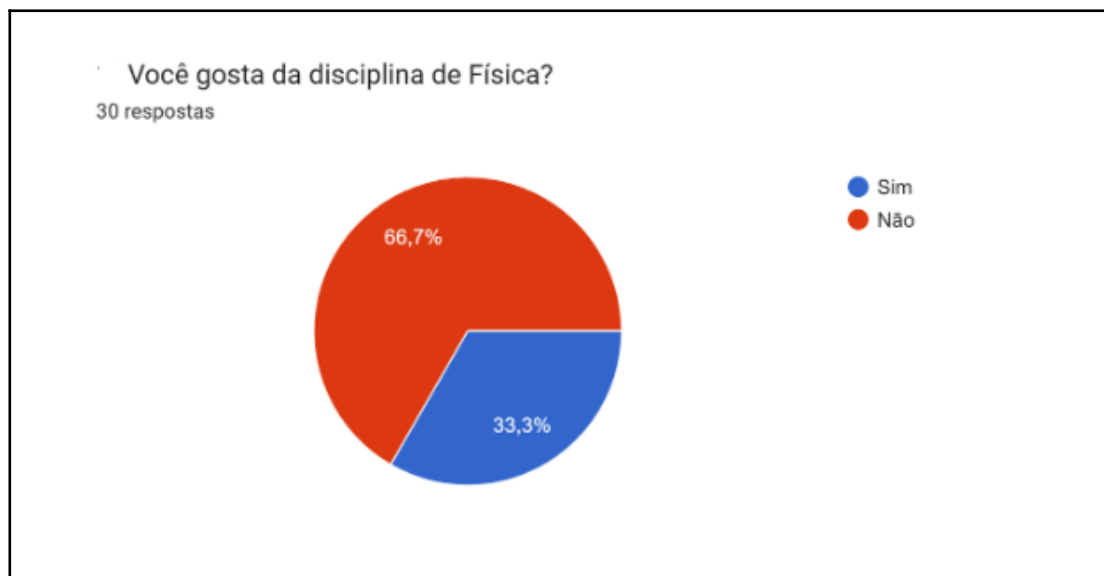
Gráfico 1. Distribuição percentual de respostas dos alunos por idade: 2022



Fonte: O autor 2022.

No gráfico 2 obtivemos as respostas sobre a identificação dos alunos com a disciplina: 66,7% não gostam de estudar física, já outros 33,7 3% gostam.

Gráfico 2. Distribuição percentual de respostas dos alunos por afinidade com a matéria de física: 2022



Fonte: O autor: 2022.

O gráfico 3 informou se os alunos entrevistados eram oriundos da rede pública ou privada de ensino, quando cursavam o Ensino Fundamental. 83,3% dos entrevistados responderam que vieram da rede pública e 16,7%, da rede privada. Geralmente, as instituições da rede privada investem periodicamente em manutenção e melhoria do espaço físico, garantindo assim uma melhor infraestrutura para os seus alunos. As escolas públicas, por sua vez, dependem do investimento do governo que, muitas vezes, demora longos períodos para ser implementado. Vale destacar que essa situação não se aplica para toda rede pública de ensino, pois cada secretaria possui particularidades diferentes. Nessa direção, as escolas da rede privada disponibilizam, geralmente, de recursos tecnológicos, salas de informática, internet, aparatos eletrônicos além de suportes pedagógicos, como aulas de reforço, atividades extra curriculares, etc. Isso tudo, aliado a um bom corpo docente, possivelmente contribua para uma aprendizagem de caráter significativo. No caso específico da pesquisa, onde a maioria dos entrevistados informou vir da escola pública, a ausência dessa estrutura física e pedagógica provavelmente dificultou para uma aprendizagem substantiva que permitisse o estabelecimento de subsunções suficientes para tornar significativo o aprendizado de Física no Ensino Médio.

Gráfico 3. Percentual das respostas referentes à rede de ensino oriunda dos alunos pesquisados: 2022

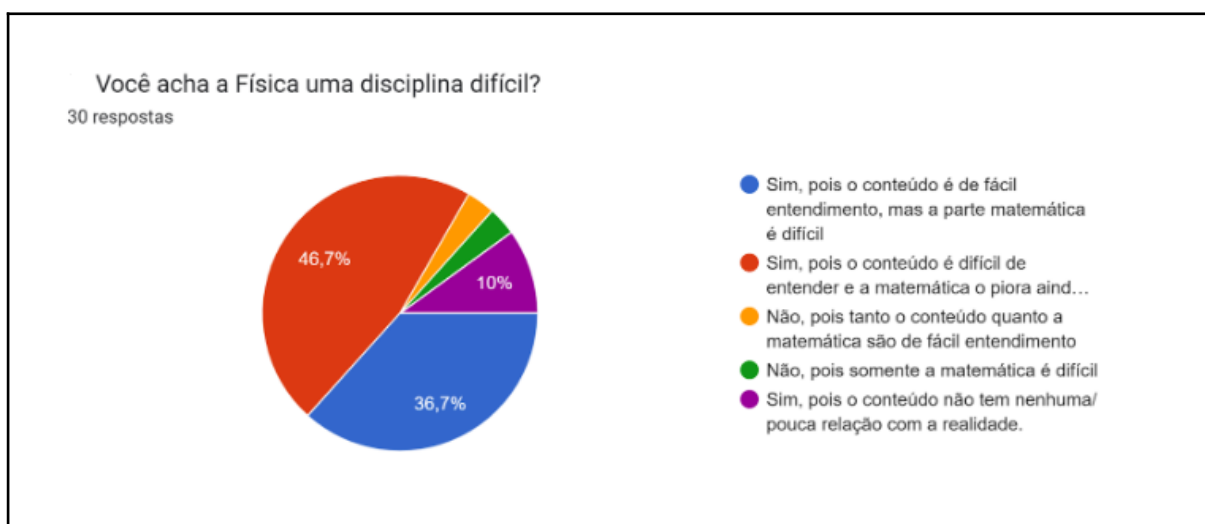


Fonte: O autor: 2022.

Quando indagados sobre achar que a Física é ou não uma disciplina difícil, 46,7 % alegaram que sim e a matemática ainda dificulta mais o entendimento. 36,7% assinalaram que a disciplina é de fácil entendimento mas a matemática piora. Isso aponta para a concepção, por parte do aluno, que a Física resume-se a um amontoado de fórmulas matemáticas que devem ser decoradas para serem aplicadas em exercícios que devem serem resolvidos à exaustão apenas com o objetivo de passar nas provas, o que caracteriza, de acordo com Ausubel (1980), uma aprendizagem de natureza literal, não substantiva e arbitrária.

A íntegra das respostas estão abaixo do gráfico 4:

Gráfico 4. Opinião, em termos de dificuldade, sobre a disciplina de Física: 2022

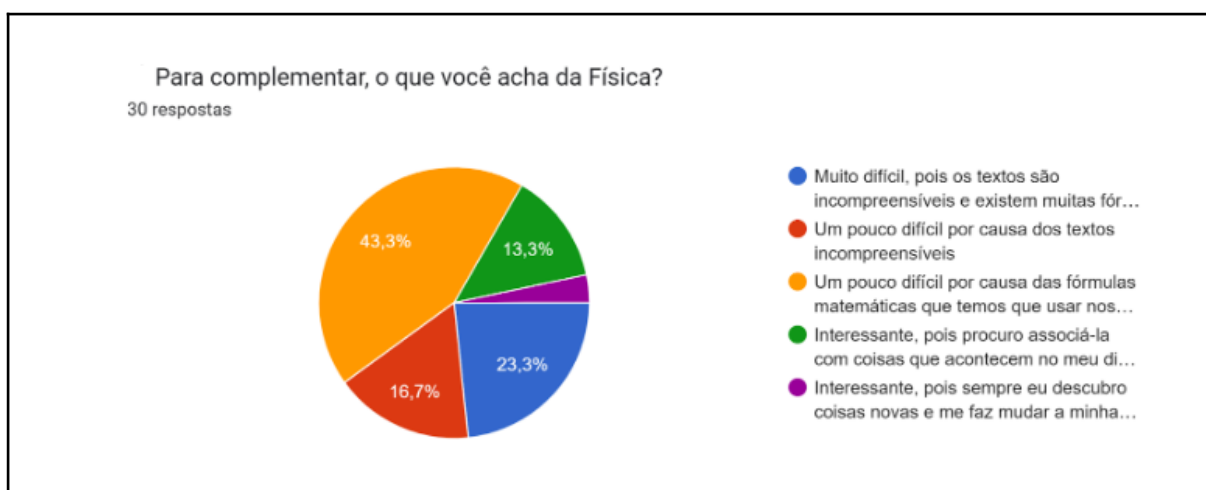


Fonte: O autor: 2022.

- Sim, pois o conteúdo é de fácil entendimento, mas a parte matemática é difícil
- Sim, pois o conteúdo é difícil de entender e a matemática o piora ainda mais
- Não, pois tanto o conteúdo quanto a matemática são de fácil entendimento
- Não, pois somente a matemática é difícil

Quando perguntados sobre o que acham da disciplina de Física, de uma maneira mais geral, as respostas apresentadas no gráfico 5 corroboram com as do gráfico 4. 43,3% acham um pouco difícil por causa das fórmulas matemáticas que têm que usar nos exercícios. 23,3% acham muito difícil por causa dos textos incompreensíveis e a existência de muitas fórmulas matemáticas. 16,7% acham um pouco difícil por causa dos textos incompreensíveis. Apenas 13,7% acharam interessante por que procuram associar com coisas que acontecem no dia a dia. Isso não só aponta para a ausência de contextualização com fatos e coisas do cotidiano dos alunos como também a não consideração dos conhecimentos prévios dos mesmos, preterindo, dessa forma, a construção e o exercício da cidadania e o direcionamento para uma aprendizagem de caráter significativo. Tal fato se traduz na urgência de metodologias alternativas para atenuar essa impressão negativa acerca da Física como componente curricular. A íntegra das respostas estão abaixo no gráfico 5.

Gráfico 5. Opinião sobre a disciplina de Física de maneira geral: 2022



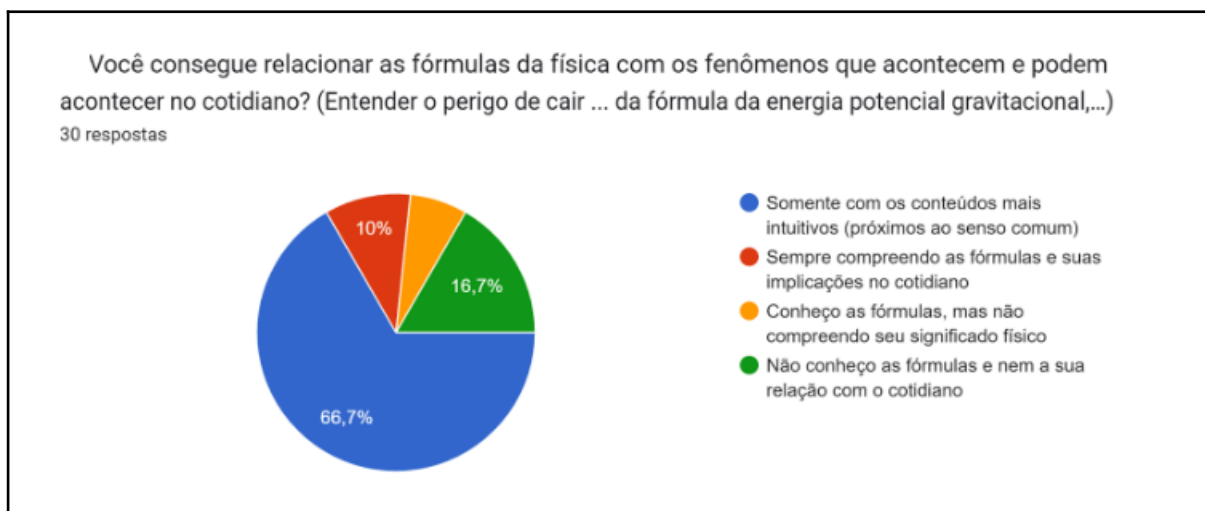
Fonte: O autor: 2022.

- Muito difícil, pois os textos são incompreensíveis e existem muitas fórmulas matemáticas
- Um pouco difícil por causa dos textos incompreensíveis

- Um pouco difícil por causa das fórmulas matemáticas que temos que usar nos exercícios
- Interessante, pois procuro associá-la com coisas que acontecem no meu dia-dia.
- Interessante, pois sempre eu descubro coisas novas e me faz mudar a minha opinião sobre a explicação de alguns fenômenos

O senso comum é a maior fonte que o indivíduo dispõe para a explicação de fenômenos naturais. Ao serem perguntados se conseguem associar as fórmulas da Física com fenômenos que acontecem e podem acontecer no cotidiano, 66,7% das respostas, mostradas a seguir no gráfico 6, foram aquelas relacionadas a conteúdos mais intuitivos, próximos ao senso comum. De acordo com a teoria de Ausubel, o mais importante para o direcionamento de uma aprendizagem de caráter significativo é o que o aluno já sabe, ou seja, o que já é significativo em sua estrutura cognitiva. Nessa perspectiva, valorizar o senso comum como subsunçores, e ressignificá-los por meio de organizadores prévios é tarefa fundamental do trabalho docente. Nesse contexto, a utilização de estratégias de ensino e de aprendizagem alternativas, como as atividades experimentais, no ensino de Física, é de fundamental importância.

Gráfico 6. Opinião dos entrevistados acerca da capacidade de relacionar as fórmulas da Física com fenômenos de cotidiano: 2022



Fonte: O autor: 2022.

Pergunta da questão:

- Você consegue relacionar as fórmulas da física com os fenômenos que acontecem e podem acontecer no cotidiano? (Entender o perigo de cair a partir de uma altura elevada através da fórmula da energia potencial gravitacional,...)

A opinião dos alunos apresentada no gráfico 7 reforça a importância da Física como instrumento ressignificador de subsunções oriundos do senso comum. Ao serem indagados se as aulas de Física fizeram com que eles mudassem a opinião acerca da percepção sobre algum fenômeno natural, 46,7% dos entrevistados disseram que sim. Isso aponta para o interesse e a curiosidade do indivíduo em entender o mundo que o cerca sob a luz da ciência. Tal constatação revela a importância da utilização de novas estratégias que busquem atenuar a concepção da Física como uma disciplina cujo “aprendizado” tenha como único objetivo não ser reprovado ao final do ano.

Gráfico 7. Opinião dos entrevistados sobre se a Física já os fizeram mudar a percepção acerca de algum fenômeno natural: 2022

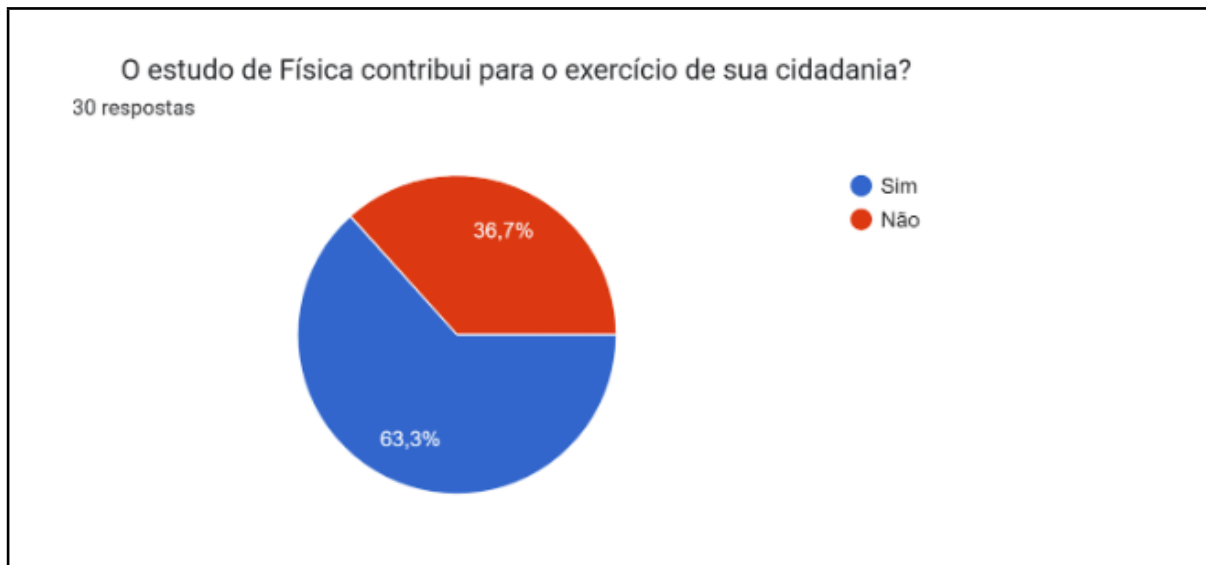


Fonte: O autor: 2022.

O estudo dos fenômenos naturais (objeto da Física) contribui na compreensão dos processos tecnológicos presentes na vida cotidiana do indivíduo, sendo, portanto, peça importante na construção e exercício da cidadania. Tal afirmação é constatada nas respostas dos alunos apresentadas no gráfico 8, onde ao serem indagados se o estudo da Física contribui para o exercício de sua

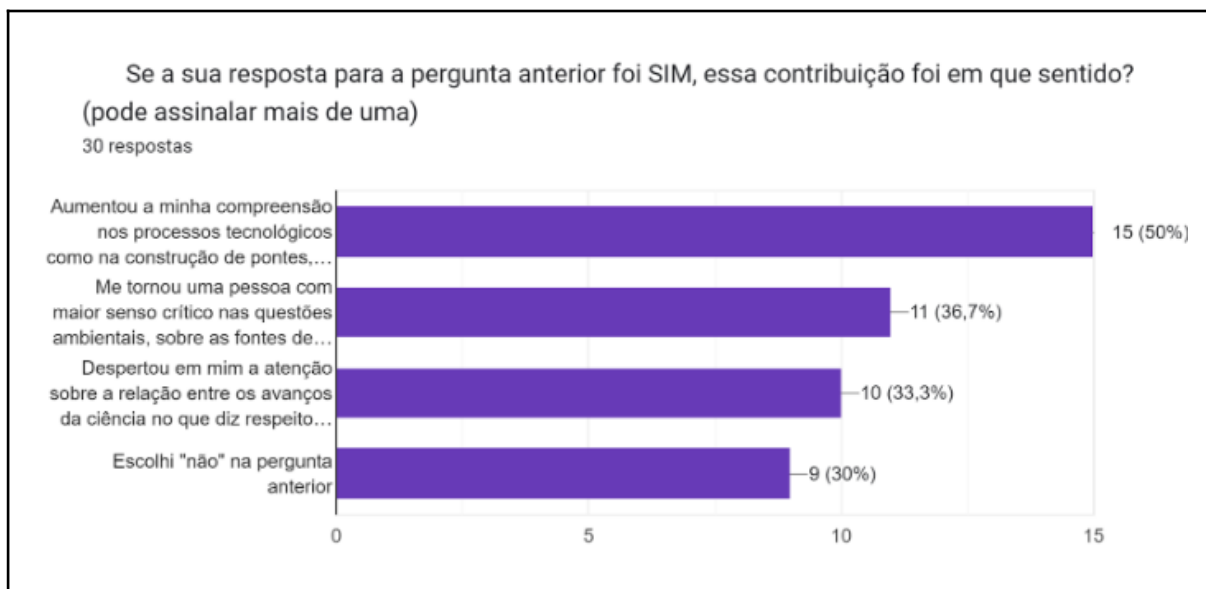
cidadania, 63,3 % dos entrevistados disseram que sim. O gráfico 9 detalha o motivo da escolha. A íntegra das respostas estão nos gráficos 8 e 9:

Gráfico 8. Opinião dos entrevistados se a Física contribui para o exercício da cidadania: 2022



Fonte: O autor: 2022

Gráfico 9. Motivo(s) pelo(s) qual(is) foi assinalada a resposta SIM na pergunta anterior: 2022



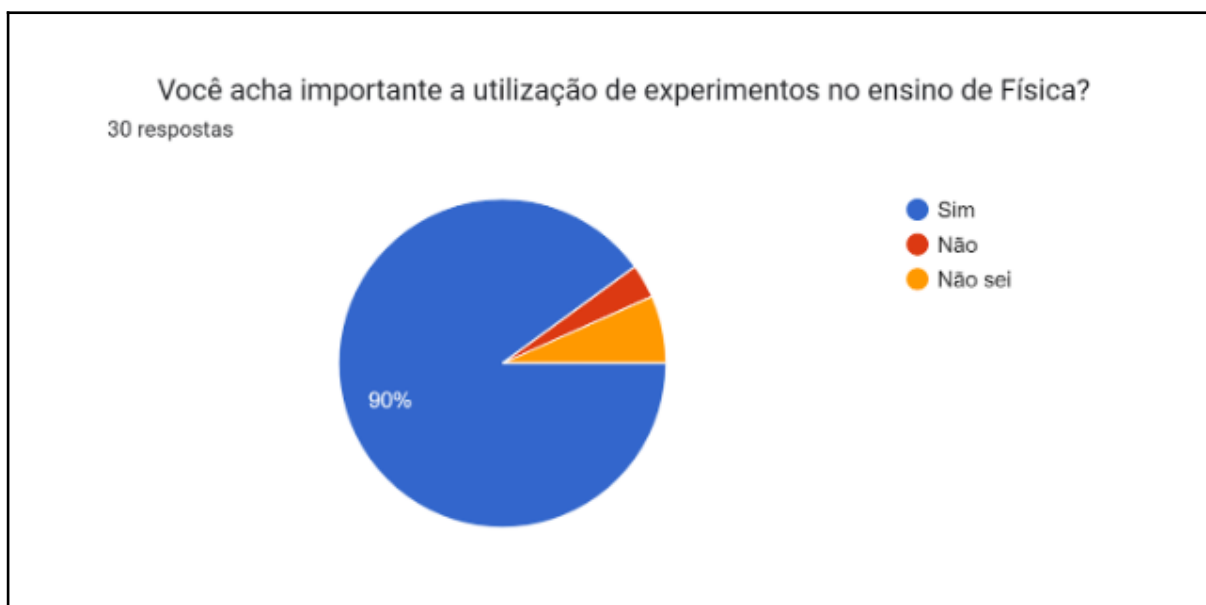
Fonte: O autor: 2022.

- Aumentou a minha compreensão nos processos tecnológicos como na construção de pontes, casas, instalações hidráulicas e elétricas, geração de energia, funcionamento de aparelhos eletro eletrônicos, etc.

- Me tornou uma pessoa com maior senso crítico nas questões ambientais, sobre as fontes de energia, nos prós e contras do uso das tecnologias na qualidade de vida das pessoas.
- Despertou em mim a atenção sobre a relação entre os avanços da ciência no que diz respeito às novas tecnologias e a melhoria da qualidade de vida das pessoas.
- Escolhi "não" na pergunta anterior

Conforme afirmado na subseção 3.1 deste trabalho, as atividades experimentais contribuem na promoção de uma aprendizagem de caráter significativo no ensino de Física, além de serem bem aceitas pelo aluno. As respostas apresentadas pelos entrevistados no gráfico 10 corroboram essa afirmação. Ao serem indagados sobre a importância da utilização de experimentos no ensino de Física, 90% das respostas indicam que sim. Tal fato aponta na urgência da utilização de metodologias alternativas no processo de ensino e aprendizagem dessa componente curricular, sendo as atividades experimentais uma alternativa.

Gráfico 10. Opinião dos alunos sobre a importância da utilização de experimentos no Ensino de Física: 2022



Fonte: O autor: 2022.

Apesar do gráfico 10 mostrar que a maioria dos alunos acha importante a atividade experimental no processo de ensino e aprendizagem de Física, o gráfico 11 aponta que nunca ou raramente essas atividades são realizadas no laboratório ou em sala de aula, mesmo a instituição-alvo da pesquisa ter uma boa infraestrutura para isso, com diversos laboratórios, inclusive de física. No caso da instituição-alvo, as salas de aula do ensino médio ficam a uma distância considerável do laboratório de física, o que leva uma perda de tempo de aula considerável, além de ser necessário dois professores para atender os alunos, pois o laboratório ocupa duas salas interligadas por uma porta, caso a turma seja grande. Nesse contexto, é possível inferir que as poucas aulas práticas sejam por causa da prioridade, por parte do professor, de cumprir a ementa, restando pouco ou nenhum tempo para as atividades práticas. Outra possível causa seja a ausência de técnico(s) devidamente qualificado(s) para a montagem dos experimentos. Werner e Becker (2005) apontam que a falta de tempo e o extenso conteúdo a ser abordado reduz a qualidade do ensino e a possibilidade de uma aprendizagem significativa. Moreira (2018) constata a dificuldade em lecionar Física com pouco tempo de aula e com a ausência de atividades experimentais.

Gráfico 11. Constatação da frequência de atividades experimentais. 2022



Fonte: O autor: 2022.

Quando indagados se já realizaram algum experimento construído a partir de materiais recicláveis (de baixo custo e fácil acesso) e se já compartilharam esse experimento com amigos e/ou familiares, as respostas dos gráficos 12 e 13 apontam

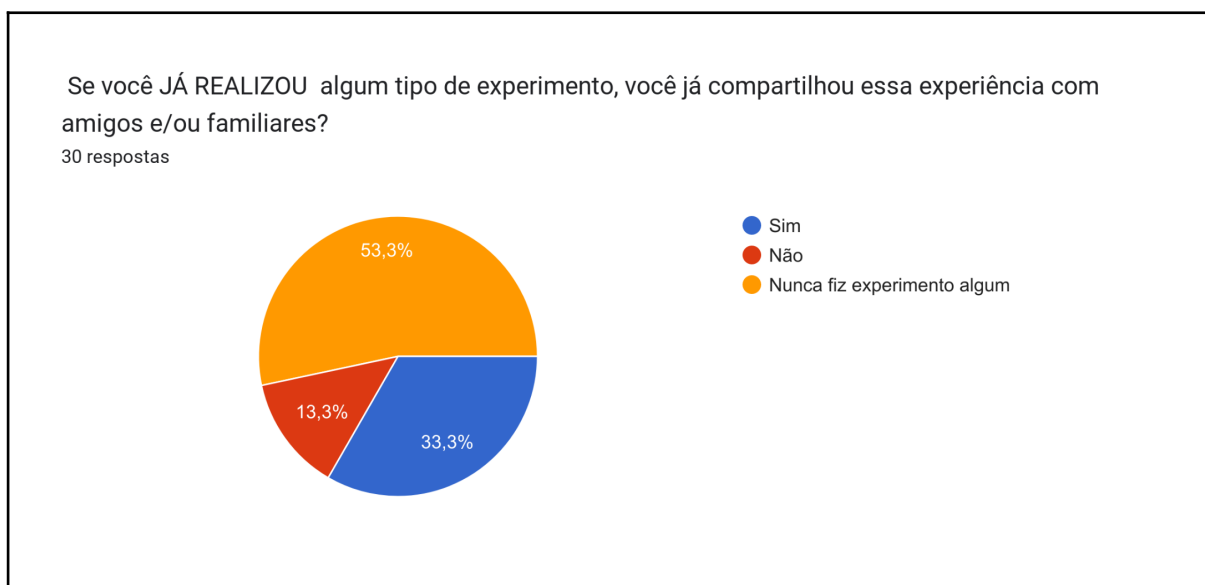
que mais de 50% dos entrevistados responderam que não. No entanto, o gráfico 14 indica que quase a totalidade dos entrevistados acreditam que é possível aprender Física utilizando esses materiais dentro de sala de aula. Apesar de paradoxal, as respostas podem ser traduzidas na potencialidade desse recurso como facilitador na aprendizagem de conceitos, pois é possível despertar a curiosidade e o desejo de compartilhar o que foi aprendido com os seus pares. Moreira (2021) argumenta que a falta de laboratórios e equipamentos não se constitui no principal fator para a omissão de atividades experimentais no ensino de Física por parte do professor: a maior dificuldade estaria no fato de não acreditar que seria possível programar atividades experimentais em uma sala de aula comum, com características simples e de fácil aquisição, visto que durante a sua formação, teria trabalhado apenas com materiais sofisticados e em salas especiais.

Gráfico 12. Quanto à realização de experimentos construídos a partir de materiais recicláveis: 2022



Fonte: o autor: 2022

O gráfico 13 mostra o percentual de relato da atividade experimental com amigos e/ou familiares. 53.3% nunca fizeram experimentação; 13,3% afirmam não e 33,3% afirmam sim.

Gráfico 13. Percentual do compartilhamento da experiência de uma aula prática: 2022

Fonte: o autor: 2022

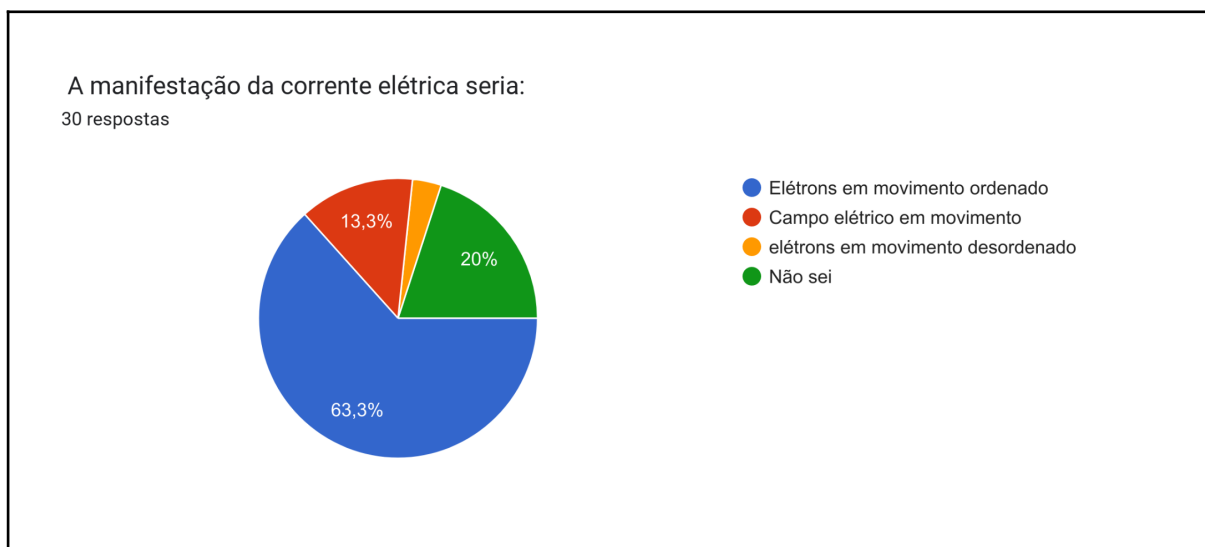
Gráfico 14. Opinião sobre aprendizagem com material reciclável: 2022

Fonte: o autor 2022

Os gráficos 15, 16 e 17 mostram o percentual do conhecimento prévio dos alunos acerca de eletrodinâmica. O gráfico 15 constata sobre a natureza da corrente elétrica. 63,3% dos alunos responderam corretamente. A definição da corrente elétrica é o movimento ordenado e desordenado dos elétrons ao mesmo tempo, e, quando ligado a uma bateria, uma quantidade maior de elétrons se desloca no sentido dos pólos da mesma, originando a corrente elétrica. Para o padrão do ensino

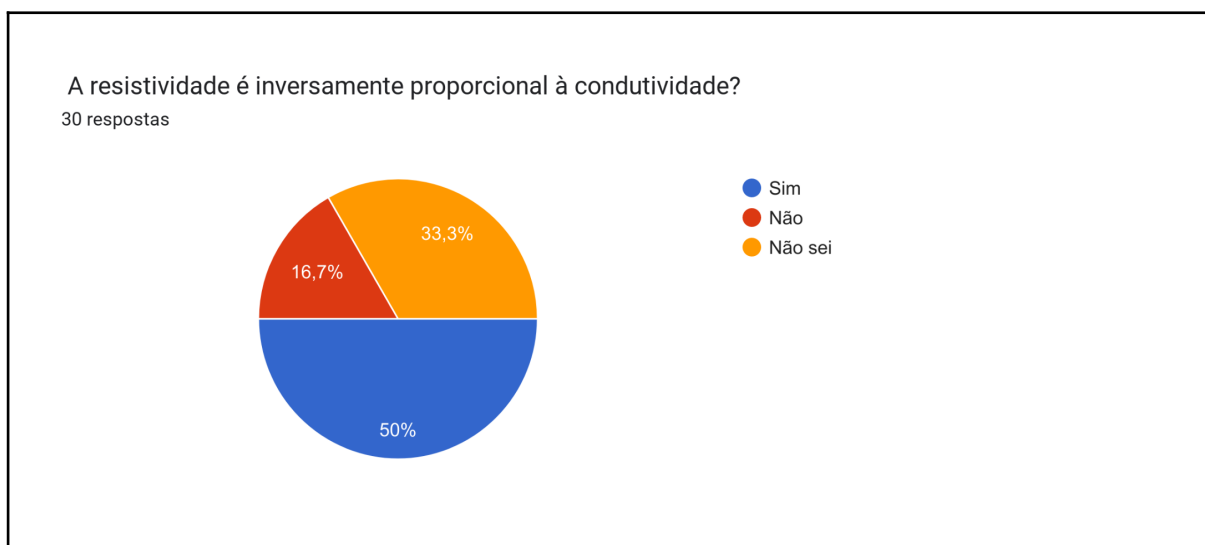
médio é suficiente entender a corrente elétrica como movimento ordenado de elétrons.

Gráfico 15. Respostas para a manifestação da corrente elétrica: 2022



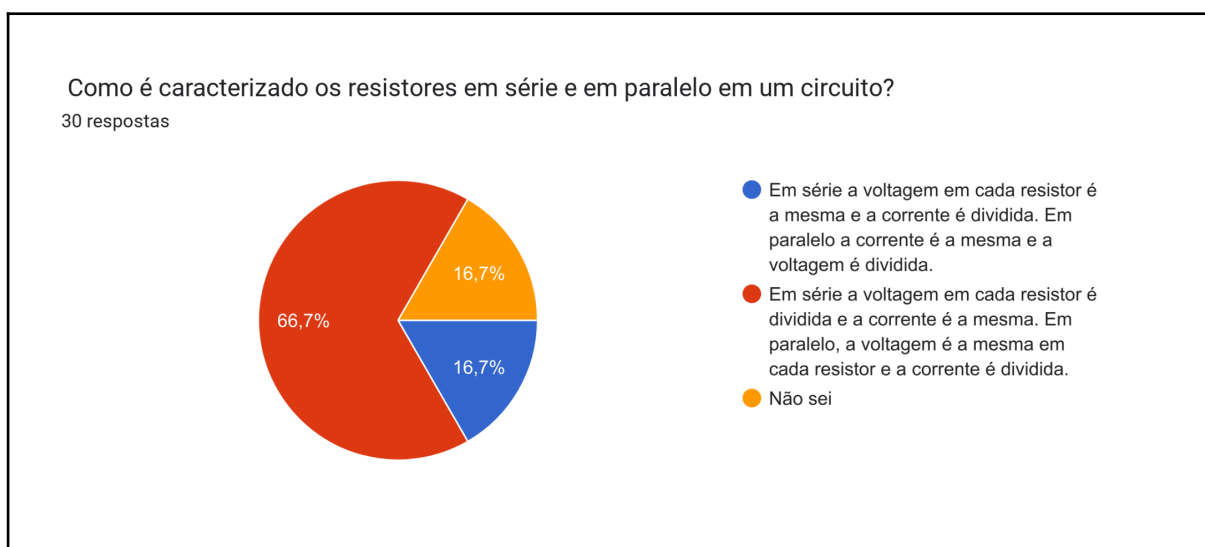
Fonte: O autor: 2022

O gráfico 16 mostra as respostas dos alunos sobre o conceito de resistividade, que é o oposto de condutividade. No caso de resistores, esse conceito é utilizado para reduzir a tensão em um circuito para não queimar uma lâmpada ou outro aparelho conectado. Assim, é preciso usar aumentar a resistividade, usando um resistor. Esse conceito estaria implícito durante a atividade experimental. Apesar de 50% dos entrevistados terem respondido corretamente, por ser um conceito implícito, esses conceitos podem não terem sido apreendidos de forma significativa, o que talvez justifique o fato de 33,3% dos entrevistados não terem conseguido relacionar resistividade com condutividade

Gráfico 16. Repostas sobre a resistividade: 2022

Fonte: O autor: 2022

No gráfico 17, segue as respostas sobre resistores em série e paralelo. Esse conhecimento é essencial para a realização da atividade experimental. 66,7% responderam corretamente, 16,7% erraram e outros 16,7% não sabem. O gráfico a seguir caracteriza o conhecimento dos alunos acerca do tema.

Gráfico 17. Respostas da definição de resistores em série e paralelo: 2022

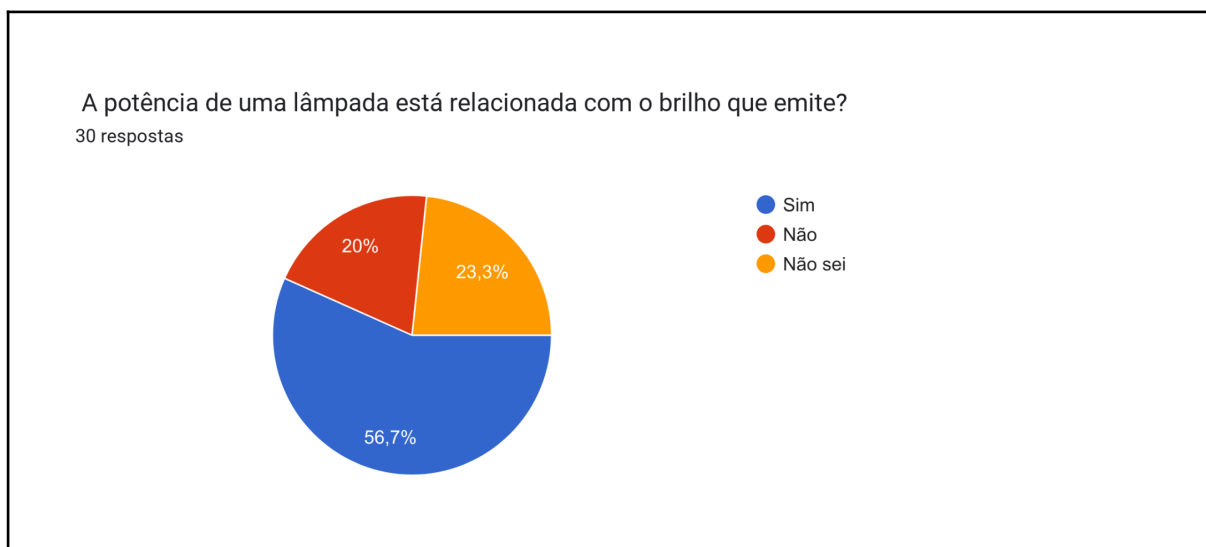
Fonte: O autor: 2022

Particularmente, nesta questão do gráfico 18 há um pequeno detalhe que pode ter passado despercebido pelos alunos: o brilho de fato aumenta se a potência

da lâmpada for aumentada, por exemplo, se uma lâmpada de 4W estiver submetida a uma potência de 5W (com o risco de queimá-la), o brilho aumenta, mas se comparar a potência de uma lâmpada incandescente de 25W e uma de LED com 5W, ambas produzem 210 lúmens (unidade do brilho). Isto foi esclarecido durante a aplicação da aula experimental para os alunos.

A pergunta do gráfico 18 parte da observação do brilho das lâmpadas a partir da atividade experimental e busca indagar os alunos sobre a relação entre a potência e o brilho. 56,7% afirmaram sim, 20% responderam não e 23,3% não sabem, por causa do motivo mencionado no parágrafo anterior

Gráfico 18. Respostas da relação entre potência e brilho: 2022

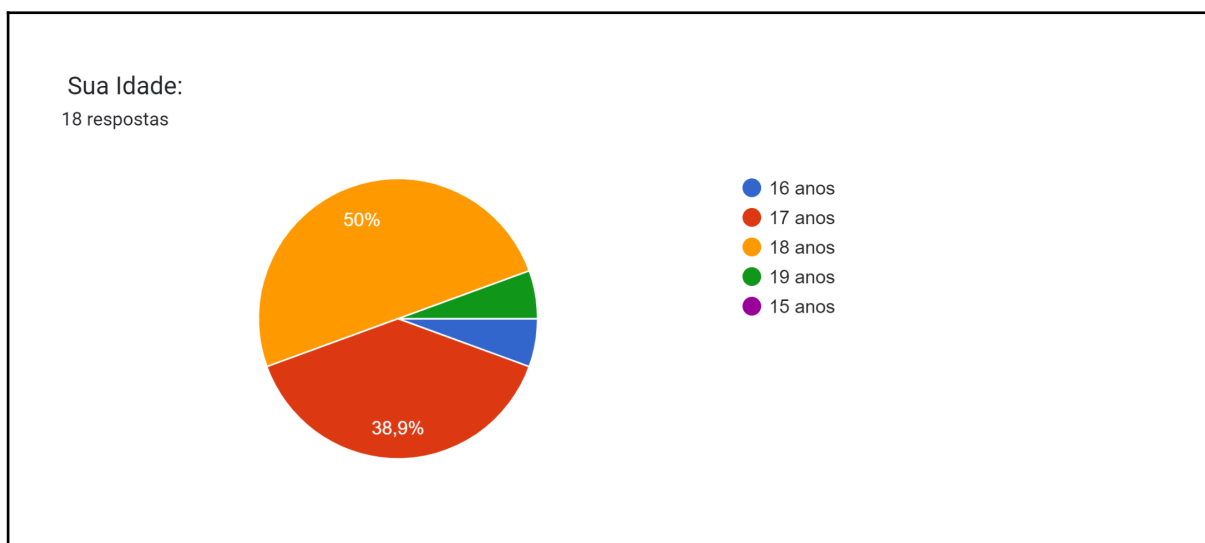


Fonte: O autor: 2022

5.2 Dados do questionário 2: Aplicado depois do experimento

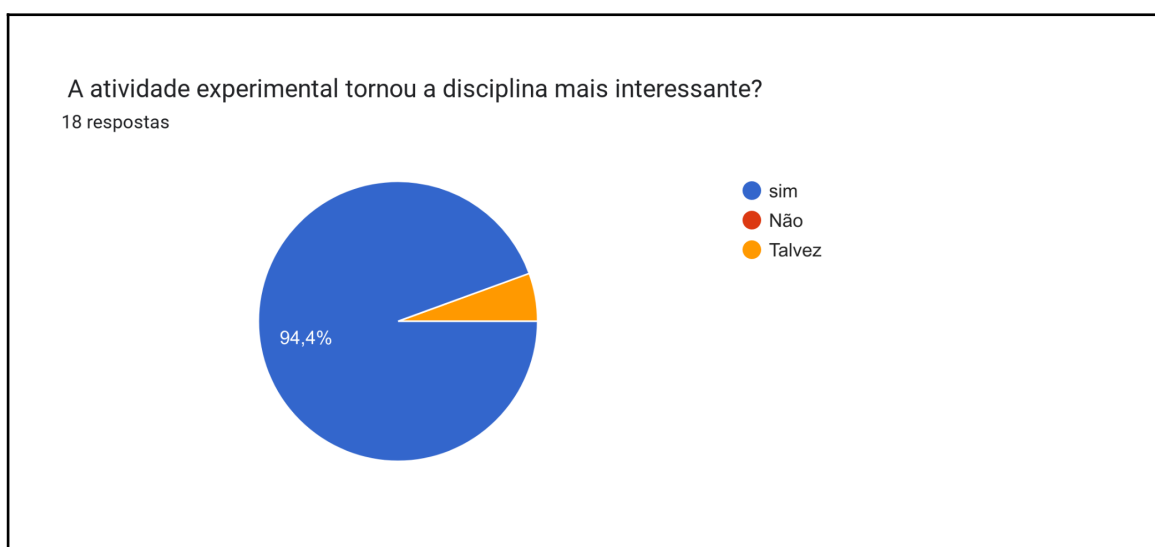
Somente 18 alunos responderam. Segue as respostas contidas em gráficos do pós questionário:

Em relação à faixa etária dos entrevistados, 50% tem 18 anos; 38,9% têm 17 anos; 5,6% têm 19 e 16 anos.

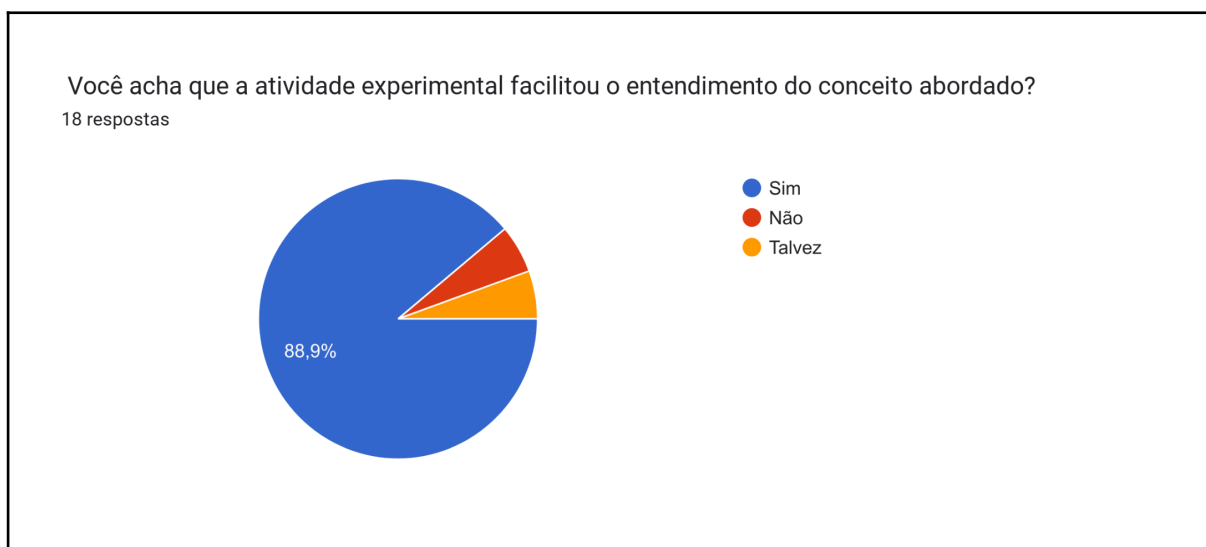
Gráfico 19. Distribuição percentual de respostas dos alunos por idade: 2022

Fonte: O autor: 2022

Nos gráficos 20, 21, 25 e 26 os alunos atestam que a atividade experimental não só tornou a física mais interessante como também facilitou a aprendizagem do conteúdo em questão. Além disso, quase todos os alunos que responderam este novo questionário foram unânimes quanto a importância da utilização de experimentos para aprender física, assim como o uso de materiais recicláveis. A atividade experimental facilita a aprendizagem da física, com a atuação ativa do aluno, não se limitando a um único meio para lidar com a problemática, além de sair do formalismo da sala de aula e criar um ambiente mais descontraído (Séré, Coelho e Nunes 2003; Pereira e Moreira 2017; Pinho-Alves, 2002).

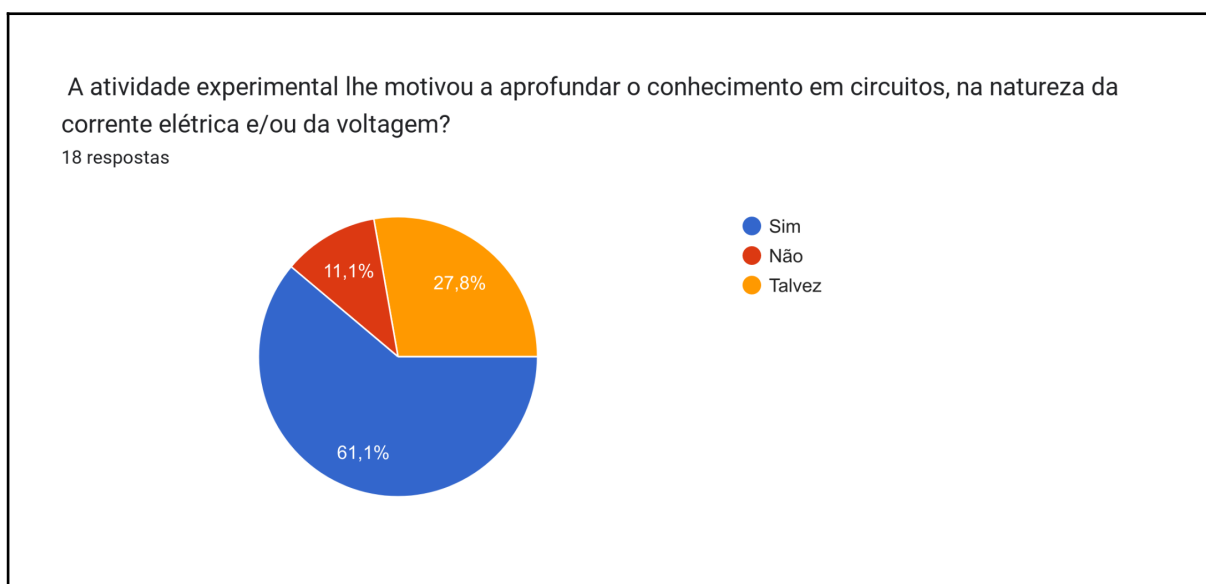
Gráfico 20. Respostas sobre a atividade experimental tornar a Física interessante: 2022

Fonte: O autor 2022

Gráfico 21. Opinião sobre o facilitamento de entendimento com a atividade experimental: 2022

Fonte: O autor 2022

O gráfico 22 mostra se a atividade experimental motivou os alunos a buscarem mais conhecimento do conteúdo em questão. 61,1% responderam sim, 27,8%, talvez e 11,1% afirmaram que não. Assim, pode-se dizer que a atividade experimental teve bons resultados.

Gráfico 22. Opinião se a atividade experimental fomentou o interesse por eletrodinâmica: 2022

Fonte: O autor: 2022

Os gráficos 23 e 24 ressaltam as condições de aprendizagem significativa. De acordo com Moreira (1999), para verificar se a aprendizagem foi significativa é necessário realizar um teste incomum, diferente dos exercícios de livros didáticos e com abordagem fora do âmbito daquelas que os alunos estão acostumados. Desta forma, somente com o pleno entendimento do conteúdo será possível respondê-lo. No gráfico 23 é constatado que os alunos usaram o mesmo método de resolução para uma lista de exercícios. 55,6% afirmaram não, 27,8% responderam sim e 16,7% não têm certeza. Pode-se dizer que ao menos 55,6% alunos tiveram sua estrutura cognitiva remodelada.

Gráfico 23. Percentual sobre se foi usado outra forma de raciocínio durante a atividade experimental: 2022



Fonte: O autor: 2022

O gráfico 24 visa identificar se os alunos utilizaram diferentes formas de raciocínio para solucionar o problema, partindo do pressuposto de que a atividade experimental possibilita ao educando descobrir maneiras alternativas para resolução de exercícios. Nesse contexto, 72,2% dos entrevistados responderam sim e 22,2% não sabem ao certo. É possível citar como exemplo uma questão cujo propósito era achar o valor da resistência em circuito: em vez de simplesmente jogar os valores na fórmula e “pescar” a resposta, os alunos procuraram um resistor

cujo valor da resistência impedia a lâmpada de queimar, diminuindo a tensão sobre a mesma.

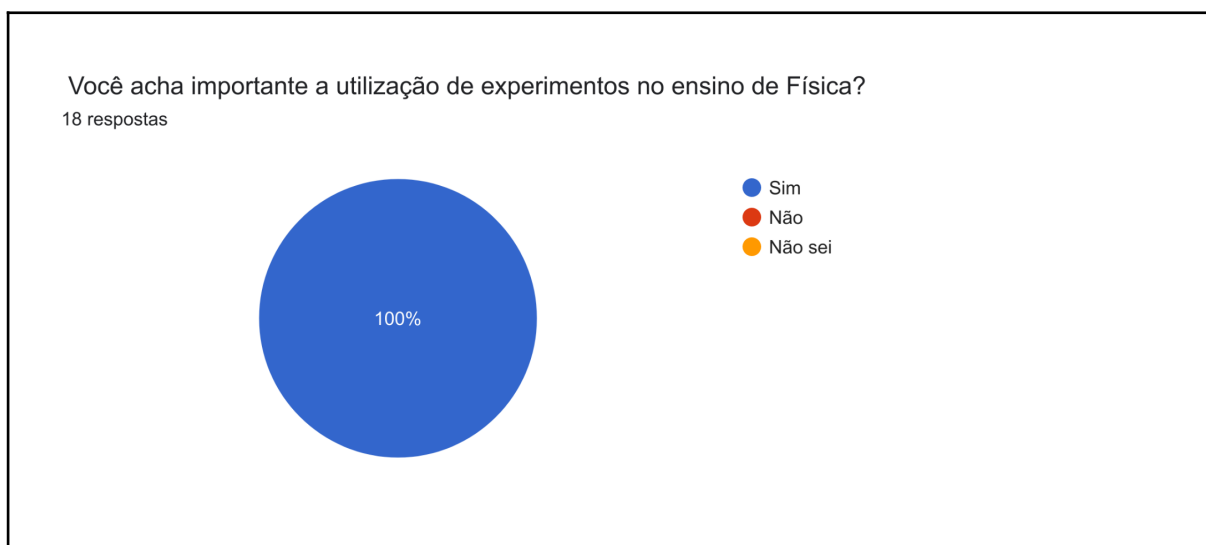
Gráfico 24. Percentual sobre conseguir identificar outras formas de abordagem do problema: 2022



Fonte: O autor: 2022

O gráfico 25 teve como propósito verificar a opinião dos alunos quanto a importância da experimentação no ensino de Física. Todos responderam que sim, mostrando que a atividade foi interessante e contribuiu na ressignificação de conceitos.

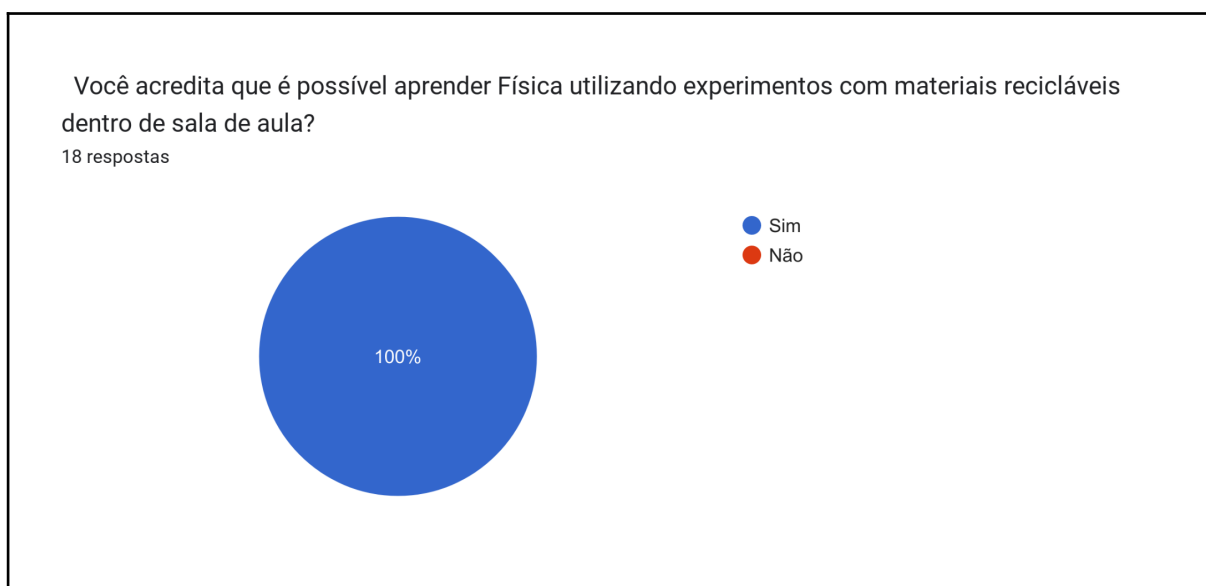
Gráfico 25. Opinião sobre a importância de experimentação na Física: 2022



Fonte: O autor: 2022

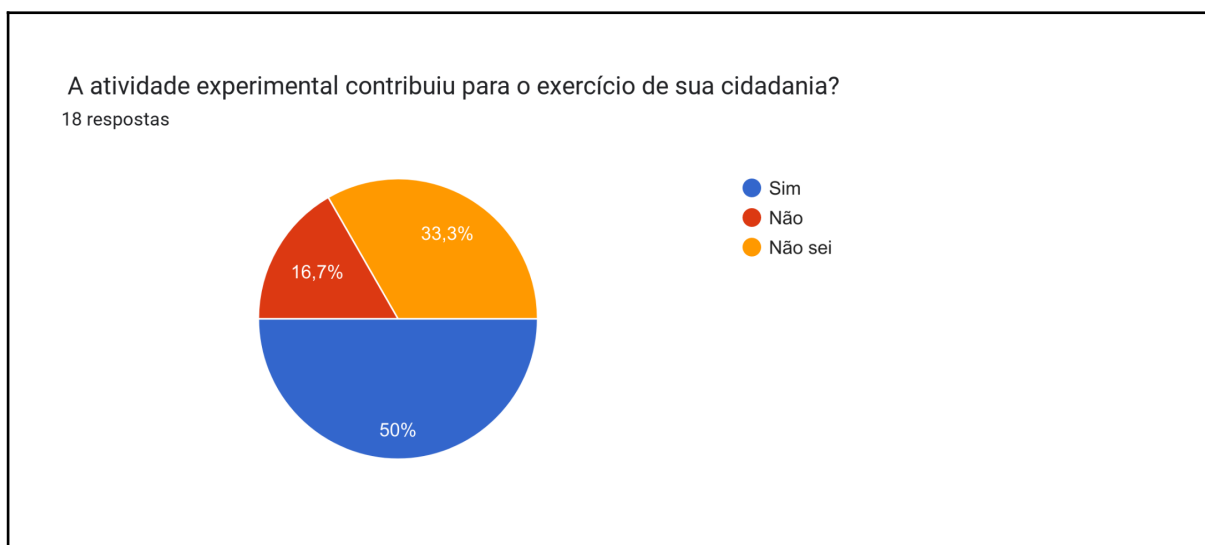
No gráfico 26, todas as respostas apontam para a credibilidade na utilização de materiais de baixo custo e fácil acesso no processo de ensino e aprendizagem de Física. O uso de tais materiais mostra que a física está presente em qualquer lugar, concepção essencial na predisposição a uma aprendizagem de caráter significativo.

Gráfico 26. Opinião sobre usar recicláveis em experimentos de Física: 2022



Fonte: O autor: 2022

No gráfico 27 é indagado se a atividade experimental contribuiu para o exercício da cidadania. 50% afirmaram que sim; 33,3% não sabem e 16,7% responderam não. Contextualizar a Física com fatos do cotidiano e recursos tecnológicos é uma das diretrizes dos PCNEM, uma vez que possibilita ao educando se posicionar como sujeito ativo diante dos problemas sócio-ambientais da sociedade no qual está inserido, exercendo, dessa forma, a sua cidadania. Essa proposta de contextualização também é parte integrante na construção de um material potencialmente significativo, no âmbito do ensino de Física no Ensino Médio.

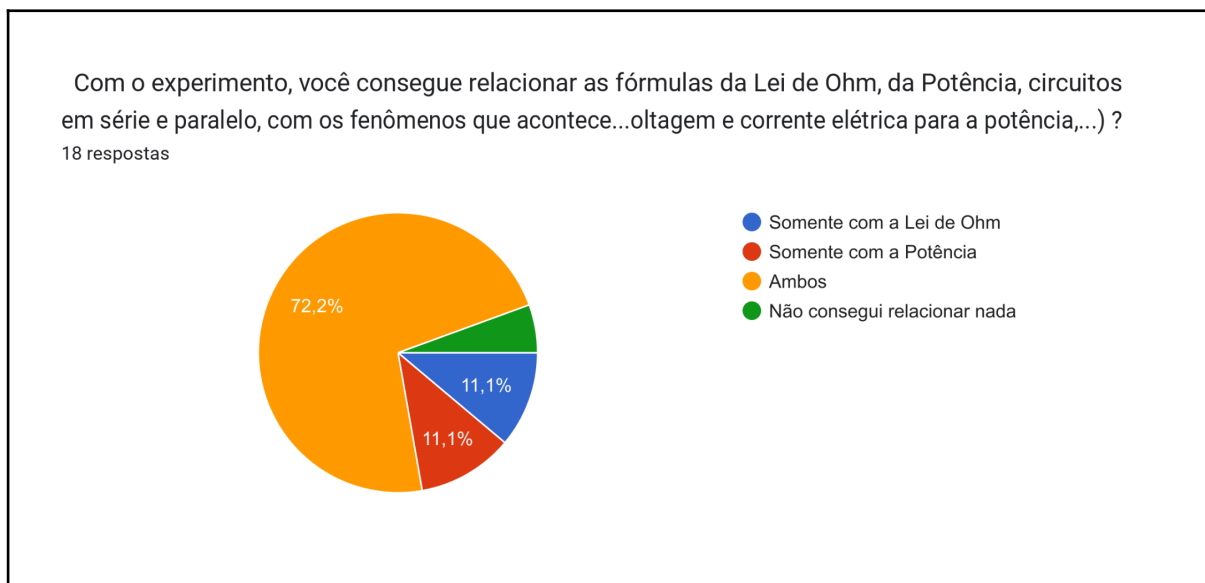
Gráfico 27. Percentual sobre a contribuição da cidadania perante à experimentação: 2022

Fonte: o autor: 2022

Uma das propostas da atividade experimental é fazer o aluno compreender a natureza da corrente elétrica, a diferença de potencial ou tensão (ddp), a potência e as fórmulas da eletrodinâmica. O gráfico 28 mostra se os alunos conseguem relacionar esses conceitos com as situações do dia-a-dia.

Quando questionados se seriam capazes de relacionar as "fórmulas" presentes na eletrodinâmica com fatos do cotidiano, 72,2% afirmaram que conseguem relacionar a Lei de Ohm e potência; 11,1% somente com a Potência; 11,1% somente com a Lei de Ohm. Portanto, conseguir utilizar os conceitos de eletrodinâmica para além da sala de aula demonstra uma aprendizagem significativa.

Gráfico 28. Respostas sobre conseguir relacionar fórmulas da eletrodinâmica com o cotidiano: 2022

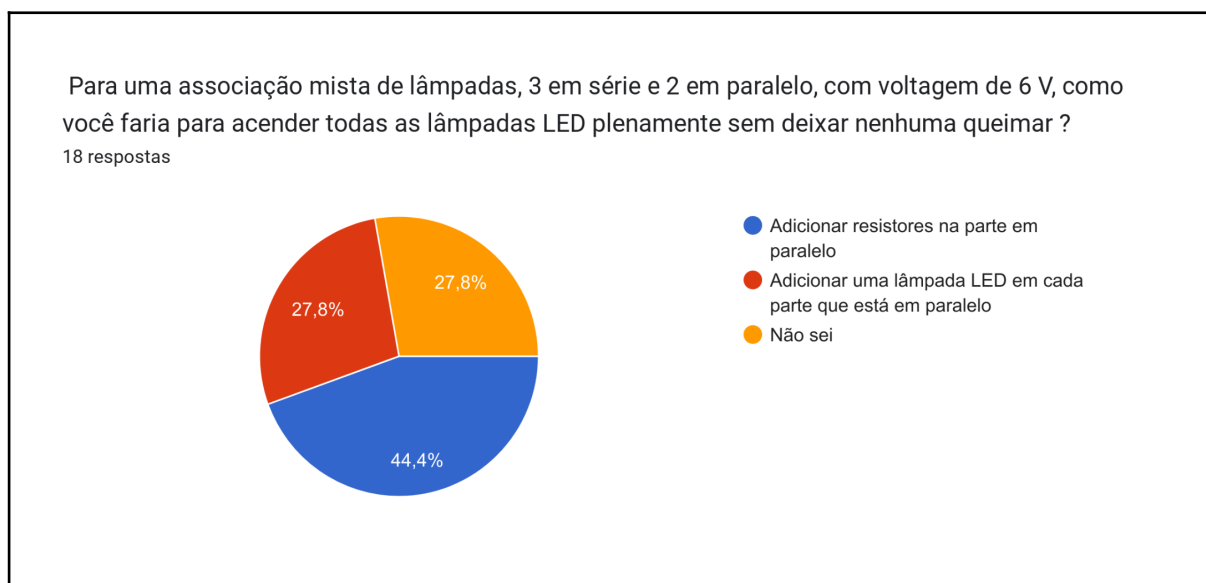


Fonte: O autor: 2022

Pergunta da questão:

- Com o experimento, você consegue relacionar as fórmulas da Lei de Ohm, da Potência, circuitos em série e paralelo, com os fenômenos que acontecem e podem acontecer no cotidiano, (necessidade de resistores, circuitos em uma residência, relação entre voltagem e corrente elétrica para a potência,...) ?

A fim de verificar a aprendizagem significativa, é necessário confrontar os alunos com perguntas que fogem do âmbito em que os alunos estão acostumados a responder, como exercícios de livros didáticos. Tal pergunta está mostrada no gráfico 29. A pergunta é baseada na atividade experimental realizada em sala de aula. 44,4% escolheram adicionar resistores na parte em paralelo; 27,8% escolheram adicionar uma lâmpada LED em cada parte que está em paralelo e 27,8% não souberam responder. Nesta pergunta, as duas respostas estão corretas.

Gráfico 29. Respostas sobre como acender todas as lâmpadas com tensão alta: 2022

Fonte: O autor: 2022

O gráfico a seguir tem a mesma pergunta do pré questionário, também com o propósito de verificar a aprendizagem. 72,2% responderam corretamente, 16,7% responderam não sei e 11,1% erraram.

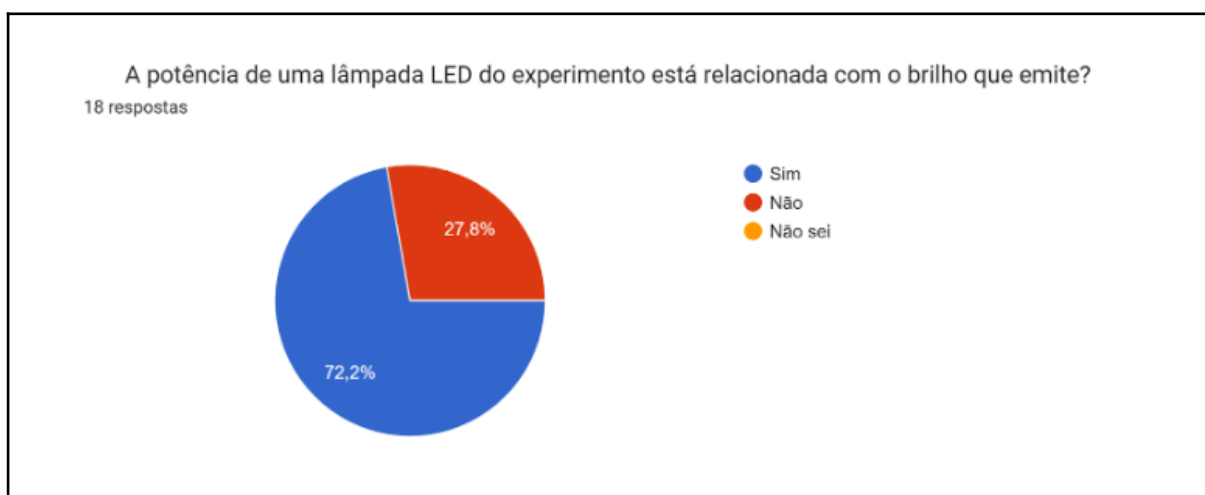
Gráfico 30. Respostas acerca da caracterização de associação de resistores: 2022

Fonte: o autor 2022

Durante a atividade experimental, alguns grupos perceberam o aumento do brilho quando retiravam uma lâmpada por vez do circuito. Quando retiravam a lâmpada que está em paralelo, houve um leve aumento de brilho para o resto do

circuito. Quando retirava uma lâmpada da parte em série, também aumentava o brilho. O gráfico 31 mostra as respostas da pergunta sobre o brilho e a potência. 72,2% responderam sim; 27,8% responderam não e nenhum respondeu não sei.

Gráfico 31. Respostas acerca da relação brilho/potência em uma lâmpada de LED: 2022



Fonte: o autor 2022

CAPÍTULO 6: CONCLUSÃO

De acordo com as respostas ao primeiro questionário, os alunos consideram a atividade experimental necessária para o ensino da Física e até mesmo obrigatória, pois nenhum deles alegou que as aulas puramente teóricas são suficientes para o aprendizado dessa disciplina. Além disso, as respostas também apontam que o desinteresse pela Física reside na falta de uma correlação entre a Física ensinada na sala de aula com os fatos presentes no cotidiano. Eles até demonstram interesse na Física presente ao seu redor, mas preferem dar prioridade ao conteúdo que estará na prova, em vez de saciar sua curiosidade. Também destacaram a importância da Física na construção da cidadania e que as atividades experimentais, utilizando materiais de baixo custo, poderia ser uma alternativa eficaz na ressignificação de subsunçores (muitos deles oriundos do senso comum) e na contextualização da atividade experimental com os fatos presentes no cotidiano.

Após a atividade experimental utilizando materiais recicláveis, as respostas ao segundo questionário apontam que a disciplina de Física ficou mais atrativa para a maioria dos alunos, uma vez que acharam a atividade interessante; descobriram soluções alternativas para chegar à solução de problemas e se desvincularam do ato de decorar fórmulas para chegar à solução dos mesmos. De acordo com a teoria de Ausubel, isso aponta para uma construção de um conhecimento de caráter significativo onde o ato de *decorar* é substituído por *conceituar*. Nesse aspecto, infere-se que a estratégia adotada pode fazer parte de um material que promova a aprendizagem significativa - que Ausubel chama de *material potencialmente significativo* - corroborando o objetivo geral da proposta da pesquisa que é a viabilidade da utilização de experimentos desenvolvidos a partir de materiais de baixo custo e de fácil acesso como parte integrante do referido material no processo de ensino e aprendizagem de associação de resistores.

Quanto à construção da cidadania, as respostas não forneceram elementos suficientes para uma constatação crível após a execução da atividade. Talvez precisássemos, no segundo questionário, de indagações mais precisas acerca desse aspecto, o que fica como sugestão para futuros trabalhos. No entanto, foi possível verificar que a estratégia adotada contribuiu para uma maior

contextualização entre a Física apresentada em sala de aula com alguns fatos presentes no cotidiano e o estabelecimento de uma correlação que torna possível desvincular o que foi articulado, na atividade experimental, com os subsunçores oriundos do senso comum.

7. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n.2, p 176, jun, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK J. D.; HANESIAN, H. **Psicología educativa: um punto de vista cognoscitivo**. México Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view, 1976.
- AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de La estrutura Del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, Tradução para português, de Eva, N. et.al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view, 1980
- BOAVENTURA, E. M. Metodologia da pesquisa: monografia, dissertação, tese. Atlas, 2004.
- BRASIL, P. C. N. **Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em 13 de dezembro de 2023.
- CATELAN, S. S.; RINALDI, C. **A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 13, n. 1, p. 306-320, 2018.
- CAVALCANTE, F. A. L. **O ensino por problema dos conteúdos de citologia em uma escola pública de Ensino Médio em Campina Grande-PB**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.
- DANTAS, W. T. **Laboratório de ciências como ferramenta didática nas escolas públicas estaduais de Barra do Garças**. TCC (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontal do Araguaia, 2019.
- DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. **Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas**. Simpósio Nacional de Ensino de Física, v. 17, 2007.
- DOS SANTOS, E. I.; DE CARVALHO PIASSI, L. P.; FERREIRA, N. C. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada**. São Paulo: SBF, 2004.
- DUARTE, S. E. **Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando a dinâmica da rotação**. V. 29, n. Especial 1. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2012.
- FRANÇA, G. H.; LOPEZ, J. V.; **Experimento de baixo custo para o ensino de física óptica: o caso da Lei de Malus**. v. 44. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2022.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- IFTO Campus Palmas, Institucional. 2018. Disponível em: <<http://www.ifto.edu.br/palmas/acesso-a-informacao-palmas/institucional>>. Acesso em 03 de dezembro de 2022.

JÚNIOR, A.; BAPTISTA, J. **A evolução do ensino de Física no Brasil**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.1, n.02, p. 45-58, 1979.

JUNIOR, E. B.; DA SILVA, M. C. **Ensino dos processos de eletrização no 3º ano do ensino médio usando as teorias cognitivistas de Vygotsky e de Ausubel aliadas a atividades experimentais**. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v. 4, n. 2, 2017.

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba, PR: Intersaberes, 2014.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

LEIRIA, T.F.; MATARUCO, S.M.C. **O papel das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem de física**. UNESPAR – PR, 2015.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. Vol. 2. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, M. L. B. **Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF)) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2015

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. v. 32, p. 73-80. Estudos avançados, 2018.

Moreira, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. v.22, n.01, p. 94-99. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, 2000.

MOREIRA, M. A. **Desafios no ensino da física**. v. 43, 2021. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2021.

NETO, S.; Karino, C. A.; Jesus, G. R.; Andrade, D. F. **A infraestrutura das escolas públicas brasileiras de pequeno porte**. v. 64, n. 3, p. 377-391. Revista do Serviço Público, Brasília, 2013.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. **O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania**. v. 13, n. 02, p. 141-156. Ciência & Educação, 2007.

PELIZZARI, A. et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. v. 2, n. 1, p. 37-42. Revista PEC, 2002.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, C. A. **Atividades prático experimentais no ensino de Física**. v. 34, n. 1, p. 265-277. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2017.

PINHO-ALVES, J. **Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista**. ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA 8, 2002

PINHO-ALVES, J. **Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático**. v. 17, n. 2, p. 174-188. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2000.

RAMOS, E.M. DE F. **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física**. Dissertação de Mestrado. USP. Instituto de Física e Faculdade de Educação. São Paulo. 1990.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. Revista Electrônica de Enseñanza de las ciencias 4.1, 2005.

ROSA, C.W.; ROSA, A. B. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais**. v. 58, n. 2, p.1-24. Revista Iberoamericana de Educación. Universidade de Passo Fundo/Brasil, 2012.

SANTIAGO, J.C.R. **Propostas de atividades experimentais no ensino de física e os objetivos educacionais estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional, LDB/96.** Dissertação de Mestrado UNB. Brasília, 2011.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O papel da experimentação no ensino da física.** 20(1), 30-42. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2003.

VALENTE, I.; ROMANO, R.. **PNE: Plano Nacional de Educação ou carta de intenção?**. v. 23, p. 96-107. Educação & Sociedade, 2002.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. **Modelagem no ensino: aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio.** v. 24, p. 87-96. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2002.

VILCHES, A.; Gil-Pérez, D. **Construyamos un futuro sostenible: diálogos de supervivencia.** Madrid: Cambridge University Press, 2003.

LUCENA, J. G. M. **A utilização de experimentos de baixo custo para construção dos conceitos de hidrostática.** Memória Repositório Institucional do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

ZANETTE, M. S. **Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil.** p. 149-166 Educar em Revista, 2017.

ZARA, R. A. **Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. II** Encontro Nacional de Informática e Educação, Cascavel-PR, 20

APÊNDICE A - Plano de aula

I – IDENTIFICAÇÃO

- 1.1 Instituição de ensino:** Instituto Federal do Tocantins - Campus Palmas
- 1.2 Disciplina:** Física III
- 1.3 Professor:** João Vitor Portela
- 1.4 Nível de ensino:** 3º ano do Ensino Médio
- 1.5 Duração da aula:** 1h 40 min

II- OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

Mostrar a eficiência de atividades experimentais e a sua acessibilidade por meio de materiais de baixo custo

2.2- Objetivos Específicos

- . Adoção de atividades experimentais como parte da metodologia de física.
- . Verificar a aprendizagem dos alunos com os experimentos de baixo custo
- . Verificar se houve mais interesse em estudar os conceitos que permeiam o experimento.

III- CONTEÚDO

Eletrodinâmica, associação de resistores

IV – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Aplicação do pré-questionário para identificação dos conceitos prévios, antes da aplicação do projeto; organização para a realização da atividade em grupos de 4 alunos; Constante observador do pesquisador no progresso de montagem dos experimentos dos grupos.

V- RECURSOS DIDÁTICOS

Roteiro do experimento (Anexo D), kit de materiais para a confecção do aparato experimental destinado à cada grupo.

VI- AVALIAÇÃO

Uso do pós questionário ou questionário 2 para avaliar os impactos da atividade experimental

VII- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moreira, Marco Antonio. *Teorias de aprendizagem*. Vol. 2. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

APÊNDICE B – Pré questionário

1) Gênero

☐ Masculino

☐ Feminino

☐ Outro: _____

2) Sua Idade:

☐ 15 anos

☐ 16 anos

☐ 17 anos

☐ 18 anos

☐ 19 anos

3) Você gosta da disciplina de Física?

☐ Sim

☐ Não

4) Qual escola você frequentou antes de vir para o IFTO?

☐ Pública

☐ Privada

5) Você acha a Física uma disciplina difícil?

☐ Sim, pois o conteúdo é de fácil entendimento, mas a parte matemática é difícil

☐ Sim, pois o conteúdo é difícil de entender e a matemática o piora ainda mais

☐ Não, pois tanto o conteúdo quanto a matemática são de fácil entendimento

☐ Não, pois somente a matemática é difícil

☐ Sim, pois o conteúdo não tem nenhuma/pouca relação com a realidade.

6) Para complementar, o que você acha da Física?

☐ Muito difícil, pois os textos são incompreensíveis e existem muitas fórmulas matemáticas

☐ Um pouco difícil por causa dos textos incompreensíveis

☐ Um pouco difícil por causa das fórmulas matemáticas que temos que usar nos exercícios

☐ Interessante, pois procuro associá-la com coisas que acontecem no meu dia-dia.

☐ Interessante, pois sempre eu descubro coisas novas e me faz mudar a minha opinião sobre a explicação de alguns fenômenos

7) Você consegue relacionar as fórmulas da física com os fenômenos que acontecem e podem acontecer no cotidiano? (Entender o perigo de cair a partir de uma altura elevada através da fórmula da energia potencial gravitacional,...)

☐ Somente com os conteúdos mais intuitivos (próximos ao senso comum)

☐ Sempre compreendo as fórmulas e suas implicações no cotidiano

☐ Conheço as fórmulas, mas não compreendo seu significado físico

☐ Não conheço as fórmulas e nem a sua relação com o cotidiano

8) As aulas de Física já fizeram você mudar de opinião acerca de sua percepção sobre algum fenômeno natural?

☐ Sim

☐ Não

☐ Já ocorreu pelo menos uma vez

☐ Já ocorreu por mais de uma vez

9) O estudo de Física contribui para o exercício de sua cidadania?

- ☐ Sim
- ☐ Não

10) Se a sua resposta para a pergunta anterior foi SIM, essa contribuição foi em que sentido? (pode assinalar mais de uma)

- ☐ Aumentou a minha compreensão nos processos tecnológicos como na construção de pontes, casas, instalações hidráulicas e elétricas, geração de energia, funcionamento de aparelhos eletro eletrônicos, etc.
- ☐ Me tornou uma pessoa com maior senso crítico nas questões ambientais, sobre as fontes de energia, nos prós e contras do uso das tecnologias na qualidade de vida das pessoas.
- ☐ Despertou em mim a atenção sobre a relação entre os avanços da ciência no que diz respeito às novas tecnologias e a melhoria da qualidade de vida das pessoas.
- ☐ Escolhi "não" na pergunta anterior

11) Você acha importante a utilização de experimentos no ensino de Física?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

12) Você já teve aulas com a utilização de experimentos (atividade experimental)?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Poucas vezes

13) Você já realizou algum tipo de experimento construído a partir de materiais recicláveis?

- ☐ Sim, várias vezes

- ☐ Sim, poucas vezes
- ☐ Nunca realizei

14) Se você JÁ REALIZOU algum tipo de experimento, você já compartilhou essa experiência com amigos e/ou familiares?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Nunca fiz experimento algum

15) Você acredita que é possível aprender Física utilizando experimentos com materiais recicláveis dentro de sala de aula?

- ☐ Sim
- ☐ Não

16) A manifestação da corrente elétrica seria:

- ☐ Elétrons em movimento ordenado
- ☐ Campo elétrico em movimento
- ☐ elétrons em movimento desordenado
- ☐ Não sei

17) A resistividade é inversamente proporcional à condutividade?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

18) Como é caracterizado os resistores em série e em paralelo em um circuito?

- ☐ Em série a voltagem em cada resistor é a mesma e a corrente é dividida. Em paralelo a corrente é a mesma e a voltagem é dividida.

- ☐ Em série a voltagem em cada resistor é dividida e a corrente é a mesma. Em paralelo, a voltagem é a mesma em cada resistor e a corrente é dividida.
- ☐ Não sei

19) A potência de uma lâmpada está relacionada com o brilho que emite?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

APÊNDICE C - Pós questionário

1) Gênero:

- ☐ Masculino
- ☐ Femenino
- ☐ Outro: _____

2) Sua Idade:

- ☐ 16 anos
- ☐ 17 anos
- ☐ 18 anos
- ☐ 19 anos
- ☐ 15 anos

3) A atividade experimental tornou a disciplina mais interessante?

- ☐ sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

4) Você acha que a atividade experimental facilitou o entendimento do conceito abordado?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

5) Durante a realização da atividade experimental, você usou o mesmo raciocínio de quando resolvia questões de lista de exercícios?

- ☐ Sim

- ☐ Não
- ☐ Talvez

6) Você identificou diferentes formas de abordar o mesmo problema através da atividade experimental?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

6) Você acha importante a utilização de experimentos no ensino de Física?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

7) Você acredita que é possível aprender Física utilizando experimentos com materiais recicláveis dentro de sala de aula?

- ☐ Sim
- ☐ Não

9) Com o experimento, você consegue relacionar as fórmulas da Lei de Ohm, da Potência, circuitos em série e paralelo, com os fenômenos que acontecem e podem acontecer no cotidiano, (necessidade de resistores, circuitos em uma residência, relação entre voltagem e corrente elétrica para a potência,...) ?

- ☐ Somente com a Lei de Ohm
- ☐ Somente com a Potência
- ☐ Ambos
- ☐ Não consegui relacionar nada

10) Para uma associação mista de lâmpadas, 3 em série e 2 em paralelo, com voltagem de 6 V, como você faria para acender todas as lâmpadas LED plenamente sem deixar nenhuma queimar ?

- ☐ Adicionar resistores na parte em paralelo
- ☐ Adicionar uma lâmpada LED em cada parte que está em paralelo
- ☐ Não sei

11) Como é caracterizado os resistores em série e em paralelo em um circuito?

- ☐ Em série a voltagem em cada resistor é a mesma e a corrente é dividida. Em paralelo a corrente é a mesma e a voltagem é dividida.
- ☐ Em série a voltagem em cada resistor é dividida e a corrente é a mesma. Em paralelo, a voltagem é a mesma em cada resistor e a corrente é dividida.
- ☐ Não sei

12) A potência de uma lâmpada LED do experimento está relacionada com o brilho que emite?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

APÊNDICE D - Roteiro do experimento

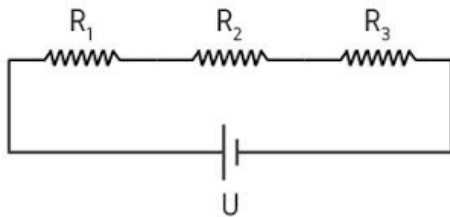


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

ROTEIRO DO EXPERIMENTO

REVISÃO

Circuitos em série:

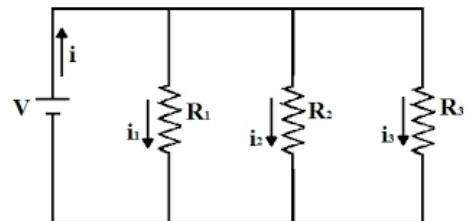


$$v_t = v_1 + v_2 + \dots + v_n$$

$$i_t = i_1 = i_2 = i_n$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Circuitos em paralelo:



$$v_t = v_1 = v_2 = v_n$$

$$i_t = i_1 + i_2 + \dots + i_n$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

OBJETIVO

Constatar a voltagem equivalente no circuito em paralelo, em série e em ambos (circuito inteiro) e compreender a necessidade de dissipação da voltagem.

CIRCUITO:

1. Use o circuito como referência; use a tesoura para descascar os fios coloque as pilhas em série para aumentar a voltagem (polo negativo de uma em contato com o polo positivo da outra); a perna menor da lâmpada LED (3V) é o polo negativo, e a maior é o polo positivo; Se julgar necessário, use o multímetro.
2. Monte primeiramente a parte em série, com 2 lâmpadas em série, e conecte os fios na

parte positiva e negativa da pilha (uma parte do fio para cada polo). O fio que conecta com a pilha tem que estar descascado.

3. Depois de montado, as lâmpadas acenderam? Se não, use pilhas até acendem.

4. Em seguida, monte a parte em paralelo com 2 lâmpadas em paralelo, e conecte-o à parte em série, formando uma associação mista. Ligue o circuito e faça suas observações (se todas as lâmpadas acenderam, se acendeu com muito ou pouco brilho...)

5. Agora desconecte uma ligação em paralelo do circuito e ligue-o. Houve alguma alteração no brilho das lâmpadas? (faça suas observações)

6. Se for usada a associação com 3 lâmpadas em série e 2 lâmpadas em paralelo, é possível acender de forma plena todas as lâmpadas somente usando uma voltagem maior, sem causar danos ao circuito? Explique

7. (Opcional) Faça um curto circuito. Para isso, faça um circuito em paralelo, um cabo com uma lâmpada e outro sem lâmpada. Ligue o circuito e faça suas observações.
